

ORKUSTOFNUN
JARÐHITAEILD

K Í S I L T Æ K N I

eftir

Jón Steinar Guðmundsson.

September 1972

ORKUSTOFNUN
JARDHITAEILD

K Í S I L T A K N I

eftir

Jón Steinar Guðmundsson.

September 1972

EFNISYFIRLIT

	Bla.
0. Formáli	1
1. Staða skeljunar almennt	1
2. Skeljunarlíkan	2
3. Tafpró	3
4. Margþrepa flössun	4
5. Bein hitafarsla	4
6. Iðbanki	5
7. Niðurstæður	6
Fylgiskjöl/Heimildir	7
Myndir	9

0. FORMÁLI

Ein af niðurstöðum skýrslu minnar frá ágúst í sumar var sú, að tímaritsgreinar o.p.h. væru hættar að útvíkka þekkingu okkar við lausn vandamála kísilútfellingar. Þurfti því að leita á nýjar slóðir. Jafnhliða áframhaldandi leit að rituðu máli var nauðsynlegt að koma á sambandi við menn og stofnanir, sem fjalla um skyld mállefni.

Könnun á því, til hvaða aðila í Bretlandi Orkustofnun gæti leitað með skeljunarvandamál, var framkvæmd í september. Öll nöfn og staðir, sem komu fram í þessari könnun, eru í fylgiskjölum A-R og 1-8. En ekki þótti nóg að greina frá mönnum og stöðum. Þessi skýrsla fjallar því um hugmyndir, sem hafa þróast í viðræðum og við lestur bóka og greina. Eins og í ágústskýrslunni er hér leitast við að varpa fram öllum hugsanlegum hugmyndum, sem síðan þarf að vinna úr, en ekki að koma fram með pottþéttar staðreyndir.

1. STADA SKELJUNAR ALMENNT

Skeljun af þeirri stærðargráðu, sem um ræðir við nýtingu háhitavatns, er óþekkt annars staðar. Næst svipuðum vandamálum kemst maður í afsöltun (desalination). Auk svipaðra tæknivandamála, þarf verð hveðr framleiðslueiningar í báðum tilvikum að vera afar lágt. Í afsöltun eru það CaCO_3 , CaSO_4 og Mg(OH)_2 , sem aðallega skelja. Besta ráðið fram til þessa gegn slíkri skeljun er að starfrækja tæki við þannig hitastig, að yfirmettun verði ekki. Reyndar eru til ýmsar aðferðir gegn skeljun, t.d. efnafræðilegar, en þær eru óþruggar og þeim lítið beitt.

Rannsóknir á skeljun hafa verið umfangsmiklar undanfarin ár, en gagnlegar niðurstöður ekki í samræmi við það. Komist hafa fram raddir (sjá tilv. í Bott og Walker í fskj. I), að það sé aðeins á ferri stórrar stofnunar (Harwell? ma. vegna ummæla Dr. Hewitt í fskj. 6) að fá eitthvert vit úr öllum þeim gögnum, sem safnað hefur verið, og framkvæma

tilraunir. Þetta mundi þá aðallega eiga við skeljun í afsöltun og ýmsum iðnaðareimum og tækjum. Þó er grundvöllur fyrir náinni samvinnu milli Orkusstofnunar og brezkra aðila eins og A.E.R.E. og þeirra háskóla, sem getið er í fskj. E á bls. 97-100.

En augljóst er, að frumkvæði um rannsóknir á kísil-útfellingum hlýtur að liggja hjá þeim þjóðum, sem hafa jarðhita. Góð tengsl við Nýja Sjáland, Bandaríkin og Japan eru því nauðsynleg. Í fskj. 4 kemur fram áhugi Sameinuðu þjóðanna um að styrkja rannsóknir á skeljun. Skyldu Íslendingar geta fengið slíkan styrk?

2. SKELJUNARLÍKAN

Í ágútskýrslunni kemur fram, að útfellingar í rörum Hitaveitu Reykjehlíðar voru stakar nálár, sem vissu móti straumnum. Einnig að bilið milli nálanna var svipað og nálarnar sjálfar og að við hné og annars staðar þar sem ólga (turbulence) var mikil, var útfelling miklu meiri. Hvergi hefur komið fram, af hverju þetta er svona, en nú skal leitast við að svara því.

Sé vandamálið skoðað út frá því sjónarmiði, að skeljun sé massafærsla (mass transfer) gegnum Úrþunna kyrrstöða filmu af vatni, skýrist málið. Mynd 2.1 sýnir eina nál og hina breytilegu þykkt filmunnar, eins og við má búast við þar flæðiaðstöður sem ríkjja. Á broddi nálarrinnar er filman þynnst og um leið skeljunin mest.

Við hindranir, eins og nálarnar, myndast bakíða (eddy), sem hefur áhrifasvið álíka stórt og þvermál hindrunarinnar. Þetta getur kannski útskýrt, af hverju bilið milli nálanna er svipað og nálarnar sjálfar. En af hverju byrja nálár að vaxa frá hreinum fletti? Á mælikvarða sameindanna er yfirborð hreins flatar ójafnt og því misþykk filma, sem strax leiðir til mismunandi líkinda til skeljunar.

Mikil ólga leiðir til þess að filman er miklu þynnari þar en annars staðar. Þess vegna er massafærsla og skeljun miklu meiri við hné og ventla.

Stundum eru útfellingar mjúk jöfn húð, sem auðveldlega

hreinast af. Líklegt er að skeljunin sé svona þar sem hitafærsla (heat transfer) skiptir meira máli en massafærsla. Um leið og skeljun verður einhvers staðar, minnkar hitafærsla þar vegna einangrunaráhrifa og skeljun verður annars staðar þar sem hitafærslan er meiri. Þannig myndast jöfn húð.

Skeljun í einangruðum rörum stjórnað því aðallega af massafærslu, en í hitaskiptum og annars staðar þar sem kæling er mikil, hefur hitafærslan mest áhrif. Eins er líklegt, að yfirmettun og magn kollaðs (colloidal) kísils hafi einhver áhrif.

3. TAFPRÓ

Notkun tafpróa býður upp á einfalt kerfi með lágmarks rekstrarkostnaði, sem er nauðsynlegt fyrir verðlitla framleiðslueiningu eins og heitt vatn.

Tafpró má skoða sem hvarfa (reactor), þar sem einliða kísilsýra fjölliðast. Þekkur um hvarfahönnun (reactor design) geta því veitt upplýsingar um hverskonar fyrirkomulag er best.

Í hvörfun er algengt að hringrása (recycle) hluta af framleiðslunni ásamt óhvörfuðum efnum. Í tafpró metti hugsanlega nota svipaða hugmynd, sem byggðist á því, að fjölliðun sé auðveldari þegar kjarni hefur myndast. Hluta af þeim kísil, sem hefur fjölliðast í tafprónni, myndi þá vera hringrásað (sjá mynd 3.1.).

Auk hringrásar kemur til grána að bæta einhverju ódýru efni í vatnið, sem eykur fjölliðun eða dregur úr skeljun á annan hátt. Metti t.d. prófa "ligning", sterkju (starch), leir o.fl.o.fl.

4. MARGPREPA FLÖSSUN

Framleiðsla á ódýru drykkjarvatni úr sjó hefur hin seinni ár verið gerð möguleg með tilkomu margprepa flössunar (multi stage flash, MSF). Aðalkostur MSF er, að fletir fyrir hitaferlu (heat transfer) eru ekki í beinni snertingu við vökvann, sem skeljar eða tærir.

Svona kerfi metti nota sem hitaskipta, þar sem jarðsjór þarf að hita upp ferskt vatn, eins og við Svartsengi (sjá mynd 4.1.). Annar kostur margprepa flössunar við slíkar aðstæður er, að nota má þéttivatnið í hitaveitukerfið. Á stöðum þar sem erfitt er að fá ferskt vatn, er þetta augljós kostur.

Alls ekki er víst, að veruleg skeljun verði í rennunni, þar sem jarðsjórinn fer frá fyrsta flassklefanum til hins síðasta. Þrýstifall á milli klefanna er lítið og yfirmettun í samræmi við það. Jarðsjónum er því flassað hægt og rólega, sem getur veitt skilyrði til fjúlliðunar og annarra verkana, sem draga úr skeljun. Ekki ósvipaðar aðstæður myndu vera í svona kerfi og í tilraunaeimi sjóefnavinnslu, þar sem skeljun var ekki til trafala og kísillinn virtist verja málminn gegn tæringu.

Hætta á skeljun vegna dropa af jarðsjó sem berast með gufu (entrainment) er mikil. En ekki er ólíklegt að leysa megj það vandamál með sérstakri könnun á "mist separators".

5. BEIN HITAFERLA

Vegna kólnunar vatns í hitaveitukerfum lækka mettnar- mörk kísils stöðugt og skeljun er óumflýjanleg. Því væri óskilegt að láta vatnið kólna og fjúlliðast, hita það síðan upp og hleypa á hitaveitukerfið.

Bein hitaferla (direct contact heat transfer) gæti komið þessu í kring. Nota metti kolvetni (hydrocarbon) eða málmblöndu með lágt bræðslumark, sem eflaust er betra. Til eru blýblöndur með bræðslumark nálægt 60°C. Mál-

blöndunni yrði dælt í vatnið með gagnstöðu streymi (counter current), vatnið kólnaði að 60°C , en blandan hitnaði að mesta hitastigi vatnsins. Síðan fengi kalda vatnið að fjölliðast í tafpró og væri loka hitað aftur upp með heitu málmblöndunni, sem færi síðan í að kæla meira vatn o.s. frv. (sjá mynd 5.1). Hitafærslustuðlar eru hvergi eins háir og í svona kerfum, og þarf útbúnaður því ekki að vera svo stór. Annar kostur málmblöndukerfisins er, hve aðskilnaður á vatn/málmur er auðveldari en vatn/olía.

Þæði kolvetni og málmblöndukerfin menga vatnið, en við viss skilyrði setti það ekki að koma að sök. Kolvetniskerfið hefur verið notað í afsöltun, en málmblöndukerfið er enn á tilraunastigi.

6. IÐBANKI

Það er nokkuð langsótt að fjalla um iðbanka (fluidized bed), en þar sem svo margt er óvíst í skeljun, þykir það rétt hér.

Iðbankar eru hólkar hálffullir af kornum. Vökva eða gasi er dælt með það miklum krafti neðanfrá, að kornin takast á loft og íða (sjá mynd 6.1). Kornin hafa mikið yfirborð og ólgu, sem eru góð skilyrði fyrir hita- og massafærslu, og um leið skeljun. Því er hugsanlegt, að þannig skilyrði fyrirfinnist sem leiði til snöggrar skeljunar í iðbanka. Meðhöndlun svo sem kæling, rétt kornastærð eða bætiefni til kjarnamyndunar geta gert hagkvæma lausn mögulega.

7. NIÐURSTÖÐUR

Þær niðurstöður, sem hér verður greint frá, eiga ekki aðeins við þessa skýrslu, heldur einnig fylgiskjöl A-R og 1-8, ásamt tilheyrandi lestri og vangaveltum.

- 1.5 Vandamál svipuð kísilútfellingum fyrirfinnast í afsöltun (desalination).
2. Grundvöllur er fyrir nána samvinnu við A.E.R.E. og ýmsa brezka háskóla.
3. Gefa þarf efnafræði kísils meiri gaum.
4. Tafþró og margþrepa flössun geta leyst ákveðin verkefni á næstu árum, en bein hitaskipti og iðbanki þurfa nánari athugana við.
5. Sameinuðu þjóðirnar hafa áhuga á skeljun, vegna tengsla þeirra við jarðhita, og því ekki ólíklegt, að Íslendingar geti fengið styrk til rannsókna á kísilútfellingum.

FYLGISKJÖL/HEIMILDIR Í VÍÐAUKA 1.

1. Prófessor Graham B. Wallis,
Dartmouth, U.S.A.
2. Kennarar í efnaverkfræði við Heriot-Watt University.
3. Dr. W.T. Handbury, University of Glasgow.
4. Mr.A.N. Dickson, Heriot-Watt University.
5. Weir Westgarth Ltd., Troon.
6. A.E.R.E. Harwell.
7. Ýmislegt.
8. Chemical Abstracts.

HEIMILDIR

- A. C. Rhodes, skýrsla til S.D.
- B. Office of Saline Water, Ranking Research Problems in Geothermal Development.
- C. Geothermal Energy.
- D. H.C.H. Armstead og C. Rhodes, Desalination by geothermal means.
- E. Desalination and its Role in Water Supply, British Information Services.
- F. Weir Westgarth, Desalination.
- G. Weir Westgarth, The Cost of Fresh Water Factories.
- H. Office of Saline Water, Research and Development Progress Reports.
- I. HTFS digest, janúar 1972.
- J. HTFS, Harwell Industrial Research.
- K. HTFS Index.
- L. HTFS, Harwell Industrial Research.
- M. Ensecote, bæklingur.
- N. Ensecote, bæklingur.
- O. Ensecote, bæklingur.
- P. Ensecote, bæklingur.
- Q. J. Taborek, Status and Recent Developments in Fouling Research.
- R. Scale Formation and Prevention, kafli úr Principles of Desalination.

1. Professor Graham B. Wallis, Thayer School of Engineering, Dartmouth College, Hanover, N.H. 03755, U.S.A.

Wallis er af flestum talinn "the authority on two phase flow". Hann hefur skrifað einu bókina, sem fjallar einvörðungu um tveggja fasa flæði (t.f.f.):

One-dimensional Two-phase Flow
McGraw Hill, 1969.

Ég mæli með að OS eignist bókina.

Wallis var á leið til Ástralíu til að kenna t.f.f. Einnig sclaði hann til Nýja Sjálands að skoða jarðhitasveði og ræða við Russel James.

Þegar ég sýndi Wallis jarðhitasveði í sumar, bar ég undir hann ýmsar hugmyndir og spurði jafnframt, hvaða lausnir hann séi á kísilskeljunervandanálinu. Eftirfarandi kom m.a. fram.

Útfellingar eru óumflýjanlegar, það eina sem hegt er að gera er að velja staðinn, sem útfellingin fer fram á.

T.d. að leiða vatnið gegnum steinahrúna og láta kísilinn falla út á steinana.

Þar sem ekki væri hegt að nota jarðhitavatnið sjálft, t.d. vegna seiltu, mætti kannski hafa tvo stóra geyms með einhverri konar kílum í. Heita vatnið fer gegnum einn geymsna og hitaði upp kílurnar. Síðan væri kalt ferskt vatn leitt í sama geymi, og myndu kílurnar þá hita upp vatnið. Meðan heitt vatn væri í einum geymsna, væri kalt í hinum, og svo til skiptis. Útfellinguna á kílunum mætti hreinsa með afli.

Ófengreint er tengt hugmyndinni um frö, sem birtist í enn öðru forni í íðbanka (fluidised bed).

Á jarðhitasveðum koma fram svo til öll þau meginvandamál, sem t.f.f. fjallar um. Nægir að benda á innhitasmelningar (enthalpy - heat content) og hina ýmsu "flow patterns", sem koma fyrir í rörum og tækjum.

Binnig, hvernig hitinn frá Nesjavöllum verði best fluttur til Reykjavíkur, með vatni eða vatns- og gufublanda?

Wallis hefur unnið mikið fyrir fyrirtæki "úti í bæ", og stítt því að vera góður maður að leita til með nytsem vandamál.

2. Kennarar í efnaverkefni Heriot-Watt University.

Í viðræðum við prófessor C.W. Nutt þróaðist hugmyndin um fræ í einhvers konar íðbanka (fluidized bed).

Mr. Hill benti á, að tafker er ekkert annað en hvarfi (reactor), þar sem kísilsýran fjölliðast. Hugsanlegt er að auka nætti fjölliðunina með að hringrása (recycle) hluta af vatninu.

Mr. Farnell talaði um að sykurtegundin starch sé notuð til að fella út kísil við framleiðslu á súráli (Al_2O_3) (starch - línsterkja). Hugsanlegt er því að nota sterkjuna sem einhvers konar "nucleation starter".

Dr. Stewart minntist strax á nauðsyn þess að kæla vatnið, leyfa útfellingu eða fjölliðun að eiga sér stað, og hita vatnið síðan aftur upp. Bein hitaskipti (direct contact heat transfer) koma helst til greina. T.d. væri hægt að hita upp eitthvert kolvetni (hydrocarbon) eins og bensín eða olfu með vatninu í turni (tower), aðskilja olfunu og vatnið, leyfa kældu vatninu að fjölliðast og hita það síðan upp með olfunni. Að vísu verður vatnið alltaf dálftið mengað, en ekki þó svo, að við vissar aðstæður geti þetta verkað. Hann minnti, að einhver Sideman í Haifa, Ísrael, hefði kannað svona kerfi.

Í olfuiðnaðinum er einhver hreinsivél notuð á útfellingar (carbon). Vélín er kylluð pig (svín). Einnig er háþrýstivatn, nokkur þúsund psi, notað til að hreinsa skeljaða fleti.

Í olfuiðnaðinum, catalytic cracking, er íðbanki notaður, og myndast skel á kornin í honum. Þó svo þetta sé gas í íðbankanum, er hugsanlegt að notfara sér þekkingu á svona kerfum.

Dr. Waldie benti á, að menn væru ekki á eitt sættir um hvort korn myndast fyrst í "bulk" og síðan settist á fleti, eða kornin mynduðust beint á fleti. Hann er að kenna ýmsa eiginleika kísils í "plasma" (mjög heitt gas).

3. Dr. W.T. Handbury, Dept. of Mech. Eng., University of Glasgow.

Prófessor R.S. Silver, sem er frumkvæðull "multi stage glass", M.S.F., (margþrepa flöðun), var á spítala, en Handbury er aðstoðarmaður hans og sér m.a. um eina kennsluna í afsöltun (desalination) í Bretlandi (sjá E bls. 101). Kostir MSF eru, að hitafletir eru ekki í snertingu við vökvann sem skeljar, heldur aðeins flöðugufuna. Sé MSF notuð sem hitaskiptir, t.d. við Svartsengi, hefur hún þann umframtost, að þéttivatnið (distillate) má nota í hitaveituna, þannig að ekki þarf að afla eins mikils magns af forsku vatni (sjá F). Stóra spurningin er auðvitað, hvernig vandamáli með skeljun eru í MSF, bæði þar sem jarðsjór flöðir og í dropacyðum (sjá F distiller chamber, brine separator). Handbury vissi ekki um neina reynslu á þessu sviði, en benti á Weir Westgarth.

Í bókinni "Desalination and its Role in Water Supply" er kaflinn "British Universities" á bls. 97 sérstaklega athyglisverður.

Í afsöltun eru stundum notaðir "inhibitors" til að koma í veg fyrir skeljun. Venjulega er yfirmettunin ekki mikil og þeir þola venjulega ekki yfir 10°C . Handbury taldi þetta því varla koma til greins fyrir okkur. Hann benti á, að þeir í Harwell hafi rannsakað þetta mest allra.

Í afsöltun hafa verið notaðir svampkenndir gúmmiboltar til að hreinsa rör. Þeir eru líklega þýskir. Þeir eru varla þess megnugir að hreinsa kísilskel, en vert væri

að kanna það nánar. Rubber cleaning balls called TAPPOGEE? (ekki alveg viss að nafnið sé rétt).

4. Mr. A.N. Dickson, Research Reader, Dept. of Mech. Eng., Heriot-Watt University, Chamber Street, Edinb.

Dickson vinnur aðallega að vandamálum tengdum afsöltun (desalination). Hann hefur haft þó nokkra reynslu af jarðhita og fékk ég hjá honum fylgiskjöl A, B, C og D. Nýverið vann hann fyrir Sameinuðu þjóðirnar í Chile að verkefnum, sem stefndu að framleiðslu á neytluvatni úr jarðsjó (sjá A). Sú skýrsla er athyglisverð fyrir þær sakir, að þeir byggjast nota titanium í hitafletti, sem er eflaust vegna H_2S tæringar. Réðgert er að reisa "pilot plant" bráðlega. Sá sem hefur með Chile rannsóknirnar að gera, heitir Mr. G. Robson og vinnur hjá S.D.

Resources & Transport Division
United Nations H. Q.,
New York, N.Y. 10017, U.S.A.

Dickson telur, að S.D. geti gefið mestar upplýsingar allra um málefni jarðhita.

Dickson sagðist vera að reyna að fá styrk frá S.D. til að rannsaka skeljun. Vegna náms sambands síns við S.D. hlýtur hann því að hafa orðið var við vilja þeirra til slíks.

Office of Saline Water í Washington hefur líklega gert ítarlegar rannsóknir á skeljun.

G.W. Govier (Kanadamaður) hefur skrifað mikið um flutning á olíu og gasi samtímis. Sjá Canadian Journal of Chem. Eng. Feb. 1965, einnig Oil and Gas Journal, July 1954.

5. Weir Westgarth Ltd., Harbour Road, Troon, Ayrshire.

Ég reddi við Mr. W. Guerne, sem er "chief designer" og aðstoðarmann hans, Mr. Mann. Aðalefnaforskiptingur þeirra, Mr. Bruce Ling, var í fríi.

W.W. eru "desalination engineers". Þeir hanna verksmiðjur og hafa eftirlit með uppsetningu þeirra, en byggja þær ekki sjálfir.

Af flestum eru þeir taldir fremstir í heiminum (alla vega í Bretlandi) í hönnun afsöltunartækja af MSF gerð, sem próffessor Silver er frumkvöðull að.

Til að byrja með unnu þeir að þróun MSF tækni. Múna liggja slíkar rannsóknir mikið til niðri, nema tæringarrannsóknir.

Þeir framkvæmdu einu sinni rannsóknir á notkun MSF við saltframleiðslu. Rannsóknirnar voru neikvæðar, aðallega af tveim orsökum. Ekki var hægt að framleiða nógu stóra saltkristalla til að fylgja eðlустаðli, einnig voru vandamál með myndun salttækna "around weirs" (sjá F, distiller chamber). Þeir sögðu að þessar rannsóknir hefðu ekki verið umfangsmiklar og niðurstöður því ekki afgerandi.

Ég sé hjá þeim bréfavíðskipti við Rannsóknarráð, Vilhjálmur Láðvíksson og Baldur Línal, varðandi notkun MSF við sjóefnavinnslu. Rannsóknarráð vildi að W.W. smíðuðu "pilot plant" (sem er varla í þeirra verkahring eins og getur um að ofan). Af þessu varð aldrei, því um svo litla fjárhæð var að spila, fannst W.W. "Not worth our while". Í staðinn bauð W.W. Rannsóknarráði gúmul tæki, sem þeir áttu, fyrir £ 40.000, sem var allt of hátt fyrir Rannsóknarráð.

Þeim leist vel á að nota MSF sem hitaskipta.

W.W. er fyrirtæki, sem þarf að hagnastá viðskiptum. Þeir hafa mikla reynslu á MSF, en vitja sem festast á öllum upplýsingum, sem er já mjög skiljanlegt. Það eins sem þeir getu gert fyrir okkur væri að hanna vel skilgreint verkefni. Þó held ég, að upplýsingar til

hönnunarfólk sé vísa að fá. T.d. sé ég í skrá "Office of Saline Water" (sjá H), að skýrsla nr. 271 var um hönnun MSP, frá W.W.

6.

Harwell

Dr. G.F. Hewitt og Mr.G.H. Cowan, Heat Transfer and Fluid Flow Service (HTFS), Bld. 392, Atomic Energy Research Establishment (AERE), Harwell, Didcot, Berks.

Dr. Hewitt er ásamt Dr. Wallis sanna fróðastur um tveggja fasa flæði. Hann stjórnar HTFS, en Mr. Cowan er starfsmaður stofnunarinnar. Aðalverkefni HTFS virðist vera að kanna hitafærslu (heat transfer) við margbreytilegar aðstæður. Upprunalega var stofnunin frekar lokuð, meðan umið var aðallega að hagnýtingu kjarnorku, en hefur hin seinni ár opnast fyrir iðnaði o.þ.h. Sö mikla þekking, sem hefur aflast við kjarnorkurannsóknir, nýtist því nú í mörgum starfsgreinum. HTFS vinnur nú að verkefnum, sem þeir velja sjálfir og verkefnum fyrir fyrirtæki. Mikill hluti rekstrarfjár er því greiðsla fyrir unnin verkefni. Í fylgiskjölum I, J, K og L er greint frá hluta af þeirri þjónustu, sem HTFS býður.

Ég mæli með, að OS gerist áskrifandi að HTFS árið fyrir £ 25 áværi og hafi þar með aðgang að þeim upplýsingum, sem um getur í "subject index" í fylgiskjali K. T.d. geti OS þá fengið skrá yfir, og jafnvel afrit af, allt sem þeir vita um "deposition of particles" og "fouling". Þar fást sem sé upplýsingar um hvað vitað er um ákveðin atriði tengd hitafærslu.

Dr. Hewitt sýndi mér, hvaða rannsóknir voru í gangi. Tvö verkefni koma OS sérstaklega við. Annars vegar voru rannsóknir um hegðun aðferðir til að aðskilja vatn og gufu. Voru tekin ekki ósvipuð skiljunum, sem við notum. Þeir hafa kannað formlur og fleira, sem Russel James hefur gert, og komist að svipuðum niður-

stöðum. Hins vegar voru rannsóknir á beinum hita-
færslum (direct contact heat transfer). Þeir voru
fyrstir allra að kanna þær hitafærslur, sem verða við
að sprauta "köldum" fljótandi málm í heitt vatn.
Notuð var blýblanda, sem flaut við 60°C. Því er
hugsanlegt að kæla vatn frá 100°C í 60°C, leyfa
kísilsýrunni að fjúlliðast, og hita vatnið síðan
aftur upp með málminum. Svona kerfi hefur marga kosti
fram yfir notkun kolvetna. Að vísu er hætt á blý-
mengun eða svipuðu, en við vissar aðstaður ætti slíkt
ekki að koma að sök.

Þeir bentu líka á notkun "regenerative heat exchanger,
aircooled". Þar fer heitt vatn í hitaskipti og kóln-
aði, kælt enn meira í loftkæli, leyfa síðan kísilnum
að fjúlliðast/kollast/falla út, og hita vatnið síðan
upp í hitaskiptinum. Fyrir 100 t/h af 140°C vatni
reiknaðist þeim með AIRCOL forskrift, sjá fylgiskjal
K bls. 27, að slíkur hitaskiptir myndi kosta £ 8000.

Hjá HTFS hitti ég einnig D.H.Railton, Technical Re-
presentative frá Ensecote Ltd., sem framleiða ýmis
efni á rör til að minnka skeljun og tæringu. HTFS var
að rannsaka ýmislegt fyrir þá, og virtist Dr. Hewitt
halda að einhvers konar varnarhúð gæti hjálpað til, og
sagði Ensecote einhverja þá bestu á sínu sviði í Bret-
landi. Ensecote eru tilbúnir að senda OS rör með
varnarhúð og athuga hvort skeljun minnki. Þó svo ég
hafi litla trú á svona fyrirberum, þykir mér sjálfsagt
að hafa augun opin fyrir lausnum af þessu tagi. Mæli
ég með að OS hafi samband við Ensecote um einfaldar
prófanir. T.d. mætti byrja með að bera saman skeljun
venjulegs rörs og rörs með varnarhúð. Ef þær tilraunir
gefa einhvern árangur, mætti prófa rörin í hitaskipti
og sjá hvað setur. Ef til þess kemur, má hafa samband
við

Mr. A. Cunningham, Managing Director
eða

Dr. R.W. Saville, Technical Director
í Sheffield. Sjá fylgiskjal N, N. O og P.

Vegna H_2S tæringar í andrúmslofti umhverfis borholur kemur til greina að húða tæki o.p.h. með varnarhúð.

Dr. Hewitt var mjög fús til að aðstoða okkur á allan hátt, og væri skillegt, að OS hefði gott samband við HTFS. Hann sagði, að þeir hefðu orðið fyrir auknum þrýstingi til að gera eitthvað alvarlegt vegna skeljunar (fouling etc.), og fannst mér á honum, að bráðlega myndu þeir setja upp skeljunarrannsóknir. Reyndar hafa þeir nú þegar tengsl við skeljunarrannsóknir, þ.e. hjá Dr. T.R. Bott og nemanda hans, Mr. R.A. Walker, Birmingham Univ. Sjá fylgiskjal I, bls. 17. OS setti sannarlega að hafa Bott í huga sem mann með mikla þekkingu á skeljun.

Í USA er stofnun svipuð HTFS, sem heitir Heat Transfer Research Inc., Alhambra, California, og hefur Jarry Taborek skrifað mikið fyrir þá. Sjá fylgiskjal Q, sérstaklega heimildaritið aftast.

Um upplýsingar varðandi íðbanka (fluidized bed) með vökva en ekki gasi, veit Professor Freshwater, Univ. of Longborough, Dept. of Chem. Eng., einna mest.

Dr. M. Elliot, Dr. P.T. Walker, Dr. K.W. Carley-Macanty
Process Technology Division, AERE, Harwell.

Þessir menn starfa að rannsóknum tengdum afsöltun (desalination). Elliot veit líklega mest þeirra um skeljun. Walker var á Íslandi fyrir 15 árum á vegum Sameinuðu þjóðanna að rannsaka möguleika á framleiðslu þungs vatns. Af því varð ekki vegna ónógs markaðar fyrir þungt vatn.

Athugandi væri að setja "dispersing agents" í vatnið, t.d. "lignin sulphonates" (sjá Kirk-Othmer, encyclopedia, bókasafni Iðnaðarmálastofnunar). Hvað gerist, er ekki hægt að segja fyrir um, en stundum verka "lignins" þannig, að meiri yfirmettun er leyfileg, áður en útfelling verður. "Lignins" verða til við pappírsframleiðslu og fást aðallega á Norðurlöndum.

Þeir eru óáfrir, og þarf venjulega undir lo ppm til að fá tilsetluð áhrif.

Undanfaria ár hafa verið haldnar minnst þrjár alþjóða ráðstefnur um ferskt vatn úr sjónum. Ég væli mjög sterklega með, að OS nálgist þær greinar, sem hafa verið lagðar fram á þessum ráðstefnum. Hvað eftir annað hef ég rekist á tilvísanir í greinar frá ráðstefnunum. Þjallað er mikið um vandamál við afsöltun, svo sem skeljun. Best væri að skrifa til formanns þessara ráðstefna og biðja hann um eintök:

Prof. A.A. Delyannis
 Technical University Amaroussion,
 Tsaldari St. 34,
 Athens, Greece.

(Prof. Int. Symp. Fresh Water Sea - Work Party on Fresh Water from the Sea).

7. Ymislegt.

Bráðnauðsynlegt er að OS eignist bókina "The Colloidal Chemistry of Silica and Silicates" eftir R. K. Iler. (The George Fisher Baker Non-Resident Lectureship in Chemistry at Cornell University), pp xii 324, Ithaca, 1955. Ég reyndi að panta bókina gegnum Sussbjörn í sumar, en þá var hún uppseld. Til að kanna alla möguleika pantaði ég bókina aftur gegnum bókabúð hér í Edinborg, en hef ekki fengið svar enn. Sé bókina hvergi fáanleg, væri hægt að fá hana að láni og taka ljósrit af áhugaverðum köflum. (National Lending Library).

Iler vinnur hjá Dupont í USA, og eftir því sem ég kemst næst, veit hann marga mest um efnafræði kísils. Frekari upplýsingar um bókina og hvar Iler er, má finna í dótinu, sem ég skildi eftir.

Til að gefa dælitla mynd af álitum afstöðluarmanna á skeljun, tók ég ljósrit af kafla úr bók um afsöltun. Sjá fylgiskjal R. Heimildirnar eftast eru sérstaklega athyglisverðar.

Ég eyddi nokkrum dögum í að skoða "Chemical Abstracts", en þar var ekki mikið að hafa. Japanska greinin er athyglisverð fyrir margar sakir, m.a. vegna þess hvert mátti skrifa eftir upplýsingum (Kyusku Denryoku Kenkynjo, Fukuoka, Japan). Kannski mátti fá þýðingu á þessari grein gegnum National Lending Library. Í sumar skoðaði ég líka "Chemical Abstracts", og eru heimildir með því, sem ég skildi eftir.

8. Chem. Abstracts Vol. 74, 1971

1461 37 Z "Colloidal silica in hot-spring water".
Yanagase, Yamaguchi, Yanagase,
Suginochara, Kozawa, Yamazaki
(Kyusku Denryoku Kenkynjo, Fukuoka, Japan).
Nippon Kagaku Zasshi 1970, 91(12), 1141-8 (Japan).
Samples of hot-spring water from Odake, Oita Prefecture, showed H_2SiO_3 526-841, $HSiO_3$ 23,2 - 38,2, SiO_2 0,012 - 0,015 ppm, pH 8,15 - 8,4, temp. 91,5 - 98°. Results of light scattering methods showed that formation of colloidal silica began 5 min. after water had reached the surface of the earth and reached saturation after about 1 hr. The size of the colloidal particles was 0,3 and showed a uniform distribution. When the rate of formation of colloidal silica was great, deposition of silica on plates of Fe, stainless steel, and glass was great. The extent of deposition was measured visually and by a polarimetric method. The formation of colloidal silica was suppressed by decreasing temp., stirring, and by mixing with river water.

Athyglisvert að kólnun sé hægar, þegar hrætt er.

Proc. Int. Symp. Fresh Water Sea, 3rd 1970.

Edited by Delyannis, A. Work Partly on Fresh Water from the Sea: Athens, Greece.

Margar greinar um skeljun, frá o.p.h.

(direct contact liq.-liq. heat transfer).

Chem. Abstracts Vol. 74, 1971

77853 r "Gases for the electronic industry. A changing technology." Cygelman, Stanley (Matheson Gas Products, Gloucester, Mass.). Solid State Technol. 1971, 14(1), 45-8 (Eng.). A review. In response to development in the semiconductor industry, specially purified SiH_4 , PH_3 , AsH_3 and SF_6 (E gas) are now available commercially, and an inert gas for deposition of pure SiO_2 has been developed. The quality of each of these gases is determined by gas chromatography, mass spectrometry, atomic absorption spectrometry, and neutron activation. 12 refs.

33619 q "Influence of CO_2 on silica in solution".
Sharma, Ghanshyam D.

(Univ. Alaska, College, Alaska).

Geochem. J. 1970, 3(4), 213-23 (Eng.)

Solutions containing 50 or 80 ppm SiO_2 as monomeric H_4SiO_4 in distilled H_2O or in synthetic sea water were stable at all CO_2 pressures from 0-17200 kg/m^2 . Nor was SiO_2 precipitated from these solutions at these CO_2 pressures by the addition of CaCO_3 , $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, MgCl_2 or standard clays individually. Addition of CaCO_3 and $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ together, however, removed SiO_2 in inverse proportion to the CO_2 pressure, the reaction approximating $2\text{H}_4\text{SiO}_4 + \text{Al}^{3+} + 2\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} = \text{AlSi}_2\text{O}_5(\text{OH}) \cdot 4\text{H}_2\text{O} + 2\text{Ca}^{2+} + \text{HCO}_3^- + \text{CO}_2$.

The precipitates formed were shown by electron microscopy and infrared spectra to contain sepiolite + claylike material.

Chem. Abstracts Vol. 73, 1970

38341 g "Principles of and design calculations for sea water degassing".

Azhari, Naman (GH H - MAN - Tech., Essen, Ger.).

Chem - Ztg., Chem. App. 1970, 94(10), 355-61 (Ger.)

Phys. principles of degassing and various degasser types are reviewed. Decarbonizers for CO_2 removal, packed vacuum degassers and decompression degassers for sea water demineralization plants are demonstrated by examples. 7 refs.

Chem. Abstracts Vol. 72, 1970

16056 p Coagulation of aluminum (III). Role of adsorption of hydrolyzed aluminum in the kinetics of wagulation.

Hahn, Hermann Hans; Stumm, Werner (Harvard Univ., Cambridge, Mass.).

Advan. Chem. Ser. 1967 (Pub. 1968), 79, 91-111 (Eng.).

Edited by Gould, Robert F. Amer. Chem. Soc.: Washington, D.C.

The kinetics of coagulation have been studied for systems of silica dispersions destabilized by hydrolyzed Al (III). The rate of agglomeration is a function of (1) the collision frequency, which is determined by physical parameters such as colloid size and concentration and velocity gradients in the medium and (2) the collision efficiency factor which reflects the stability of the colloid. This relative stability has been determined as a function of chemical solution parameters such as pH and the ratio of coagulation concentration and surface concentration of the dispersed phase. The destabilization of silica dispersions results from specific adsorption of positively charged hydroxy Al complexes onto the negatively charged colloid surface causing a decrease and ultimately a reversal of sign of the surface potential.

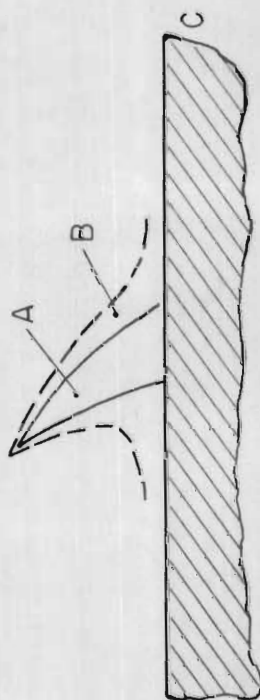
125343 g Foam flotation of kaolinite and silica. Zenz, David R. (Illinois Inst. of Technol., Chicago Ill.). 1968, 110 pp. (Eng.)

Avail. Univ. Microfilms, Ann Arbor, Mich., Order No. 69-16, 86-. From Diss.Abst. Int. B 1969, 30(4), 1729.



Myndun kísilnálar við útfellingu vegna massafærslu gegnum örþunna kyrrstæða filmu af vatni

Mynd 2.1

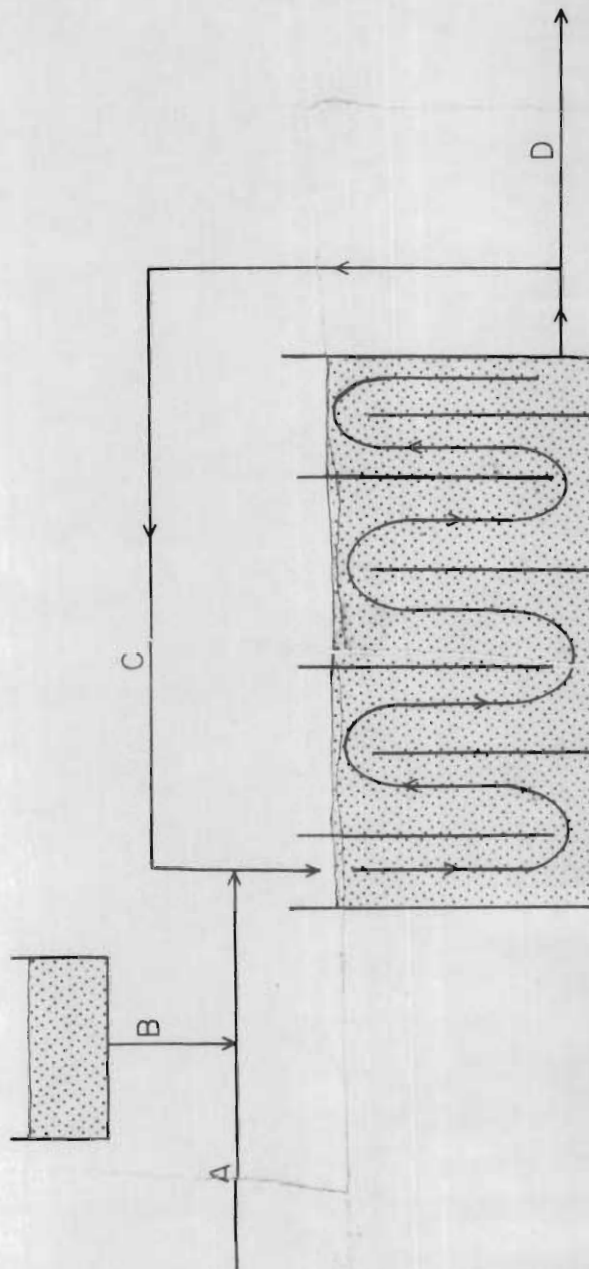


A Náli B Örþunn vatnsfilma C Rörveggur.



Tafpró fyrir fjölliðun kísils í háhitavatni

Mynd 3.1



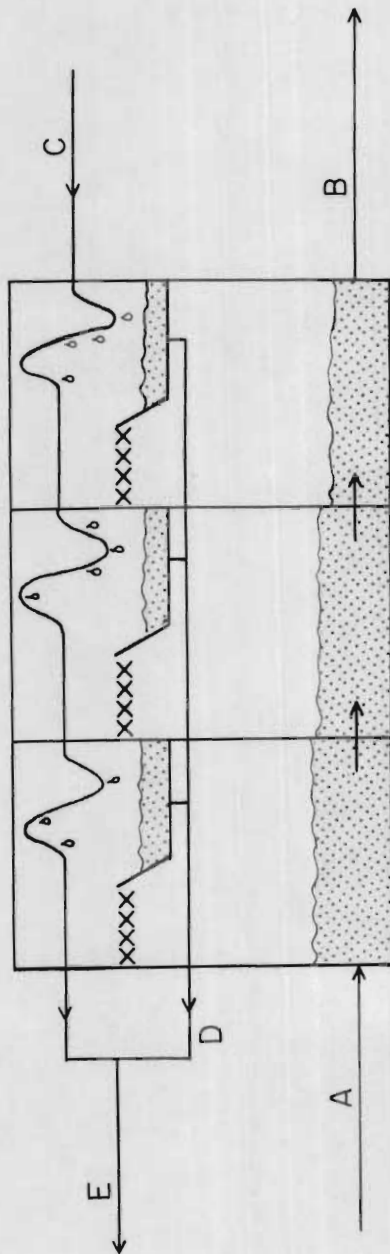
A. Vatn frá borholu
B. Hugsanleg bæti efni

C. Hringrás
D. Vatn til notkunar



Varmaskiptir, sem byggir á margþrepa flössun

Mynd 4.1



E Heitt vatn til hitaveitu

C Ferskt kælivatn

A Jarðsjór frá borholu

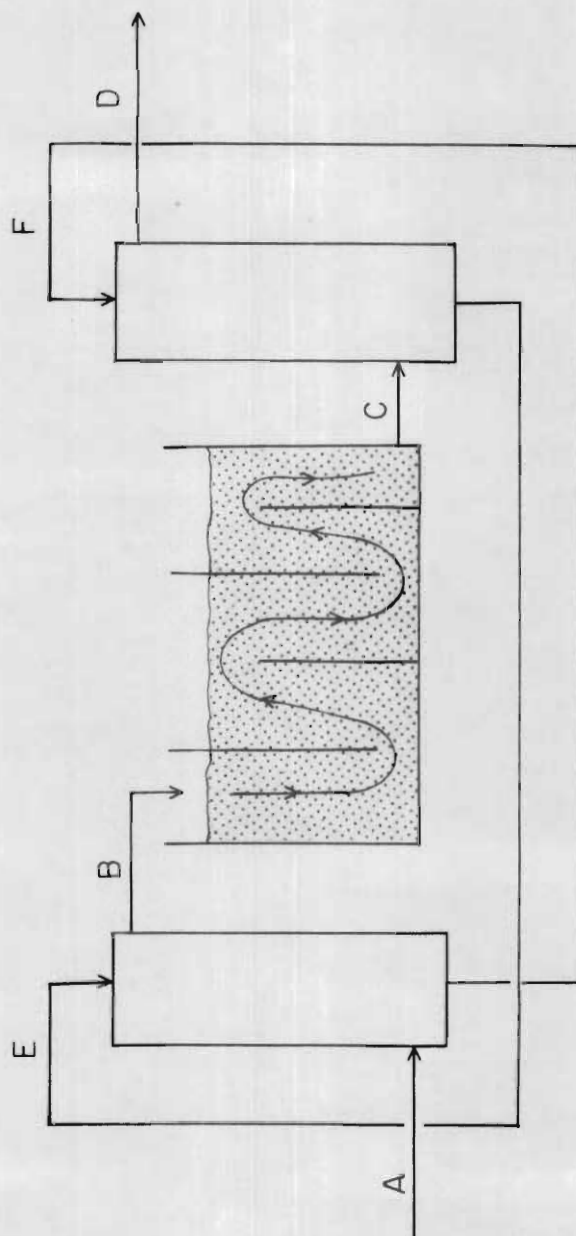
D Þéttivatn heitt

B Sterk saltupplausn



Varmaskiptir byggður á beinni hitafærslu með málmblöndu, sem hefur lágt bræðslumark

Mynd 5.1

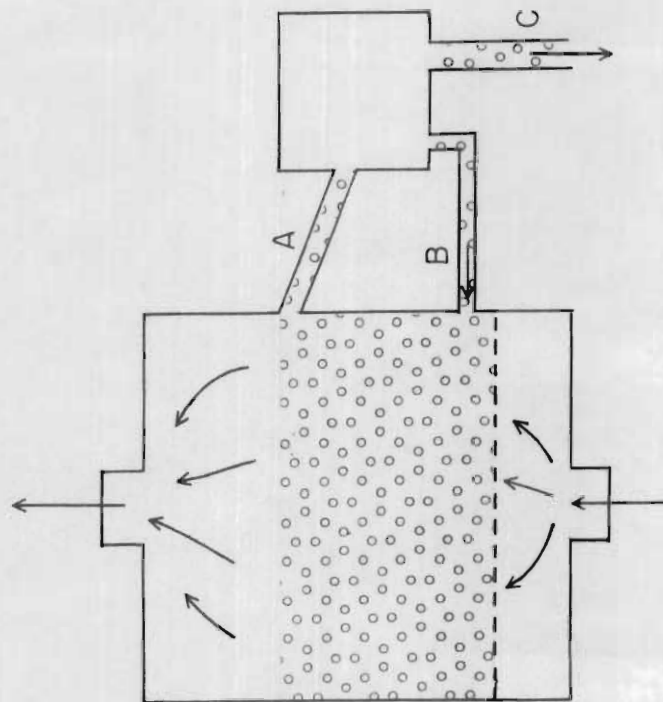


- A. Heitt vatn.
- B. Kalt vatn.
- C. Fjölliðað kalt vatn.
- D. Fjölliðað heitt vatn til notkunar.
- E. Köld málmblanda.
- F. Heit málmblanda.



Varmaskiptir af iðbankagerð

Mynd 6.I.



A. Umfram korn. B. Korn af réttri stærð. C. Korn samsvarandi útföllnum kísil.