

Rafefnafræðilegar tæringarmælingar í lagnakerfum

Ragnheiður Inga Þórarinsdóttir Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins

verkfræðingur, Ph.D. Deildarstjóri Lagnadeildar,

Inngangur

Á síðasta ári hófst verkefni á Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins sem miðar að því að byggja upp þekkingu og aðstöðu til rafefnafræðilegra tæringarmælinga. Verkefnið er unnið með styrk frá Rannsóknarráði Íslands.

Hefðbundna aðferðin til að mæla tæringarhraða í lagnakerfum er að nota þunnar plötur sem vigtaðar eru fyrir og eftir prófun. Slíkar mælingar gefa niðurstöður um meðaltæringarhraða þegar um jafna tæringu er að ræða, en engar upplýsingar fást um augnabliks tæringarhraða. Því er erfitt að mæla mismun á tæringarhraða við breytilegar umhverfisaðstæður. Með rafefnafræðilegri mælitækni er hægt að mæla augnabliks tæringarhraða og þannig er hægt að fylgjast með hvernig tæringarhraðinn breytist með tímanum. Með þessari tækni er unnt að kanna áhrif mismunandi umhverfispáttá á tæringu og bera saman mismunandi efni. Einnig er unnt að meta hættu á staðbundnum tæringarformum, s.s. pyttatæringu og rifutæringu.

Grein þessi fjallar fyrst um tæringu í hitaveitukerfum, áhrif umhverfispáttá á tæringu og algengustu tegundir tæringar, því næst er fjallað um mæliaðferðir til að meta tæringarhraða með áherslu á rafefnafræðilegar tæringarmælingar. Að lokum er farið yfir takmarkanir þessara mælinga í súlfíðríkum kerfum og samnorrænu verkefni um tæringarmælingar í hitaveitukerfum er lýst.

Tæring í hitaveitukerfum

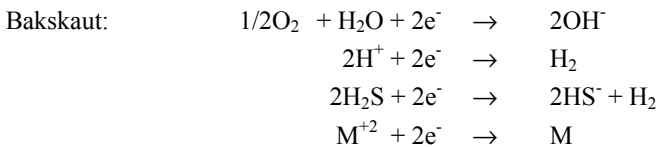
Tæring í hitaveitukerfum getur valdið alvarlegum vandamálum og vitað er að súrefni er aðalorsakavaldur tæringar. Reynt er að tryggja að hitaveituvatnið sé laust við uppleyst súrefni, en súrefni getur þó borist í vatnið, t.d. í miðlunartönkum, í gegnum plaströr með ófullnægjandi súrefniskápu eða vegna millirennslis neysluvatns hjá neytandanum t.d. gegnum leka varmaskipta eða ónýtt blöndunartæki. Á seinni árum hafa rannsóknir einnig beinst að áhrifum annarra umhverfispáttá á tæringu, svo og að þróun mæliaðferða. Rannsóknir hafa einkum beinst að áhrifum örvera, brennisteinssambanda og sýrustigs. Þá hefur þróun mæliaðferða beinst að því að unnt sé að mæla augnabliks tæringarhraða í kerfum, þar sem til staðar er örveruvöxtur og/eða brennisteinssambönd, þannig að unnt sé að fylgjast með breytingum og einnig að meta hættu á staðbundnum tæringarformum. Algengustu tegundir tæringar fyrir mismunandi lagnaefni er gefin til glöggvunar í töflu 1.

Tafla 1. Algengustu tegundir tæringar fyrir mismunandi lagnaefni.

Stál	Jöfn tæring Rifutæring Pyttatæring Tæring af völdum örvera
Kopar	Súlfiðtæring Þreytutæring Ólgutæring
Látún	Spennutæring Ólgutæring Afsinkun
Lóðmálmar	Súlfiðtæring Galvanísk tæring Þreytutæring
Ryðfrítt stál	Pyttatæring Spennutæring

Rafefnafræðilegar tæringarmælingar

Tæring málma er rafefnafræðilegt hvarf, þar sem málmur oxast við forskaut og gefur frá sér rafeindir sem taka þátt í afoxunarhvarfi við bakskauf. Oftast er það súrefni sem afoxast við bakskauf, en önnur efnahvörf geta einnig átt sér stað, s.s. afoxun vetnisjóna, brennisteinsvetnis eða málmjóna.



Mælingar á tæringarhraða með því að vigta plötur fyrir og eftir prófun er áreiðanleg aðferð til að mæla meðaltæringarhraða eftir nokkurra mánaða prófun. Engar upplýsingar fást hins vegar um augnabliks tæringarhraða þannig að ekki er unnt að meta áhrif skyndilegra breytinga í umhverfinu. Með rafefnafræðilegum mæliaðferðum er hægt að mæla augnabliks tæringarhraða og þannig er hægt að meta áhrif mismunandi umhverfisþátta á tæringarhraðann.

Hvert efnahvarf á sér kennilínu í spennu-straum grafi sem er háð umhverfisaðstæðum. Þær segja til um hraða tæringar og hvaða þættir stjórna tæringarferlinu. Þessar kennilínur fást fram með rafefnafræðilegum mæliaðferðum þar sem rafstraumur er mældur við breytilega spennu eða öfugt.

Helstu rafefnafræðilegu aðferðirnar eru LPR (linear polarisation resistance), EIS (electrochemical impedance spectroscopy) og Tafel polarisation. Þær byggjast allar á því að mæla hvernig rafstraumur breytist við breytta spennu. Við síðastnefndu aðferðina

breytist spennan það mikið að sú aðferð er ekki nothæf til að mæla tæringu í raunverulegum kerfum, þar sem sýnið sem mælt er eyðileggst. Tvær fyrirnefndu aðferðirnar er hins vegar hægt að nota í raunverulegum kerfum. Þær byggja báðar á litlum breytingum í spennu, önnur mælir jafnstraum (LPR) og hin riðstraum (EIS).

Önnur aðferð sem einnig hefur verið í þróun er viðnámsmæling (electrical resistance). Sú aðferð hefur verið notuð í olíu- og gasiðnaði með ágætum árangri. Aðferðin byggist á því að mæla viðnám í málmpæði sem er komið fyrir í kerfinu. Eftir því sem málmpæðurinn tærist eykst viðnám hans, þannig að unnt er að meta tæringarhraðann með því að mæla viðnámið. Ókosturinn við viðnámsmælingar hefur verið eins og við vigttapsmælingar að það tekur langan tíma þangað til tæringin er það mikil að mæling er möguleg. Þannig hefur einungis verið unnt að fá mat á meðaltæringarhraða yfir lengra tímabil. Það er því erfitt að meta með nákvæmni áhrif breytinga í umhverfinu á tæringarhraðann.

Tæringarmælingar í súlfíðríku jarðhitavatni

Rannsóknir á nákvæmni og áreiðanleika rafefnafræðilegra tæringarmælinga í súlfíðríkum kerfum hafa sýnt að hefðbundnar rafefnafræðilegar aðferðir eiga það til að ofmeta tæringarhraða málma [1] og [2]. Það vantar því örugga aðferð til mælinga í slíkum kerfum. Jarðhitavatn er oft ríkt af brennisteinsvetni, en einnig er brennisteinsvetni í olíukerfum og þar sem örverur eru til staðar sem umbreyta sulfati í súlfíð.

Síðastliðið vor hófst samnorraent verkefni, með styrk frá Nordisk Industrifond (NI), sem hefur það markmið að þróa örugga aðferð til að fylgjast með tæringarhættu í hitaveitukerfum [3]. Hanna á einingu sem er tengd inn á hitaveitukerfið og gefur möguleika á að framkvæma mælingar á einfaldan hátt. Einingin verður prófuð í nokkrum mismunandi hitaveitum á Norðurlöndunum. Verkefnið er unnið í norrænu samstarfi þar sem skipst verður á upplýsingum varðandi mælitækni sem þróuð hefur verið og nýtingarmöguleika þeirra í hitaveitukerfum. Samvinna aðila sem hafa unnið að mismunandi þáttum sem varða tæringu í hitaveitukerfum mun tryggja bestu nýtingu þeirra rannsóknaniðurstaðna sem þegar liggja fyrir. Reynt verður að þróa rafefnafræðilega mæliaðferð sem gefur áreiðanlegar mæliniðurstöður í hitaveitukerfum. Þá verður einnig lögð áhersla á þróun viðnámsmælinga með betri upplausn en áður hefur þekkt, þannig að unnt verði að mæla augnabliks tæringarhraða með slíkum aðferðum.

Vandamál hafa komið upp hjá nokkrum hitaveitum vegna súlfíðtæringar af völdum örvera sem umbreyta sulfati í súlfíð (sulphate reducing bacteria, SRB). Tæringin líkist tæringu í súlfíðríku jarðhitavatni, en erfitt hefur reynst að fylgjast með þeirri tæringarhættu og meta tæringarhraðann í kerfinu. Þekktar aðferðir til að meta slíka tæringu verða prófaðar og bornar saman við niðurstöður annarra mæliaðferða á tæringarhraða. Enn fremur verða gerðar tilraunir þar sem áhrif mismunandi brennisteinssambanda á tæringu verða könnuð. Rannsóknir hafa sýnt að millisambönd sem myndast við oxun súlfíðs til sulfats, s.s. thiosulfat og sulfít geta orsakað alvarlega staðbundna tæringu, þ.e. rifutæringu og pyttatæringu [4]. Í íslenskum jarðhitakerfum eru góðir möguleikar á að fylgjast með súlfíðtæringu við raunverulegar aðstæður og einblína á efnafræðilega þætti í ferlinu.

Lokaorð

Tæringarvandamál í hitaveitukerfum eiga sér enn stað og stundum er ósamræmi á milli þeirra rekstraradstaðna sem fyrirskrifaðar eru við hönnun og þeirra skaða sem í raun verða

á kerfinu. Það er því þörf á að geta fylgst með kerfinu á einfaldan hátt. Markmið sam-norræns verkefnis til þriggja ára, sem unnið er með styrk frá Nordisk Industrifond (NI), er að hanna einfalda einingu til að tengja inn á hitaveitukerfi til þess að meta tæringarhættu í kerfinu og auka þekkinguna á því tæringarferli sem á sér stað.

Norræn samvinna í verkefninu leggur þar að auki grunn að aukinni þekkingarmiðlun milli tæringarsérfræðinga á mismunandi fagsviðum.

Heimildir

- [1] Hilbert, L. R., Monitoring microbially influenced corrosion. Ph.D. thesis, Department of Manufacturing Engineering, The Technical University of Denmark, 2000.
- [2] Þórarinsdóttir, R.L., Corrosion of copper and copper alloys in geothermal district heating water containing sulphide. Ph.D. thesis, The Icelandic Building Research Institute, 2001.
- [3] <http://prosjektweb.nordicinnovation.net/news/default.asp?proID=96>
- [4] Hemmingsen, T., The effect of sulphite on corrosion. Ph.D. thesis, The University in Bergen, 1992.