

**Sprungur og tæringarpyttir á
afloftunartækjum í orkuveri Hitaveitu
Suðurnesja**

Sverrir Þórhallsson

Greinargerð SP-80/03

Inngangur

Sprungur og tæringarpyttir hafa myndast á afloftunartækjum í orkuveri Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi. Skoðun hefur leitt í ljós að sprungurnar sem myndast í ryðfríu stáli eru sprungutæring (stress corrosion cracking) sem stafa af vatnsleka vegna smíðagalla. Ferskvatn frá lekastöðunum hefur komist undir einangrunina og skapast þar aðstæður sem valda tæringunni.

Skemmdir hafa komið fram á tveimur afloftunartækjum og talið er að svipað sé komið fyrir hinum tveimur. Af þessu hefur hlotist umtalsvert tjón, sem þó er talið að unnt sé að gera við.

Til þess að hindra að slíkar skemmdir verði framvegis, er lagt til að ryðfrí tæki verði máluð að utan áður en þau eru einangruð, vel gengið frá kápu á einangrun, og eftirlit með smíði og uppsetningu aukið.

Tæringarvaldur

Ryðfrítt stál er almennt viðkvæmt fyrir tæringu í söltu heitu vatni. Myndast þá sprungur í stálinu, en til þess að tæring verði, þarf hitastig að vera hærra en 60°C, selta (klóríð) meiri en 70 mg/kg, súrefni til staðar, og tog-spenna í stálinu. Nákvæm mörk fyrir ofangreind tæringarskilyrði eru ekki þekkt, enda samspil ofangreindra þátta sem valda tæringunni.

Við val á ryðfríu efni í afloftunartækin í upphafi var vitað að skilyrði innan í tækjunum væru nærri hettumörkum. Ekki var þá gert ráð fyrir að tæring utanfrá yrði vandamál, eins og nú hefur komið á daginn, enda miðað við gallalaus smíði.

Tæringunni veldur klóríðríkt vatn sem safnast hefur í einangrunina við uppgufun á ferskvatni. Vikið verður að ferskvatnslekunum síðar, en efnasamsetning ferskvatnsins er eftirfarandi:

Tafla 1. Efnagreining á forhituðu vatni (T. Hauksson 1980)

pH/°C		6,32/27
Ωm/°C		41,7/24
SiO ₂ mg/kg		12,7
Na	-	30,4
K	-	1,19
Ca	-	6,80
Mg	-	5,73
SO ₄	-	10,8
Cl	-	61,8
F	-	0,09
CO ₂	-	19,0
H ₂ S	-	< 0,1
Uppl.e.-		154

Ryðfrítt efni

Í aflofturunum er "austenitískt" ryðfrítt stál af þeirri tegund sem oftast er nefnt 18/8/2 eða s.s. 316. Þar eð eilítill munur er á efni í afloftunartækjunum er nákvæm lýsing gefin í eftirfarandi töflu (Verkfræðistofa Guðmundar og Kristjáns).

Tafla 2. Ryðfrítt stál í afloftunartækjum H.S.

BOTNAR

RÁS 1 og 2

RÁS 2 og 3

Din	17440	17440
Werkstoff Nr.	1.4401	1.4436
Teg.	x 5 Cr Ni Mo 18-10	x 5 Cr Ni Mo 18-12
Efnasams:		
C max	0.07	0.07
Cr	16.5 - 18.5	16.5 - 18.5
Ni	10.5 - 13.5	11.5 - 14.0
Mo	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0

<u>PLÖTUR</u>	<u>RÁS 1 og 2</u>	<u>RÁS 2 og 3</u>
Din	17440	17440
Werkstoff Nr.	1.4436	1.4471
Teg.	x 5 Cr Ni Mo 18-12	x 10 Cr Ni Mo Ti 18-10
Efnasams:		
C max	0.07	0.1
Cr	16.5 - 18.5	16.5 - 18.5
Ni	11.5 - 14.0	10.5 - 13.5
Mo	2.5 - 3.0	2.5 - 2.5
Ti	0	í hlutf. við C

Rör

Inntaksrör eru úr ryðfríu stáli x 5 Cr Ni Mo 18-10 eða x 2 Cr Ni Mo 18-10, en voru á fyrstu rásunum úr epoxy-trefjaplaströrum. Vegna leka á hnjám var skipt um og sett ryðfrí rör í staðinn.

Tæringarpyttir og sprungur komu fram á framangreindum ryðfríum efnum, nema á belg rásar 3 sem er úr 1.4471. Vegna þess hvað þessi efni eru "skyld" er talið að ytri aðstæður komi þar til, frekar en að tæringarþol efnisins sé meira.

Skoðun

Afloftarar í orkuveri 1 voru skoðaðir af Sverri Þórhallssyni verkfr. og Ólafi Sigurjónssyni hjá Orkustofnun og Claus Ballzus verkfr. hjá Verkfræðistofu Guðmundar og Kristjáns. Fyrir skoðunina hafði álkápa ofaná tækjunum og efsta plata af belg verið fjarlægð af rásunum 1 og 3 (mynd 1 og mynd 2). Var skoðunin gerð til að kanna orsök tæringarinnar og útbreiðslu.

Rás 1

Greinilegt var að leki hefur verið á suðu við inntaksfláns afloftarans (mynd 3). Fláns þessi var að auki ekki úr ryðfríu stáli eins og teikningar segja til um, heldur úr stáli. Vatn hefur lekið niður

inntaksrörið, út á kúpaðan topp afloftarans, undir einangrunina og niður á belg. Hróður af steinefnum, tæringu og steinull er að sjá þar sem vatnið hefur gufað upp. Þegar hrúðrið hefur verið fjarlægð komu tæringarskemmdirnar í ljós.

Ofaná afloftaranum eru tæringarpyttir og einnig nokkrar taumlaga sprungur (mynd 4). Um 1/3 af yfirborði afloftarans hefur blotnað og tærst með framangreindum hætti. Á mynd 5 er sýnt hvernig sprungur á belg afloftarans koma í ljós við notkun sprunguleitarvökva.

Að innanverðu var ekki að sjá tæringarskemmdir. Hugsanlega geta sprungur leynst undir hnúðri á inntaksrörinu rétt ofan við úðarana. Þar hefur greinilega átt sér stað uppgufun á vatni á 105°C heitu rörinu (mynd 6).

Rás 2

Einangrun var enn á aflotaranum, og því var ekki hægt að skoða hann að utan. Þó mátti sjá að gat hefur verið á ryðfríu inntaksröri og vatn komist í einangrunina (mynd 7). Að innan var engar tæringarskemmdir að sjá.

Rás 3

Leki var á suðu og einnig á flánasamskeytum við inntak í afloftarann. Áður hafði verið skipt um inntaksstútinn og soðið í sprungur sem höfðu myndast umhverfis hann (mynd 8). Samkvæmt upplýsingum frá Alberti Albertssyni verkfr. Hitaveitu Suðurnesja hefur af einhverjum ástæðum verið notað 18/8 ryðfrítt stál í stað 18/18/2 í stútana. Efni þetta hefur einnig verið notað að hluta til við rás 3, sem sést m.a. á að 18/8 rörin eru spíralsoðin og þynnri en rörin sem keypt voru til verksins. Rörin úr 18/8 stálinu voru áberandi verst farin af sprungu-tæringu.

Sprungurnar ofaná afloftaranum eru hringlaga sammiðja stútunum. Skoðun að innanverðu sýndi að sprungurnar ná ekki allar í gegn, og er þar enn ein vísbending um að upptök sprunganna séu að utanverðu.

Rás 4

Leki hefur verið á suðusamskeytum á ryðfríu inntaksröri. Ennfremur er inntaksrörið úr röngu efni, eins og áður er getið (mynd 9). Frekari skoðun þarf að fara fram á afloftaranum þegar álkápan og einangrunin hefur verið fjarlægð, en áberandi er að vatnstaumar koma undan samskeytum á álkápinni.

Viðgerð

1. Nauðsynlegt er að fjarlægja álkápuna og einangrunina af afloftururunum, þannig að fullnaðarskóðun geti farið fram.
2. Plast fyllingarefni í afloftururunum þarf að fjarlægja, ef viðgerðar er þörf, því það er eldfimt. Þegar gert var við stút á rás 3 kviknaði í hluta af fyllingunni.
3. Afmarka ber með merkipenna svæði þar sem vatn hefur lekið og gufað upp. Síðan þarf að hreinsa allt hrúður með háþrýstipvotti eða með ryðfríum vírburstum.
4. Sprunguleita með sprunguleitavökva. Draga ferhyrning um svæði þar sem sprungur koma fram, en þó ekki nær sprungu en 15 cm.
5. Afmarkaða svæðið er hitað með gaslampa og síðan er athugað með sprunguleitarvökva hvort sprungurnar hafa stækkað við hitaþensluna.
6. Sprungna stykkið sem afmarkað hefur verið með þessum hætti er síðan skorið úr, og ný plata soðin í.

Einnig kemur til greina að sjóða í sprungur, en sú aðferð er talin lakari, því hætt er við að sprungurnar stækki á ný.
7. Afloftararnir verði síðan málaðir, áður en þeir verða einangraðir og klæddir á ný.

Úrbætur

Lagt er til að ryðfrí tæki verði framvegis máluð að utanverðu. Orkustofnun vinnur nú að könnun á hentugu málningarkerfi.

Allan frágang á einangrunarkápu þarf að vanda og sjá til að raki komist ekki í einangrunina. Þetta á sérstaklega við um t.d. ryðfrían hluta í súlunum sem reistar verða utandyra við orkuver 2.

Þegar ryðfrí tæki eru stöðvuð þarf að sjá til þess að vatnspottar sitji ekki eftir innan í tækjunum. Einnig þarf að sjá til að uppgufun eigi sér ekki stað innan í tækjunum eins og t.d. var á úðara-stútum.

Við smíði í orkuveri 2 þarf að auka eftirlit, þannig að tryggt sé að suður séu þéttar og að smíðaefni sé samkvæmt efnislista.

Við rekstur á vatnsbólum þarf að stefna að dælingu ferskvatns með sem lægstu klóríð innihaldi.

Sverrir Þórhallsson

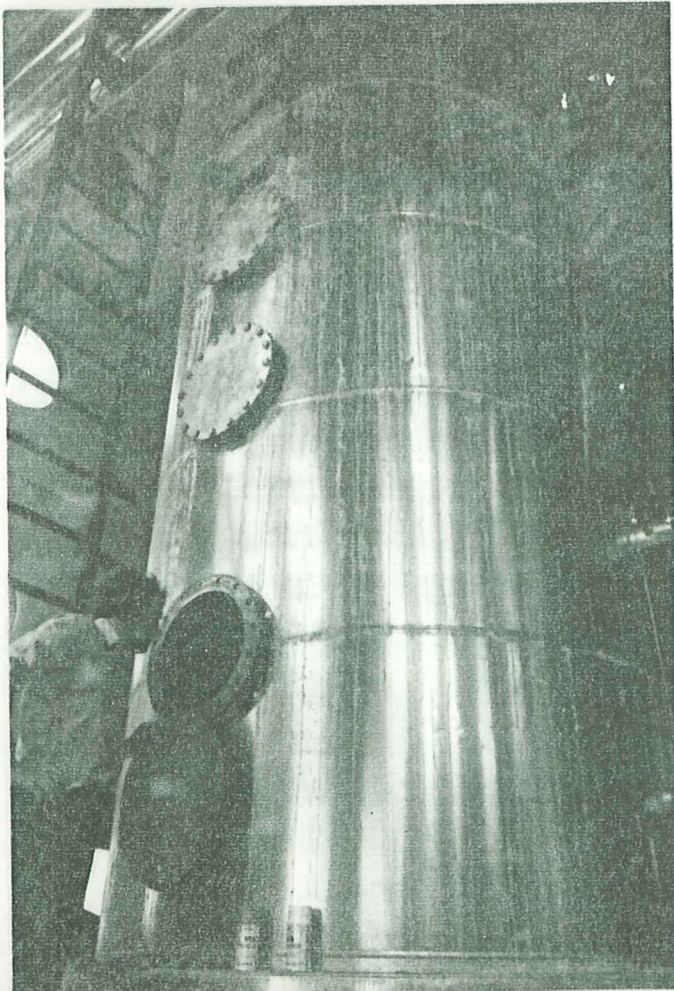
Heimildir:

1. William G. Ashbaugh
External Stress Corrosion Cracking of Stainless Steel. Mater.
Prot. May 1965.
2. Dale R. Mc Intire
How to Prevent Stress-Corrosion Cracking in Stainless Steels.
Chem. Eng. Apr 7 and May 5, 1980.
3. Corrosion Tables for Stainless Steels and Titanium, Avesta Jernverks
A.B. 1971.
4. Trausti Hauksson
Svartsengi: Efnasamsetning djúpvökva og hitaveituvatns (í prentun)
Orkustofnun JHD júlí 1980.

Ljósmyndir



Mynd 1. Afloftari við rás 1.
Einangrun fjarlægð efst og
sést hrúður eftir vatnsleka.



Mynd 2. Afloftari við rás 3.
Sjá vatnstauma.



Mynd 3. Rás 1. Leki er á inntaksstút til hægri, undir fláns sem er úr stáli.



Mynd 4. Rás 1. Séð ofaná afloftarann og hvernig hrúðurmyndun er út frá lekastaðnum. Bent er á svæði sem er pyttatært.



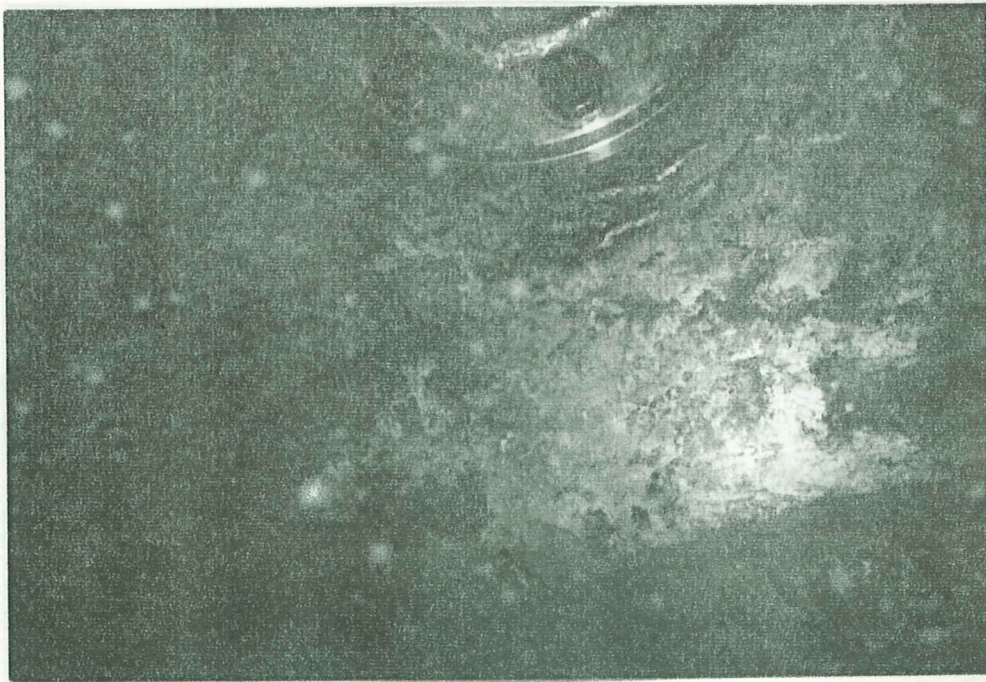
Mynd 5. Belgur á afloftara við rás 1. Bent er á sprungur sem skýrast við notkun sprunguleitarvökva.



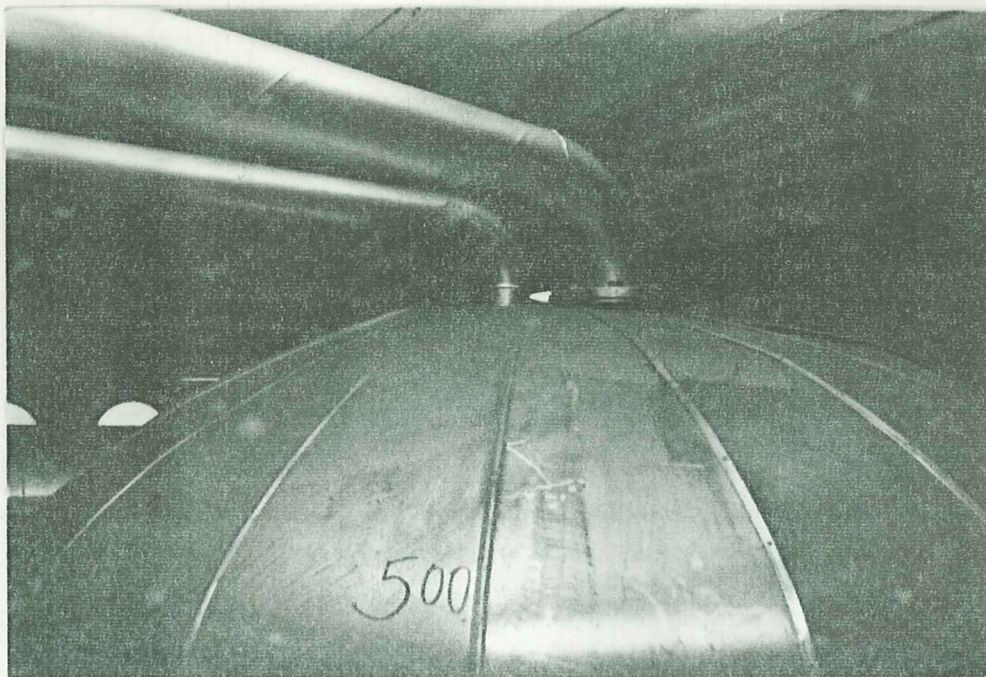
Mynd 6. Úðarar, rás 1. Hróður er á inntaksröri eftir uppgufað vatn.



Mynd 7. Inntak á afloftara við rás 2. Leki út frá suðugalla.



Mynd 8. Soðið í sprungur ofaná afloftara við rás 3. Neðan við suðuna eru sprungur.



Mynd 9. Afloftari við rás 4. Spíralsoðna rörið nær á myndinni er ekki samkvæmt efnislista. Suðugalli er á rörinu fjær.



Mynd 10. Suðugalli (nálargat) á 100 mm inntaksröri við afloftara í rás 1.