



| |
|--------------|
| Rb/SfB |
| (53) (5) |
| Rb (53). 006 |

1 INNGANGUR

Það er vel þekkt að eir og sumir lóðmálmar tærast í súlfíðríku umhverfi og mynda koparsúlfíð-útfellingar, hins vegar hefur skort rannsóknir á tæringarhraða við mismunandi aðstæður. Magn brennisteinsvetnis og uppleysts súrefnis eru taldir mikilvægustu þættirnir í því sambandi, en aðrir þættir s.s. sírustig og kísilmagn eru einnig taldir geta haft áhrif á tæringuna.

Ýmsar gerðir lóðmálma eru notaðar til samsetningar eirröra. Algengir lóðmálmar eru eirfosfór, eir-silfur-fosfór, tin, silfur og látún. Krafa er gerð til styrks og tæringarþols við þau skilyrði sem verða við notkun þeirra.

2 PRÓFANIR

Rannsókuð voru sýni úr prófunargrindum frá fjórum mismunandi stöðum í dreifikerfi Orkuveitu Reykjavíkur eftir 12 og 24 mánaða prófun. Grindurnar voru byggðar úr eirrörum, samsett með átta mismunandi lóðmálum. Notaðir voru tveir tin-lóðmálmar, annar með 3% silfur (S-SnAg3) og hinn með 3% eir (S-SnCu3), tveir silfur-lóðmálmar, báðir með 40% silfur, annar með kadmíum (L-Ag40Cd) og hinn með tinni (L-Ag40Sn) og fjórir eirfosfór-lóðmálmar með 0%, 2%, 5% og 15% silfur (L-CuP6, L-Ag2P, L-Ag5P og L-Ag15P). Einnig voru sett upp eirrör lóðuð með L-CuP7 á öllum prófunarstöðum.

3 EFNAINNIHALD VATNS Á PRÓFUNARSTÖÐUM

Sjá Rb-blað "Tæring eirmelma í súlfíðríku hitaveituvatni", Rb (53).005.

4 NIÐURSTÖÐUR

4.1 Eirrör

Tæring eirröranna var jöfn og engin merki ólgutæringar við straumhraðann 1,6 m/s. Samfelld húð af koparsúlfíð-útfellingum (Cu₂S) hefur myndast innan á rörunum á öllum fjórum stöðunum.

Koparsúlfíð-útfellingarnar í upphitaða vatninu (stöð 4) eru mun gljúpari en í jarðhitavatninu og þykkt þeirra mælist 0,2-0,3 mm eftir 24 mánaða prófun. Þykkt þéttari útfellinga í jarðhitavatninu mælist 0,03-0,06 mm í stöðvum 1 og 2 og 0,1-0,4 mm í stöð 3, sem er eini staðurinn þar sem uppleyst súrefni er mælanlegt (meðalgildi 0,05 ppm).

4.2 Tin-lóðmálmar

Tin-lóðmálmar sem prófaðir voru sýna lítil sem engin merki tæringar í upphitaða ferskvatninu (<0,01 mm/ár). Í jarðhitavatninu er tæring Sn97Ag3 einnig lítil (<0,12 mm/ár), en tæring Sn97Cu3 mælist allt að 0,4 mm/ár. Bræðslumark tin-lóðmálma er lágt og auðvelt er að vinna með þá. Það skal þó tekið fram að styrkur þeirra minnkar við háan hita og því er stundum mælt gegn notkun þeirra í heitavatnslagnir (85-90°C).

4.3 Silfur-lóðmálmar

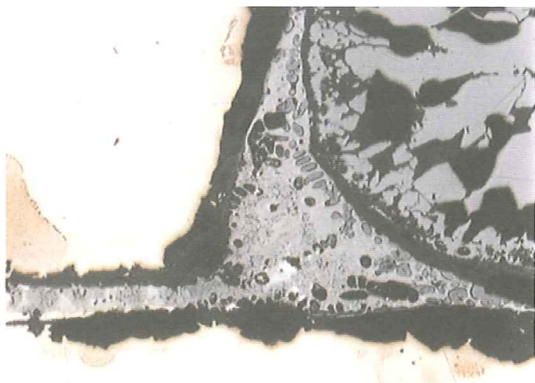
Silfur-lóðmálmanir eru báðir tveggja fasa; eirrík korn í silfurríkum jafnstorkufasa. Eirinnihaldið er mun meira í L-Ag40Sn (40% Cu) en í L-Ag40Cd (20% Cu), sem lýsir sér í stærri eirríkum kornum. Valtæring á sér stað í eirríka lóðmálminum í skilfleti að eirröri á öllum prófunarstöðum. Tæringin var nokkuð mismunandi milli sýna, en mældist allt að 1 mm á einu ári.

Lóðmálmurinn sem inniheldur kadmíum (20% Cd) sýnir hins vegar hvergi merki tæringar. Það er rétt að benda á að þegar lóðað er með kadmíum-ríkum lóðmálum myndast kadmíumoxíð, sem er skaðlegt við innöndun. Í nágrannalöndum okkar hefur notkun lóðmálma með kadmíum-innihald >0,1% verið bönnuð, nema með sérstakri undanþágu frá vinnueftirliti.

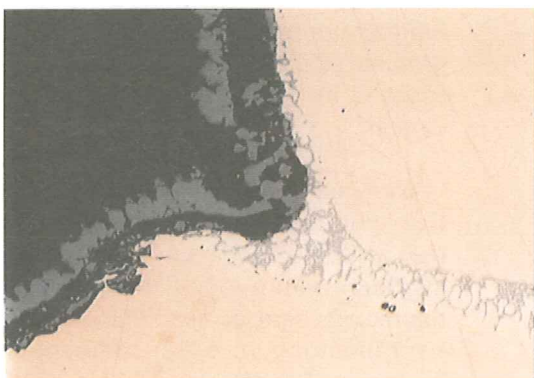
4.4 Eir-fosfór-lóðmálmar

Rannsakaðar voru fjórar tegundir eir-fosfór-lóðmálma. Ekki reyndist merkjanlegur munur á tæringu lóðmálma innbyrðis. Hins vegar var þó nokkur munur á milli prófunarstaða. Í stöð 3 þar sem súrefni mælist og í stöð 4 þar sem um er að ræða upphitað ferskvatn með súlfíðíblöndun á sér stað valtæring eirs út úr lóðmálmi og tæring eirrörs í skilfleti (mynd 1). Tæring í skilfleti mældist allt að 0,4 mm/ár í stöð 3 og allt að 2 mm/ár í stöð 4 og mikið magn koparsúlfíð-útfellinga er framan við lóðmálminn. Í súrefnislausu jarðhitavatni, stöðvum 1 og 2, tærðust lóðmálmanir lítið og tæring í skilfleti að eirröri greindist ekki (mynd 2).

L-CuP7-lóðningar tærðust lítið á öllum prófunarstöðum. Valtæring í upphitaða ferskvatninu (stöð 4) greindist ekki og tæring í skilfleti í stöð 3 mældist 0,15 mm eftir prófun í 2 ár.

**Mynd 1**

Eir-silfur-fosfór lóðmálmur (L-Ag2P) eftir 12 mánuði í upphituðu ferskvatni (stöð 4). Valtæring eirs út úr lóðmálmi og tæring eirrörs í skilfleti. Mikið magn koparsúlfíð-útfellinga framan við lóðmálminn. Stækkun x 110.

**Mynd 2**

Eir-silfur-fosfór lóðmálmur (L-Ag2P) eftir 12 mánuði í jarðhitavatni (stöð 2). Tæring er lítil í yfirborði, virðist jöfn en við meiri stækkun má greina valtæringu eirríkra fasa. Stækkun x 110.

5 NIÐURLAG

Af niðurstöðunum má draga eftirfarandi ályktanir:

- Eirrörin tærast jafni tæringu. Tæringarhraði eykst til muna ef súrefni er í vatninu.
- Útfellingar eru aðallega Cu_2S , þær eru gljúpari í ferskvatninu og þykktin er meiri þar, um 0,2-0,3 mm, en aðeins 0,03-0,06 mm í súrefnislausu (<0,003 ppm) jarðhitavatninu og um 0,1-0,4 mm í jarðhitavatni þar sem súrefni er mælanlegt (0,05 ppm).
- Tin-lóðmálmar sem innihalda silfur (3% Ag) tærast lítið (<0,12 mm/ár) í brennisteinsríku umhverfi. Tæring er meiri (<0,4 mm/ár) í lóðmálmi sem inniheldur 3% eir.

- Eirríkari silfur-lóðmálmurinn tærast valtæringu, allt að 1 mm á ári, en kadmíumríki lóðmálmurinn er tæringarþolinn á öllum prófunarstöðunum. Munurinn milli þessara tveggja silfur-lóðmálma skýrist af mismuninum í eirnihaldi, auk þess sem kadmíum er talið auka tæringarþolið.

- Í upphituðu vatni tærast eir-fosfór-lóðmálmarnir valtæringu allt að 2 mm inn með skilfletinum að eirröri á einu ári. Tæring eir-fosfór-lóðmálma sem eingöngu tengjast eir er lítil í súrefnislausu jarðhitavatni. Hins vegar mælist valtæring inn með skilfleti þar sem lóðmálmurinn tengist látúni á sömu stöðum.

Eins og sjá má af framangreindu mældist nokkur munur á tæringarhraða hinna átta lóðmálma sem prófaðir voru. Eirríkari lóðmálmur (>40% Cu) var hættara við tæringu. Nokkur munur var á milli staða og gat tæring í sama lóðmálmi verið allt frá því að vera lítil í yfirborði til að vera 2 mm/ári. Þetta skýrir reynslu af mjög mismunandi endingu lóðaðra samskeyta í hitaveitukerfum.

Tæring mældist lítil (<0,15 mm eftir 2 ár) í lóðningum með L-CuP7, einnig í upphitaða ferskvatninu. Þar greindist ekki valtæring í skilfleti að eirröri líkt og í öðrum eir-fosfór-samskeytum sem prófuð voru.

Lóðning með L-CuP7 lóðmálmi var gerð með tvöföldum gasspíss og því í mikilli og jafnari hitun en aðrar lóðningar í prófununum. Einnig voru notuð rör frá öðrum framleiðanda en í öðrum tilvikum. Þetta kann að skýra þann mikla mun sem er á lóðmálmunum L-CuP7 og L-CuP6.

Notkun eirröra í súlfíðríku vatni er varhuga-verð, en séu þau notuð, ber almennt að varast eirríka lóðmálma, s.s. eir-fosfór-lóðmálma og eirríka silfur-lóðmálma.

Blað þetta er samið af Ragnheiði I. Þórarinsdóttur og Einari Þorsteinssyni hjá Rannsóknastofnun byggingariðnaðarinnar.

Myndir: Ragnheiður I. Þórarinsdóttir

Umbrot: Hólfríður Jóhannesdóttir

Prentun: Steindórsprent Gutenberg ehf.

EFTIRPRENTUN ÓHEIMIL