

## Korózia pod izoláciou - 7 Kontrolných metód o ktorých treba vedieť

Ing. Pavol Kučík



Korózia pod izoláciou (KPI) je jedným z najzávažnejších procesov, ktorým sa dá zabrániť. Dôvodom je, bez ohľadu na vykonané opatrenia to, že voda trvalo presakuje do izolácie a tým začne jej deštruktívna práca, &astokrát neviditeľná, a# kým nedôjde k úniku média vplyvom prehrdzavenia steny. V technických správach sa uvádza, že asi 60% netesnosti potrubia sú poškodenia práve vplyvom KPI. To nie je dobré.

KPI je "a#ké nájs", pretože izolácia zakrýva problém korózie, a# kým nie je príliš neskoro.

Odstúpenie izolácie, kontrola, a potom znovuzaisolovanie po prehliadke je nákladný proces. Kontrola bez odstránenia izolácie a ochrana pred vplyvom počasia v!razne znižujú náklady na kontrolu. Nedeštruktívne testovacie metódy na detekciu KPI sú tiež dôležitým prínosom pre priemysel.

Existuje celá rada NDT metód používaných na kontrolu KPI. Žiadna metóda sa nepoužíva individuálne, viacero použitých inšpekčných metód sa navzájom doplňujú pre dosiahnutie optimálnych výsledkov.

Najbežnejší a priamočiary spôsob, ako kontrolovať koróziu pod izoláciou je vyrezať &ast izolácie, ktorá môže byť odstránená, aby bolo možné použiť ultrazvukové meracie metódy. Ostatné bežne používané metódy sú rádiografia alebo úplné odstránenie izolácie. Viac pokročilé metódy zahŕňajú použitie techniky pulzných vlnivých prúdov.

Uvediem sedem najbežnejších spôsobov kontroly korózie pod izoláciou s ich kladmi a záporami.

### 1. Vizualna kontrola



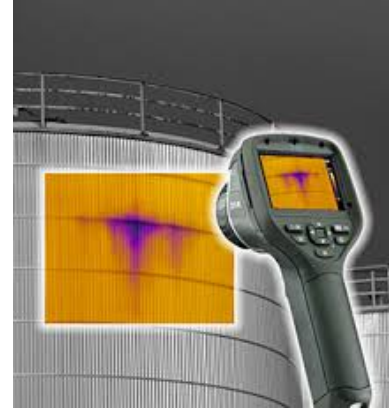
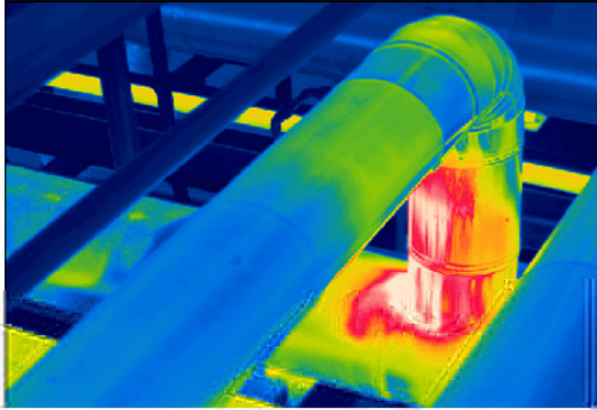
Vždy prvá a najjednoduchšia spôsob kontroly je samozrejme, vizuálna kontrola. To zahŕňa odstránenie izolácie, kontrolu stavu povrchu rúrky a nahradenie izolácie novou alebo pôvodnou izoláciou. Je to tiež najdrahšia a časovo najnáročnejšia metóda. Logistika odstránenia izolácie občas zahŕňa sprievodné komplikácie – napr. odstránenie azbestu. Môže tiež nastať prevádzkový problém súvisiaci s tým, že izolácia je odstránená, zatiaľ čo potrubie je v prevádzke. V dnešnej dobe, sa vizuálna kontrola zvyčajne vykonávajú s presnými, určením povrchovej korózie na vonkajšom priemere.

Existujú dva základné typy vizuálnej kontroly:

<b>Kompletné odstránenie izolácie</b>	
Vlhody	Nevlhody
Je kontrolovaný celý vonkajší povrch	Drahšie - nutnosť v!meny izolácie
Určenie veľkosti KPI	Stanovenie rozmeru viditeľného defektu
Sledovateľnosť	Azbest (prítomnosť)
<b>Čiastočné odstránenie izolácie</b>	
Vlhody	Nevlhody
Lacnejšie ako kompletné odstránenie	inšpekcia obmedzená len na malé oblasti
	možnosť vniknutia vody
	Všetky izolačné opravy musia byť vykonané správne

## 2. Termovizuálna kontrola

Infračervená termovízia umožňuje odhaliť a zdokumentovať veľké teplotné rozdiely na povrchu izolovaného média, ktoré poukazujú na mokré izolácie, chýbajúce izolácie, výrazné korózne opotrebenie atď. Sú ideálny nástroj na hľadanie pary alebo únikov chýbajúcich miest v potrubí.



Termografiu môžeme kombinovať spolu s inými metódami poskytnúť kompletnú analýzu o technickom stave. Teplotu zariadení, rozvodov je možné sledovať v časovom priebehu a historické údaje môžu byť porovnávané.

Výhody	Nevýhody
Netreba odstávaní izoláciu	Nevhodné pri odstavenom zariadení
Prístup k potrubiam bez lešenia	Neumožňuje presnú detekciu alebo meranie korózie
+ažká a všestranná skenová metóda, lokalizuje problémové miesta počas prevádzky	Lokalizuje už prevažne veľmi kritické chyby

## 3. Spätný neutrónový rozptyl

Táto metóda sa používa pre NDT testovanie a je určená pre detekciu mokrych izolácií na potrubí a nádržiach. Rádioaktívny zdroj vyšle neutróny s vysokou energiou do izolácie. Ak je vlhkosť v izolácii, vodíkové jadrá utlmujú energiu emitovaných neutrónov. Detektor prístroja zaznamenáva množstvo nízkoenergetických neutrónov priamo úmerné množstvu vody v izolácii. Vysoké počty takýchto neutrónov za časové obdobie ukazujú viac vlhkosti a vyššiu pravdepodobnosť prítomnosti korózie pod izoláciou.



Výhody	Nevýhody
Relatívne rýchla a presná metóda na identifikáciu oblasti s potenciálnou KPI	Metóda používaná ako prieskumná
Prístup z vyvýšenej plochy bez lešenia	Neumožňuje presnú detekciu alebo meranie korózie
+ažká a všestranná metóda, obsiahne všetky dôležité oblasti	Generuje nesprávne údaje

#### **4. Prežarovanie/ Rádiografia**

RTG lúče sa používajú rôznymi spôsobmi pri detekcii KPI, ako rádiografia v reálnom čase (RTR), počítačová rádiografia (CR) alebo digitálna rádiografia detektorov (DDA; ploché panelové detektory).

##### ***Rádiografia v reálnom čase***

RTR poskytuje pohľad na vonkajší profil priemeru potrubia cez izoláciu. V reálnom čase pomocou zdroja žiarenia a zosilňovača obrazu / detektora možno prehladať dané miesto. Existujú dve hlavné kategórie RTR zariadení na dnešnom trhu; s rtg lampami alebo so zdrojmi rádioaktívneho žiarenia. Každé z nich má svoje výhody a nevýhody, ale röntgenové systémy poskytujú oveľa lepšie rozlíšenie než izotopy. Ak dôjde k zmene profilu vonkajšieho priemeru, to spravidla znamená koróziu. Avšak, tu nie je možné merať hrúbku z profilu korózie a posúdiť rozsah zmeny hrúbky steny. Táto metóda je obmedzená na drobné stavby

možno prezera" pomocou zobrazovacieho softvéru s funkciami veľmi podobným bežným softwarom pre digitálne spracovanie obrazu, ako sú nastavenia kontrastu, jas, filtrácia a zoomovania a pod.

Výhody	Nevýhody
Zobrazovanie v reálnom čase	Drahé zobrazovacie dosky, môžu byť poškodené a generovať chybné obrazové artefakty
Rýchla analýza	Zobrazovacie dosky citlivé na zahmlievanie - sa musia vymazať denne
Sledovateľnosť	Nadmerná expozícia degraduje kontrast
Archivácia v digitálnej forme	Obmedzené na oblasti, ktoré sú prístupné pre umiestnenie zobrazovacích dosiek
Menšia potreba opakovaných expozícií	Výkon klesá s rastom hrúbky stien / priemerom trubky
Široká škála hrúbok materiálu – len úprava jas a kontrastu obrazu	Ohrozenie zdravia
	Vyžaduje prístup k obojstranným komponentom
	Obmedzené na menšie projekty

### Digitálna rádiografia (DR) s plochým panelovým detektorom



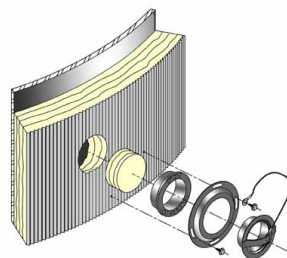
Ploché detektory s poliami diód (DDA) alebo ploché panelové detektory (FPD) sú súčasťou digitálnej rádiografie kde je detektor zariadenie podobné ako snímač v digitálnej fotografii a videu. Röntgenové lúče prechádzajú cez objekt na jeden z dvoch typov detektorov: detektory nepriame alebo priame. Sú citlivejšie a rýchlejšie ako klasický röntgenový film. Ich citlivosť umožňuje nižšiu dávku žiarenia pre požadovanú kvalitu obrazu. Sú ale neohybné, oveľa odolnejšie, s menším objemom, presnejšie a majú oveľa menšie skreslenie obrazu než zosilňovač obrazu. Môžu byť tiež vyrobené v rôznych veľkostiach snímačej plochy.

Výhody	Nevýhody
Zobrazenie v reálnom čase	Vyžaduje viac energie ako pri filmoch aby sa dosiahol požadovaný obraz
Rýchla analýza	Výkon klesá s rastom hrúbky stien / priemerom trubky
Sledovateľnosť	Ohrozenie zdravia
Archivácia v digitálnej forme	Vyžaduje prístup k obojstranným komponentom
Menej opakovaných expozícií	Obmedzené na menšie projekty
Menšie skreslenie obrazu ako u filmov	
Kompaktné riešenie	

## 5. Ultrazukové meranie hrúbky

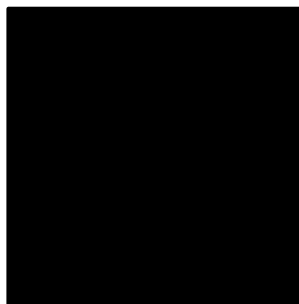


Táto metóda (označovaná ako UTG) je nedeštruktívne meranie lokálnej hrúbky steny pevného prvku v závislosti na dĺžke prechodu ultrazvukových vln cez túto hrúbku. Tento typ merania sa zvyčajne vykonáva pomocou ultrazukového hrúbkomera alebo klasického ultrazukového defektoskopu. Jedná sa o efektívnu metódu, ale obmedzenú na malé plochy. Rovnako ako pri čiastočnom odstránení izolácie, ktoré predstavuje vysoké náklady je nepraktické vytvárať otvory v izolácii aby sa získali pravidelne monitorované výsledky. Kontrolné miesta a následné zátky/záplaty môžu ohroziť celistvosť izolácie a vytvoriť ďalšie problémy KPI.



Výhody	Nevýhody
Schopnosť presného merania hrúbky	Prehliadky obmedzené na malé plochy
Sledovateľnosť	Možnosť vniknutia vody
Nevyžaduje prístup k obojstrannému skúšobnému povrchu	Všetky opravy izolácie musia byť vykonané správne
Dobrá presnosť (0,1 mm a menšie) za použitia štandardných prístrojov	Vyžaduje kalibráciu pre každý materiál
	Vyžaduje dobrý kontakt so skúšobným povrchom

## 6. Technika Guided waves – vedených ultrazukových vln



Technika smerovaných vedených ultrazukových vln (GWT) je efektívna metóda skríningu pomocou UT. Základom systému je prstenec sond pravidelne rozmiestnených po obvodu zvaru (tzv. golier, či límeč).

Vzhľadom na nízku frekvenciu sa akustická väzba dosiahne bez prídavného média, iba prítlakom (natlakovaním límca). Elementy límca pozostávajú z niekoľkých UT sond usporiadaných za sebou. Je použitá pri detekcii všeobecnej korózie a rôznej strate hrúbky steny. Je schopná snímať dlhšie úseky potrubia v porovnaní s konvenčnou UT, ale stále vyžaduje vyrezanie časti izolovaného materiálu. Je však schopná zmerať presné percento rozsahu korózie. Je ovplyvnená dĺžkou úsekov a ohybov izolovaných sústav.

Výhody	Nevýhody
Je kontrolovaný celý prierez potrubia daného úseku aj pod izoláciou (voľne rovný úsek potrubia)	Nutnosť odstránenia časti izolácie
Schopné odhaliť skorodované plochy s úbytkom od 10% prierezu steny	Chyby typu pittingov a malých netesností cez stenu neodhalí
Vhodná diagnostická technika, schopná monitorovať stav	Rozsah kontroly do cca 70-100m, závisí od viacerých faktorov
Lacnejšie ako kompletne odstránenie izolácie	Ohyby potrubia znižujú dosah, dosah je rôzne menší a rušivé vplyvy väčšie
	Nutné opravovať odobratú izoláciu

## 7. Pulzné polia vírivých prúdov (PEC)



PEC je elektromagnetická metóda pre stanovenie hrúbky steny elektrických vodivých materiálov. PEC sonda je umiestnená na izolovanom potrubí alebo nádoby. Magnetické pole vytvorené prechodom prúdu vo vysielacej cievke sondy preniká ochranným opláštením i izoláciou a magnetizuje steny potrubia. Elektrický prúd vo vysielacej cievke sondy je následne vypnutý, čo spôsobuje náhly pokles magnetického poľa. V dôsledku elektromagnetickej indukcie, vygenerujú sa vírivé prúdy v stene potrubia. Vírivé prúdy sa rozširujú smerom dovnútra steny, čím poklesne ich sila. Pokles vírivých prúdov je sledované PEC sondou a slúži na určenie hrúbky steny. Čím väčšia je hrúbka, tým dlhšie trvá, kým tok vírivých prúdov klesne na nulu. Aplikované funkčné princípy PEC sa líšia systém od systému. Všeobecne platí, že pre získanie kvantitatívneho údajov hrúbky steny, PEC systémy používajú algoritmy, ktoré sa vzťahujú k difúznemu správaniu tokov prúdu v závislosti na materiálových vlastnostiach a hrúbku stien.

PEC určí len priemernú hrúbku steny v danom meranom mieste, vždy zodpovedajúcom úložnej ploche snímača sondy. V dôsledku toho, PEC je vhodná pre meranie rozsahom väčších plôch s úbytkom hrúbky, ale izolované drobné bodové korózie (pitting) nemôžu byť detekované. Táto technika je len základný skrínigový testovací nástroj.

Výhody	Nevýhody
Meranie v reálnom čase	Screening nástroj
Sledovateľnosť	Platí iba pre uhlíkovej ocele a nízko legovanej ocele
Nevyžaduje kontakt s povrchom skúšaného potrubia	Okrajový efekt v blízkosti rušivých prvkov
Navrhnuté tak, aby meral cez povlaky, obloženie, izolácie, ochranné obaly, atď.	
Dobrá presnosť merania (rozptyl cca 10% zo zostávajúcej hrúbky steny)	
Meranie hrúbky steny	

### Záver

Korózia pod izoláciou je skutočne veľký problém, ktorú technika NDT pomáha odhaliť. Je celá rada kontrolných metód ktoré majú svoje prednosti, ale to neznamená, že niektorá je výrazne lepšia než ostatné. V skutočnosti sa často vzájomne dopĺňajú najmä tam kde len jedna nie je úspešná. Konkrétna kombinácia kontrolných metód závisí do značnej miery na konkrétnych podmienkach kontroly. Každá technika je schopná monitorovať stav potrubia ak sa vykonáva dlhodobo a vtedy je schopná poskytnúť údaje pre predikciu - aktuálneho a budúceho stavu potrubia.