

1. Úvod

Chemické změny konstrukčních materiálů vedoucí ke změně fyzikálních a mechanických vlastností se nazývají různě – koroze, degradace.

Společným jmenovatelem těchto změn je v konečném důsledku destrukce zařízení, nebo zabránění funkčnosti.

Vždy je lepší a levnější problémům předcházet, než odstraňovat jejich následky.

Korozní procesy kovů vedou k objemovým změnám a degradace polymerů ke ztrátě mechanických vlastností. I když některé procesy je možné zastavit a stabilizovat, přesnost a funkčnost měřidel tím budou ovlivněny. Proto je nutné provádět prevenci a údržbu, aby k chemickým změnám nedošlo.

S ohledem na velké množství nebezpečných chemických procesů, konstrukčních materiálů a postupů údržby, budou prezentovány jen ty nejdůležitější a to s ohledem na délková měřidla. I když většina poznatků je platná pro všechna měřidla.

2. Materiály



KOVY

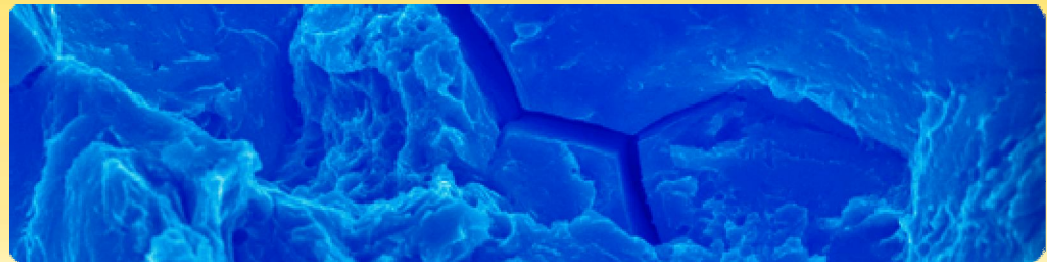
slitiny Fe, slitiny Al, slitiny Cu, slitiny Zn,
Au, Pt, polovodiče

POLYMERY

laky, barvy, PE, PTF, PAD, ABS, PS,
PC, PVC, pryže

KERAMICKÉ MATERIÁLY

porcelán, sklo, smalt, kamenina, keramika



Pro kovy, z hlediska jejich poškození korozí, jsou nejdůležitějšími vlastnostmi jejich vodivost, krystalová mřížka a elektrodový potenciál. Na korozi kovů má vliv nejen prostředí, ale také legující prvky slitin, kontakt dvou kovů o rozdílném potenciálu, kontakt dvou různě opracovaných povrchů, i tvarové řešení.

Pro polymery je určující, z jakého prostředí byly nanесeny (vyrobены), jakou mají odolnost vůči UV a jaká je jejich odolnost vůči vodě a rozpouštědlům. Vždy platí, že z jakého prostředí byl polymer nanесen nebo vyroben, takové ho dokáže poškodit. Každý polymer je citlivý vůči vysoko energetickým zářením, kdy dochází k přerušení polymerního řetězce, tedy k degradaci vedoucí ke změně fyzikálně-mechanických vlastností. Tento problém je u polymerů řešen pomocí UV stabilizátorů, takže nelze prezentovat jednoznačnou řadu jejich odolnosti. Některé polymery ve vodě hydrolyzují (např. PAD) nebo bobtnají (např. laky a barvy s obsahem derivátů celulózy). Řada organických rozpouštědel polymery napadá.

Keramických materiálů také existuje celá řada, ale obecně se o nich dá říci, že mají vysokou odolnost vůči chemickým degradačním procesům, přičemž jejich odolnost se snižuje s množstvím příměsí sloučenin alkalických kovů, které slouží jako tavidla. Ty snižují odolnost především v případě působení elektrolytu.

3. Druhy korozních a degradačních jevů

U kovů, kde hovoříme o korozi, se z chemického hlediska jedná o chemickou korozi v elektricky nevodivém prostředí. Tedy reakce mezi kovem a redukujícím nebo oxidačním plynem na fázovém rozhraní. Většinou se jedná o reakce s oxidačními plyny jako je oxid siřičitý (SO_2), oxid sírový (SO_3), ozon (O_3), atomární kyslík (O^-), oxidy dusíku (NO_x), oxid uhličitý (CO_2), chlorovodík (HCl), halogeny. Ale poměrně častý je i případ vodíkové depolarizace pomocí (H^+), tedy koroze v redukujících plynech.

Dále dochází k chemické korozi v elektricky vodivém prostředí, v elektrolytu, tedy k elektrochemické korozi. Tj. tam, kde vznikne vodivý článek a kov (kovy) vytvoří anodu a katodu.

Do tohoto dělení patří i koroze způsobená jinými než chemickými nebo elektrochemickými ději. Jedná se obvykle o kavitaci a korozi způsobenou mikroorganismy.

Různé dělení koroze podle prostředí, vizuálních projevů, napadení materiálu atd.

Většina polymerů vznikla radikálovou polymerační reakcí a proto jsou citlivé na radikálové depolymerační reakce. Nepříjemnou vlastností radikálových reakcí je to, že volný radikál má schopnost putovat podél řetězce makromolekuly do energeticky slabšího místa, tam řetězec rozštípnout, čímž se uvolní další radikál, který putuje dál. Proto i přesto, že radikálové reakce na fázovém rozhraní polymer/plyn proběhnou jen v molekulární vrstvě, nebo účinkem UV obvykle jen do hloubky 350 nm, putováním po řetězci jsou schopny narušit polymer v celém objemu.

Vlivem některých mikroorganismů také dochází k degradaci polymerů. Řada mikroorganismů produkuje enzymy, které mají schopnost rozštípnout makromolekulu na jednoduché látky, které pak slouží mikroorganismu jako potrava. Zastavit enzymatickou reakci je velice problematické.

Některé polymery jsou náchylné na hydrolytickou degradaci účinkem vody. Tyto reakce mohou být poměrně rychlé, pokud je přítomen elektrolyt. Například PAD snadno degraduje v kyselém prostředí. Současně u řady polymerů dochází k vymývání zbytkového monomeru, který je pak nahrazen odbouráním části polymeru, dokud se neustaví rovnováha. Pokud tento proces pokračuje opakovaně, může dojít k takové redukci délky polymerního řetězce, že výrobek ztratí mechanické vlastnosti.

Rozpouštědla nemají přímý vliv na změnu chemického složení polymeru, ale dokáží ho buď rozpustit (například PS a řada barev v ketonech nebo acetátech) nebo může dojít k vymytí pomocných látek v polymeru, jako jsou změkčovadla, UV stabilizátory apod. V takovém případě potom dochází k degradaci polymeru mechanickým namáháním, nebo vysoko energetickým zářením.

U polymerů dochází k degradaci vlivem teploty. U termoplastů při bodu skelného přechodu a současném mechanickém namáhání, probíhají deformace a změny v amorfních oblastech bez chemických změn. V oblasti kolem bodu tání dochází ke změně nadmolekulární struktury polymerů a ke ztrátě mechanických vlastností. Dalším zvyšováním teploty se dosáhne termického rozkladu. Termosety přecházejí přímo do tohoto rozkladného procesu.

Keramické materiály včetně skla jsou velmi odolné vůči mechanickému, mikrobiologickému a vysoko energetickému působení. K jejich napadení dochází díky obsahu solí alkalických kovů. Tyto sole jsou přítomny buď přímo v samotné surovině, například u porcelánu, nebo jsou přidávány při výrobě, aby se snížil bod tání. Používají se jako tavidla, především při výrobě skla a keramiky. Tyto sole jsou rozkládány vodnými roztoky silných kyselin a zásad.

4. Základy ochrany

Ochrana proti degradačním a korozním procesům začíná přímo u výrobce. Pokud výrobce přístroje nebo zařízení něco zanedbá, pak uživatel jen těžko takovou chybu bude napravovat a pokud dojde k rozvoji koroze, velice často nemá prostředky, které by dokázaly korozi odstranit a přitom neporušit funkci nebo přesnost měřidla. Proto velice záleží na výběru měřidla již při jeho nákupu.

Pokud je pro nosnou část měřicího zařízení použita slitina Fe, je nejvhodnější, aby byla z nerezové oceli. Nicméně nerezavějící nerez neexistuje, takže i tento materiál vyžaduje údržbu. V případě, že je použita uhlíková ocel, je nejlepší ji chránit chromováním, nebo v případě, že není daný díl mechanicky namáhán, pak povlakováním PE. Konverzní vrstvy (jako je černění a fosfátování) nemají ve vlhkém prostředí dostatečnou odolnost. Barvy a laky mají omezenou mechanickou odolnost a menší životnost vůči UV.

Dále bývají části měřicích zařízení vyrobeny ze slitin Al. Nejlepší odolnosti proti korozi se v tomto případě dosahuje eloxací.

Pokud je v měřidle použita slitina Cu nebo Zn, a není možné ji výrobně ochránit zlcením, chromováním, nanesením plastu nebo aspoň barvou, nelze korozi zabránit. Lze ji jen určitými pravidly a údržbovými postupy udržet na přijatelné míře.

Nicméně se kovy také vyskytují v elektrosoučástkách elektronických prvků měřidel. Zde platí dvě pravidla. Části, které jsou vystaveny působení atmosféry, by měly být zlceny. Elektronická část daného zařízení by měla mít vlastní prachotěsné a vodotěsné pouzdro. Prach tvoří kondenzační a korozní jádra a elektrochemická koroze je nejprogresivnější.

Kvalitní přístroj se také pozná podle toho, že obsahuje minimální kombinaci různých kovů mezi sebou, především, že se nevyskytují kombinace Fe s Cu nebo Cu s Al. A pokud je zapotřebí více druhů kovů použít, tak jsou nevodivě odděleny.

Přehlíženým, ale přesto důležitým prvkem protikorozní ochrany je tvarové řešení. Ostré hrany zvyšují korozní napadení, kdežto zaoblené rohy ho snižují. Vroubkované povrchy se sice dobře drží, ale ulpívají v nich korozní chemikálie, včetně potu, a dobře v nich kondenzuje vlhkost.

Laky a barvy.

Největší odolnost vůči chemickým vlivům mají tzv. práškové barvy. Důvodem je, že u nich není použito žádné rozpouštědlo. Ostatní roztokové barvy jsou citlivé na organická rozpouštědla zejména na estery a ketony. Z hlediska odolnosti vůči vodě jsou nejvhodnější dvousložkové systémy a to PES nebo epoxidy. Nejméně jsou odolné jednosložkové systémy, které obsahují deriváty celulózy, jako filmotvornou složku. Disperzní barvy a laky mají malou odolnost vůči vodě, pokud nejsou zesíťeny. Malou odolnost vůči UV mají PUR a PA. Barvy nanesené tamponovým tiskem jsou obecně rozpustné v celé řadě organických rozpouštědel, včetně alkoholů. Vzhledem k tomu, že s výjimkou práškových barev se nedá poznat, jaká barva byla použita a výrobce přístroje to neuvádí, je nejlepší, pokud se na zařízení žádná barva nenachází (pokud to jeho konstrukce a použité materiály umožňují). Tím odpadnou problémy, jak povrch barvy nebo laku chránit a jak ho renovovat.

PE (polyetylén)

Patří do skupiny polyolefinů, ale na rozdíl od PP má výbornou odolnost vůči UV. Z hlediska odolnosti vůči účinku vody a jiných chemikálií se jedná o jeden z nejvíce odolných polymerů. Horší je to s jeho odolností vůči oděru. Polyetylénů se vyrábí celá škála, která se liší nejen polymeračním stupněm, ale i strukturou. Proto jsou základní druhy označovány: LDPE, HDPE, UHDPE.

PTF (polytetrafluoretylén, Teflon)

Má nejmenší frikci ze všech známých látek, vysokou odolnost vůči vodě a dobrou odolnost vůči většině chemikálií. Neodolává halogenovaným rozpouštědlům a UV. Má horší odolnost na oděr.

PAD (polyamid)

Díky dobrým mechanickým vlastnostem se používá na převody a kluzná ložiska. Existuje několik základních druhů PAD 6 (Silon), PAD 6.6 (Nylon), aramidy (Kevlar). Pro všechny druhy platí, že mají horší odolnost vůči vodě, která z nich rozpouští zbytkový monomer a vůči kyselým roztokům, které je za tepla mohou rozkládat.

ABS (akrylobutadienstyren)

Jedná se o terpolymer s vynikajícími mechanickými vlastnostmi. Je méně odolný vůči halogenovaným rozpouštědlům, esterům a ketonům. Také jeho odolnost vůči UV je slabší.

PS (polystyren)

Je levnější, než ABS, proto se používá jako jeho levná náhrada. Má také horší mechanické vlastnosti, především je křehčí. Jeho odolnost vůči rozpouštědlům, stárnutí a UV je minimální. Pokud je to možné, vyhnout se zařízení, kde je tento polymer použit.

PC (polykarbonát)

Díky svým dobrým mechanickým vlastnostem se používá na průhledné kryty. Je však citlivý na celou řadu chemikálií, vodních mycích prostředků a UV.

PVC (polyvinylchlorid)

Polymer s výbornou odolností vůči chemikáliím, ale při 40°C měkne, při nízkých teplotách křehne a kolem 80°C ztrácí tvarové vlastnosti.

Pryže

Vzhledem k tomu, že do pryží patří desítky různých polymerů, s různými plnivými a případně zesíťtím, není možné najít společné charakteristiky. V každém případě je třeba zachovávat opatrnost s organickými rozpouštědly.

Keramické materiály

Také jich existuje široká škála, ale zobecnit lze jejich výbornou odolnost vůči vodě, chemikáliím a povětrnostním vlivům. Porcelán je napadán silnými kyselinami, sklo a glazury silnými hydroxidy, málokterá keramika je odolná vůči kyselině fluorovodíkové nebo fluorokřemičité.

5. Postupy a prostředky

Neexistuje zařízení, které by fungovalo věčně, a které by nevyžadovalo určitou míru ošetřování a údržby.

Pro posouzení vhodnosti chemických prostředků na ošetřování a údržbu přístrojů lze použít tzv. Bezpečnostní list, který musí ze zákona každý prostředek mít, a který je výrobce nebo dodavatel povinen na požádání dodat. V něm je uvedeno, z jakých hlavních nebezpečných látek se prostředek skládá, jaká jsou rizika pro personál, životní prostředí atd. Avšak ne všichni výrobci (dodavatelé) v něm uvádí úplné a pravdivé údaje.

Nejobecnějším nepřítelem konstrukčních materiálů je voda. Ta navíc s ohledem na okolní podmínky je ve formě elektrolytu. Voda se dostane na přístroje buď jako déšť, nebo kondenzací vzdušné vlhkosti, jako rosa, z mycích prostředků, nebo z prstů.

Pro případ deště by měřicí zařízení měla být řešena tak, že se voda nedostane do vnitřních prostor, kde by vznikla kondenzační komora. Povrch přístroje se co nejdříve usuší otřením savým materiálem.

Větší problém představuje zkondenzovaná vlhkost. S přístroji by mělo být zacházeno tak, že nedojde k prudkým změnám teploty, zejména pokud obě prostředí mají rozdílnou relativní vlhkost vzduchu. Pokud se tomu nelze vyhnout, je vhodné mít na přístroje úložnou skříňku nebo kufřík, do které se dá vysoušedlo (nejlépe sáček se Silikagelem, který je však zapotřebí vyměňovat, protože saje vlhkost ze vzduchu) a v případě, že přístroj obsahuje materiály, jak kovy, tak plasty, které jsou citlivé na vodu, tak i sáček s výparným inhibítorem koroze (VCI, ten vydrží až 10 let). Je však zapotřebí zvážit, který konzervační systém pro daný přístroj bude použit. V případě, že jsou použity „olejové“ ochranné prostředky, ztrácí VCI význam, protože se páry inhibítoru přes „olejový film“ nedostanou k povrchu materiálu a někdy se mohou tyto chemikálie mezi sebou pohádat.

Obecně lze doporučit minimalizovat používání vodních mycích prostředků. Nejen, že se jedná o elektrolyty, ale málokterý z nich obsahuje antikorozi aditiva, zato obvykle obsahují chemikálie nebezpečné pro celou řadu konstrukčních materiálů.

Nicméně každý dotek prstu představuje korozní nebo degradační riziko. Otisky prstů je zapotřebí z měřidel odstranit co nejdříve. Navíc se složení potu každého člověka liší a mění.

Dalším obecným nepřítelem je prach a případně jiné znečištění. To může působit jako kondenzační jádra, může mít přímý chemický účinek, nebo fungovat jako živná půda pro mikroorganismy.

Z toho vyplývá, že je nutné měřidla po použití očistit. Suché savé materiály (utěrky) nejsou schopny odstranit většinu nečistot a představují riziko oděru. Proto je vhodné používat pomocné mycí kapaliny. Pokud možno bez vody, a které mají schopnost vytěšňovat vodu. Nejlepší jsou kombinace polárních a nepolárních rozpouštědel, protože odstraní širokou škálu nečistot. Nejsou vhodná rozpouštědla obsahující halogenované uhlovodíky, ketony a estery, protože ta způsobují korozi kovů a degradují celou řadu polymerů. Nejvhodnější jsou prostředky s obsahem odsířených alkanů a čistých alkoholů. Jako příklad mohu uvést KORING 792-10, který je směsí heptanů a izopropanolu. V případě, že přístroj obsahuje polymery citlivé na alkoholy (jedná se obvykle o některé pryže nebo PC) je nutné použít pouze alkanové prostředky, i když ty mají menší spektrum účinnosti. Například KORING 702 (pomaleji schnoucí), nebo KORING 792-4 (rychleschnoucí). Tyto prostředky současně odmašťují. Vzhledem k tomu, že současně s odstraněním povrchových nečistot, dojde k umytí i konzervačních prostředků, pokud jsou před tím na povrch nanесeny, je zapotřebí obnovit ochranný nános nebo mazivo.

Pro ochranu kovů je nutné se předem rozhodnout, která z cest bude použita. Kovy je možné chránit pomocí výparných inhibitorů koroze (VCI), nebo pomocí „olejových“ konzervačních prostředků. Kombinace obou způsobů se nedoporučuje a někdy je riziková. Výhodou většiny konzervačních prostředků je to, že působí jak na kovy, tak i na polymery. Výparné inhibitory nejsou odolné proti kapalně vodě. Avšak téměř neovlivňují přesnost (až v nm) a elektrickou vodivost. Tzv. „olejové“ konzervační prostředky jsou vodě dobře odolné, ale ovlivňují přesnost. Ochranný film inhibitoru bývá u odpařivých, vysychajících „olejů“ 2-4 μm , u klasických, nevysychajících „olejů“ 8-20 μm , u vazelín nad 40 μm . Také je nutné si uvědomit, že tyto inhibitory koroze jsou účinná dielektrika, takže elektricky izolují. Rovněž konzervační „oleje“ mohou napadat některé druhy pryží, PS a PC. Všechny nezasychající „oleje“ mají tu nepříjemnou vlastnost, že do sebe nabírají prach a nečistoty.

Z obou skupin lze například použít: výparný inhibitor koroze pro barevné i železné kovy KORING 505, výparně vodo rozpustný inhibitor KORING 555, mycí a konzervační zasychající prostředek KORING 145-K na barevné i železné kovy, nebo konzervační olej na barevné a železné kovy KORING 205.

Pokud se jedná o mazání nekorodujících částí, nebo zařízení s malým rizikem koroze, je nejvhodnějším řešením použití silikonového oleje. Ten vytěsňuje vodu a vytváří silně odpuzivý povrch pro celou řadu nečistot. Nevýhodou je, že kde byl použit, už téměř nic nechytne (nebude mít adhezi). Výhodou je, že se vyrábí v široké škále o různých viskozitách, takže nízkými viskozitami lze ho doslova napustit do mezikrystalových prostor kovového nebo polymerního materiálu, takže je pohyblivá součástka mazána, ale na povrchu téměř nic nezůstává. Nebo lze použít vysokých viskozit, kde funguje jako vazelína. Prostě podle potřeby se volí viskozita.

V případě, že se jedná o měřidla, kde je odzkoušeno, že prostředek nenapadá pryž, a kde nehraje roli snížení elektrické vodivosti, lze použít prostředky typu CLP (Claening, Lubricating, Protection/Preservation). Tyto prostředky v jednom kroku výborně čistí a myjí, současně neutralizují korozní reakce, dlouhodobě konzervují a poskytují tixotropní mazání. Jeden z nejlepších přípravků na světě je CLP Professional od CX Dynamics, původně vyvinutý na zbraně.

6. Pověry

Velice často se na měřidla používají čisté petrochemické výrobky. To má své opodstatnění ve zdravotnických výrobcích, avšak u měřidel se jedná o omyl. Už ze samotné podstaty vzniku korozních dějů, pokud se dostanou do kontaktu dva různě opracované povrchy v elektricky vodivém prostředí, vzniká galvanický článek. Navíc tzv. minerální oleje a vazelíny jsou schopny vázat 4-8% vzdušné vlhkosti, takže jsou částečně elektricky vodivé. Proto je nutné používat maziva, která v sobě obsahují inhibitory koroze.

Technický benzín je poměrně zdravotně nebezpečnou směsí uhlovodíků, která má velice malou odmašťovací a mycí schopnost. Vždy je lepší použít alkanové odsířené a dearomatizované prostředky.

Petrolej spíše špatně maže, než by odmašťoval. Navíc je také poměrně „špinavou“ směsí. To, že ho někteří výrobci přístrojů doporučují, je alibismus, aby se vyhnuli riziku poškození polymerů. Na vše existují vhodné prostředky, takže není žádný důvod pro používání petroleje.

Naprostá většina etanolů (lidově alkoholu) není čistá, jsou znečištěny již z výroby a navíc denaturovány. Za čistý lze považovat jen etanol označený p.a. a částečně i lékárenský. Avšak mycí schopnost etanolu je mnohem nižší než izopropanolu. Proto je lepší používat izopropanol, nebo speciální prostředky, které ho obsahují.

Vždy se volí konzervační prostředky, které mají co nejdelší ochrannou dobu. V případě, že z nějakého důvodu je nutné použít prostředek s malou dobou ochrany, nebo je ochranný účinek zrušen vnějším vlivem (umytím apod.) je nutné upravit předpis o používání přístroje tak, aby odpovídal danému případu.

Převodové mechanismy měřidel není nutné mazat, pokud jsou zhotoveny z nějakého kluzného polymeru, např. PAD. V ostatních případech je to nutné. Buď vhodným silikonovým olejem, nebo odpařivým zasychajícím konzervačním prostředkem, nebo vodo rozpustným VCI.

Pokud se provede umytí nebo odkonzervování, je žádoucí provést ošetření konzervačním prostředkem co nejdříve. Zejména korozní procesy ve vodivém prostředí jsou velice rychlé, jedná se o sekundy.



Děkuji za pozornost