



SUOMI-FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

(B) (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLAGGNINGSSKRIFT

83228

C Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen
(51) Kv.1k.5 - Int.cl.5

C 09K 5/00

(21) Patenttihakemus - Patentansökning	853517
(22) Hakemispäivä - Ansökningsdag	13.09.85
(24) Alkupäivä - Löpdag	11.01.85
(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig	13.09.85
(44) Nähtäväksipanon ja kuul.julkaisun pvm. - Ansökan utlagd och utl.skriften publicerad	28.02.91
(86) Kv. hakemus - Int. ansökan	US85/00055
(32) (33) (31) Etuoikeus - Prioritet	
13.01.84 US 570577 P	

(71) Hakija - Sökande

1. The Dow Chemical Company, 2030 Dow Center, Abbott Road, Midland, Mich., USA, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare

1. Rose, Gene D., 216 E. St. Andrews, Midland, Mich., USA, (US)

(74) Asiamies - Ombud: Oy Kolster Ab

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning

**Menetelmä suljetussa systeemissä virtaavan, kuumennus- ja jäähdytysvaiheille altistetun
lämmönvaihtonesteeseen kokonaislämmönsiirtokertoimen säätämiseksi**
**Förfarande för reglering av totalvärmeöverföringskoefficienten hos en värmeväxlingsvätska,
som strömmar i ett slutet system och som utsätts för uppvärmnings- och avkylningssteg**

(56) Viitejulkaisut - Anförda publikationer

FI C 70152 (B 01F 17/00), US A 3361213 (169-1)

(57) Tiivistelmä - Sammandrag

Keksintö kohdistuu menetelmään lämmönvaihtonesteeseen kokonaislämmönsiirtokertoimen säätämiseksi, mille menetelmälle on tunnusomaista se, että (A) lämmönsiirtonesteseen lisätään toiminnallisesti tehokas määrä viskoelastista pinta-aktiivista koostumusta, joka sisältää (1) pinta-aktiivista yhdistettä, jossa on hydrofobinen osa, joka on kemiallisesti sidottu hydrofiiliseen osaan ja (2) elektrolyyttiä, jossa on osa, joka pystyy liittymään pinta-aktiivisen ionin kanssa viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen muodostamiseksi ja (B) lämmönsiirtonesteeseen virtausnopeus ja lämpötila muodostetaan sellaisiksi, että lämmönsiirtonesteeseen kokonaislämmönsiirtokerroin on haluttu. Tätä menetelmää käyttäen on mahdollista saada suuri lämmönsiirtokerroin korkean lämpötilan lämmönvaihtoalueella ja saadaan vastuskitkan väheneminen ja pieni lämmönsiirtokerroin jakeluputkistoon.

Uppfinningen avser ett förfarande för styrning av totalvärmeöverföringskoefficienten hos en värmeöverföringsvätska, vilket förfarande karakteriseras av att man (A) med värmeöverföringsvätskan införlivar en funktionellt effektiv mängd av en viskoelastisk, ytaktiv komposition, vilken omfattar (1) en ytaktiv förening med en hydrofobisk del, vilken är kemiskt bunden vid en jonisk, hydrofilisk del och (2) en elektrolyt med en del som förmår förena sig med den ytaktiva jonen för bildande av ett viskoelastiskt, ytaktivt medel, och (B) åstadkommer en flythastighet och sådan temperatur hos värmeöverföringsvätskan att värmeöverföringsvätskan har den önskade totalvärmeöverföringskoefficienten. Genom utnyttjande av detta förfarande är det möjligt att i en värmeöverföringsregion med hög temperatur åstadkomma en hög värmeöverföringskoefficient medan friktionsmotståndet reduceras och en låg värmeöverföringskoefficient upprätthålls i distributionslinjerna.

Menetelmä suljetussa systeemissä virtaavan, kuumennus- ja jäähdytysvaiheille altistetun lämmönvaihtonesteen kokonaislämmönsiirtokertoimen säätämiseksi

5 Esillä oleva keksintö kohdistuu menetelmään lämmönsiirtosovellutuksissa käytetyn lämmönvaihtonesteen lämmönsiirtokertoimen säätämiseksi.

 Useissa lämmitys- ja jäähdytyssovellutuksissa lämpöä siirretään lämpölähteen ja lämpönielun välillä kiertämällä jatkuvasti nestettä suljettuna kiertona lähteen ja nielun välillä. On suotavaa vähentää kierrätettävän nesteen virtauskitkaa (so. virtausvastusta) putkessa ja vähentää siten pumppausenergiaa, jota käytetään nesteen siirrossa lähteen ja nielun välillä, parantaa olemassa
10 olevan järjestelmän tehoa tai alentaa pääomakustannuksia uutta järjestelmää suunniteltaessa.

 Tätä ennen on ehdotettu eri vaihtoehtoja pyrittäessä laajentamaan olemassa olevan lämmönsiirtojärjestelmän tehokkuutta tai alentamaan sitä energiamäärää, jota
20 käytetään jatkuvasti kiertäviä nesteitä varten lämmönvaihtosovellutuksissa. On esitetty, että polymeerimateriaaleja voidaan lisätä nesteisiin kierrätysenergian määrän alentamiseksi. Katso esimerkiksi Cho and Hartnett, Advances in Heat Transfer, 15, sivu 59 (1981). Valitettavasti nämä
25 polymeeriset virtausvastusta alentavat lisäaineet pienentävät merkittävästi käytettyjen vesipitoisten nesteiden lämmönsiirtokerrointa. Lisäksi polymeeriset virtausvastusta alentavat lisäaineet hajoavat mekaanisesti pumppujen ja vastaavien hiertävän vaikutuksen vuoksi.

30 WO-hakemusjulkaisussa 83/01583 kuvataan viskoelastisen pinta-aktiivisen koostumuksen käyttö kitkan tai virtausvastuksen pienentämiseksi lämmönsiirtosysteemissä. Vaikka julkaisussa ei olekaan mitään tietoja viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen vaikutuksista nesteiden läm-
35 mönsiirtokertoihin, niin sen perusteella, mitä tiedetään

kitkaa ja vastusta pienentävien lisäaineiden vaikutuksesta nesteen lämmönsiirtokertoimeen, olisi oletettavissa, että tässä julkaisussa kuvatut viskoelastiset pinta-aktiiviset aineet pienentäisivät myös nesteen lämmönsiirtokerrointa.

5 Siten alan ammattimies ei olisi julkaisusta tunnetun tekniikan perusteella päätenyt lisäämään nesteeseen viskoelastista pinta-aktiivista ainetta siinä tarkoituksessa, että nesteen lämmönsiirtokerroin suurenisi.

US-patenttijulkaisussa 3 361 213 esitetään useita käyttötapoja vesipitoisille nesteille, jotka sisältävät viskoelastisia pinta-aktiivisia saippuasysteemeitä. Vaikka julkaisussa esitetäänkin, että nämä systeemit säilyvät tehokkaina korotetuissa lämpötiloissa (palsta 5, rivit 61-62), julkaisusta ei ilmene, että näitä systeemeitä voitaisiin käyttää ominaisuuksiltaan parantuneina lämmönvaihtonesteinä siten, että saavutettaisiin sekä hyvä virtausvastuksen aleneminen että hyvä lämmönsiirto. Julkaisussa (palsta 6) esitetään muita käyttöalueita näille viskoelastisille saippuasysteemeille, mutta mikään näistä käyttöalueista ei viittaa ominaisuuksiltaan parempiin lämmönvaihtonesteisiin tai niihin verrattaviin käyttötapoihin, eikä siitä ilmene minkäänlaisia nesteiden lämmönsiirtoker toimiin liittyviä tietoja.

10
15
20

Tämä keksintö kohdistuu menetelmään suljetussa systeemissä virtaavan, kuumennus- ja jäähdytysvaiheille altistetun lämmönvaihtonesteen kokonaislämmönsiirtokertoimen säätämiseksi, jolloin menetelmälle on tunnusomaista että lämmönvaihtonesteeseen lisätään pinta-aktiivista koostumusta, joka sisältää

25

(1) pinta-aktiivista yhdistettä, jossa on hydrofobinen osa kemiallisesti sitoutuneena ioniseen hydrofiiliseen osaan, ja elektrolyyttiä, jossa on osa, joka pystyy liittymään pinta-aktiivisen aineen ioniin, niin että muodostuu viskoelastinen pinta-aktiivinen aine, jolloin pinta-aktiivisella yhdisteellä on kaava

30
35



joissa hydrofobinen osa R_1 sisältää alkyyli- tai alkenyyli- tai inertisti substituoidun alkyyli- tai alkenyyli-ryhmän, jonka ketjun pituus on vähintään 12 hiiliatomia, ja on kemiallisesti sitoutunut kationiseen osaan $Y+$ tai anioniseen osaan $Z-$ yhdessä vastaionien $X-$ tai vastaavasti $A+$ kanssa, jotka yhdessä pystyvät muodostamaan viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen lämmönvaihtonesteessä; tai

(2) pinta-aktiivista yhdistettä, jossa on hydrofobinen osa kemiallisesti sitoutuneena ei-ioniseen osaan ja jolla pinta-aktiivisella yhdisteellä on kaava



15

jossa R_1 on edellä määritelty ja on kemiallisesti sitoutunut ei-ioniseen osaan N , joka yhdiste pystyy aikaansaamaan viskoelastisen luonteen, jolloin pinta-aktiivinen koostumus valitaan siten, että sillä on lämmönsiirtokerroin, joka on samanlainen kuin nesteellä, joka ei sisällä pinta-aktiivista koostumusta, korkean lämpötilan lämmönvaihto-alueella samalla kun se aikaansaa kitkan pienenemisen ja pienen lämmönsiirtokertoimen jakelujohdoissa.

Haluttaessa viskoelastiseen pinta-aktiivisen aineen koostumukseen lisätään toinen määrä elektrolyyttiä, jossa on osa, joka pystyy liittymään pinta-aktiivisen ionin kanssa. Tämän keksinnön tarkoituksia varten viskoelastinen pinta-aktiivinen aine on yhdiste, jossa on ioni, joka pysyy toimimaan pinta-aktiivisena aineena ja stökiometrinen määrä vastaionia, joka liittyy pinta-aktiiviseen ioniin tehden sen viskoelastiseksi. Elektrolyytin lisämäärä voi olla samaa tai erilaista kuin se, jonka vastaioni liittyy pinta-aktiiviseen ioniin. Saatua viskoelastista pinta-aktiivista ainetta käytetään määrä, joka on riittävä alentamaan huomattavasti sitä kitkaa, joka havaitaan lämmön-

siirtonesteessä lämmönsiirtolaitteessa. Tässä keksinnössä käytetyt nesteet ovat erittäin stabiileja leikkausvoimia vastaan eikä niissä esiinny kitkan alentamisvaikutuksen häviötä jatkuvassa pumppauksessa verrattaessa polymeeri-
5 siin virtausvastusta alentaviin lisäaineisiin, joissa tapahtuu palautumatonta mekaanista hajoamista ja kitkan alennuskyvyn nopea häviö jatkuvasti pumpattaessa.

Yllättävästi lisäelektrolyytin läsnäolo vesiliuoksessa, joka sisältää viskoelastista pinta-aktiivista ainetta tämän keksinnön mukaisesti, alentaa edelleen huomattavasti kitkaa sekä eri nopeuksilla että eri lämpötiloissa, joissa viskoelastista pinta-aktiivista ainetta sisältävää nestettä käytetään lämmönsiirtosovellutuksissa. Vesipitoisen liuoksen, elektrolyytin ja viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen seos on huomattavasti stabiilimpi leikkausvoimien suhteen kuin vesipitoinen neste, joka sisältää polymeeriä, joka pystyy muodostamaan vesiliuoksen, jossa kitkan aleneminen on samaa suuruusluokkaa.

Esillä olevan keksinnön mukaisessa menetelmässä voidaan käyttää myös ei-ionista, viskoelastista pinta-aktiivista ainetta. Tällöin lämmönvaihtonesteenä olevaan vesiliuokseen lisätään kosketukseen toiminnallisesti tehokas määrä pinta-aktiivista yhdistettä, jossa on hydrofobinen osa kemiallisesti sidottuna ei-ioniseen, hydrofiiliseen osaan (ja jota seuraavassa kutsutaan ei-ioniseksi pinta-aktiiviseksi aineeksi), joka yhdiste pystyy aikaansaamaan viskoelastisen luonteen. Ei-ionista, viskoelastista pinta-aktiivista ainetta käytetään määrä, joka riittää alentamaan olennaisesti viskositeettia, joka havaitaan lämmönvaihtonesteessä, kun sitä käytetään lämmönsiirtolaitteessa.

Tämän keksinnön mukaista menetelmää voidaan käyttää prosesseissa, joissa nesteitä käytetään yleisiin voitelu- ja lämmönsiirtotarkoituksiin, kuten erilaisissa suljetuissa kiertojärjestelmissä. Erikoisen mielenkiintoisia

ovat kaukolämpösovellutukset ja veden lämmitys, jäähdytyssovellutukset ja vastaavat.

Tässä käytettynä termillä "neste" tarkoitetaan niitä nestemäisiä materiaaleja, joita voidaan käyttää lämmönsiirtosovellutuksissa. Lämmönvaihtonesteet voivat luonteeltaan olla orgaanisia tai vesipitoisia. Kaikkein edullisimmin neste on vesipitoinen neste. Tässä käytettynä termillä "vesipitoinen neste" tarkoitetaan nesteitä, jotka sisältävät vettä. Tämä termi käsittää vesipitoiset nesteet, jotka sisältävät epäorgaanisia elektrolyyttejä, kuten epäorgaanisten suolojen vesiliuokset, alkaliset tai happamat vesiliuokset, riippuen kulloinkin käytetystä pinta-aktiivisesta aineesta ja elektrolyytistä, esimerkiksi alkalimetalli- tai maa-alkalimetallihydroksidin vesiliuos.

Muihin esimerkkeihin vesipitoisista nesteistä kuuluvat veden ja veden kanssa sekoittuvan nesteen kuten alempien alkanolien, esimerkiksi metanolin, etanolin tai propanolin seokset; glykolin ja polyglykolin vesiseokset edellyttäen, että näitä veden kanssa sekoittuvia nesteitä käytetään määrää, joka ei vaikuta haitallisesti vesipitoisen nesteen viskoelastisiin ominaisuuksiin. Termi käsittää myös sekoittumattomien nesteiden emulsiot vesipitoisessa nesteessä, kiinteiden hienojakoisten aineiden kuten korroosionestoaineiden, biosidien tai muiden eliömyrkkyjen vesiliätteet. Yleensä kuitenkin vettä ja vesipitoisia alkalisia tai happamia liuoksia tai epäorgaanisten suolojen vesiliuoksia (esimerkiksi ruokasuolaliuoksia) käytetään kaikkein edullisimmin vesipitoisena nesteenä tässä yhteydessä. Edullisesti elektrolyytin pitoisuus on pienempi kuin 75, edullisemmin pienempi kuin 15, vielä edullisemmin pienempi kuin 5 ja erikoisesti pienempi kuin 1 painoprosentti liuoksesta. Kaikkein edullisimmin vesipitoinen neste on vesi.

Tässä käytettynä termillä "viskoelastinen" tarkoitetaan elastisia ominaisuuksia omaavaa viskoosia nestettä, so. nestettä, joka ainakin osaksi palautuu alkuperäi-

seen muotoonsa, kun siihen kohdistettu rasitus poistetaan. Viskoelastisuusominaisuus on alalla hyvin tunnettu ja viitteinä mainittakoon H.A. Barnes et al., Rheol. Acta, 14 (1975), 14, sivut 53-60 ja S. Gravsholt, Journal of Coll.- and Interface Sci., 57 (3) (1976) sivut 575-6. Nämä viitteet sisältävät viskoelastisuuden määritelmän ja kuvauksia, joilla määritetään, onko nesteellä viskoelastisia ominaisuuksia. Katso myös N.D. Sylvester et al., Ind. Eng. Chem. Prod. Res. Dev., 14 (1979), sivu 47. Näissä viitteissä kuvatuista kokeista koe, jonka on havaittu olevan kaikkein käyttökelpoisin vesiliuoksen viskoelastisuuden määrittämiseksi, käsittää pyörteiden muodostamisen liuokseen ja visuaalisen tarkastuksen sen suhteen, poistuvatko sekoituksessa muodostuneet kuplat pyörteiden muodostamisen jälkeen. Kuplien poistuminen osoittaa viskoelastisuuden.

Pinta-aktiiviset yhdisteet tämän keksinnön puitteissa käsittävät yhdisteet, jotka yleisesti luokitellaan pinta-aktiivisiksi aineiksi ja jotka aikaansaavat viskoelastisuuden, kun vastaionin rakenne ja ympäristö valitaan sopivasti. Termillä "pinta-aktiivinen aine" tarkoitetaan jokaista molekyyliä, jolla on luonteenomainen fivalenttinen ominaisuus siten, että se pystyy liuoksessa muodostamaan kolloidisia kasaumia, joita tavallisesti kutsutaan miselleiksi.

Tämän keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettävät ioniset pinta-aktiiviset käsittävät ionisen, hydrofobisen molekyylin, jossa on ioninen, hydrofohydrofiilinen osa, joka on kemiallisesti sidottu hydrofobiseen osaan (kutsutaan tässä pinta-aktiiviseksi ioniksi) ja riittävästi vastaionia pinta-aktiivisen ionin varauksen tyydyttämiseksi. Näiden pinta-aktiivisten yhdisteiden kaavassa



$R_1(Y^+)$ ja $R_1(Z^-)$ tarkoittavat pinta-aktiivisiä ioneja,

joissa on ryhmän R_1 esittämä hydrofobinen osa ja siihen kemiallisesti sitoutuneena ioninen, liuottava osa, jota esitetään kationinen osa (Y^+) tai anioninen osa (Z^-). X^- ja A^+ ovat vastaioneja, jotka ovat liittyneet pinta-aktiivisiin ioneihin.

Pinta-aktiivisen ionin hydrofobinen osa (so. R_1) on alkyyli- tai alkenyyli-ryhmä, jonka ketjun pituus on vähintään 12 hiiliatomia ja joka voi olla "inertisti substituoitu" tarkoittaa radikaalia, jossa on yksi tai useampia substituentteja, esimerkiksi halogeeneja, kuten $-F$, $-Cl$ tai $-Br$, tai ketjusidoksia, kuten piisidos ($-Si-$), jotka ovat inerttejä vesipitoisen nesteen ja sen sisältämien aineosien suhteen. Tyypillisesti R_1 on pitkäketjuinen alkyyli, joka voi olla inertisti substituoitu ja joka on yleensä lineaarinen. Edullisesti tällainen alkyyli sisältää vähintään 16 hiiliatomia. Edustaviin pitkäketjuisiin alkyyli- ja alkenyyli-ryhmiin kuuluvat dodekyyli (lauryyli), tetradekyyli (myristyyli), heksadekyyli (setyyli), oktadekenyyli (oleyyli), oktadekyyli (stearyyli) ja tali-, kookos ja soi-jaöljyn johdannaiset. Suositeltavia alkyyli- ja alkenyyli-ryhmiä ovat yleensä alkyyli- ja alkenyyli-ryhmät, joissa on 12-24 hiiliatomia, jolloin oktadekyyli, heksadesyyli, erusyyli ja tetradesyyli ovat suosittelavimmat.

Kationiset, hydrofiilliset osat (ryhmät) (Y^+) ovat yleensä onium-ioneja, jolloin termi "oniumioni" tarkoittaa kationista ryhmää, joka on oleellisesti täysin ionisoitunut veteen laajalla pH-alueella, esimerkiksi pH-arvoilla 2-12. Edustaviin onium-ioneihin kuuluvat kvaternääriset ammoniumryhmät, so. $-N^+(R)_3$; tertiääriset sulfoniumryhmät, esimerkiksi $-S^+(R)_2$ ja kvaternääriset fosfoniumryhmät, so. $-P^+(R)_3$, jolloin jokainen R on kulloinkin hydrokarbyyli tai inertisti substituoitu hydrokarbyyli. Lisäksi primäärisiä, sekundäärisiä ja tertiäärisiä amiineja, so. $-NH_2$, $-NR$ tai $-N(R)_2$, voidaan myös käyttää ionisena ryhmänä, jos

käytetyn vesipitoisen nesteen pH-arvo on sellainen, että amiiniryhmä on ionimuodossa. Pyridiniumryhmää voidaan myös käyttää. Näistä kationisista ryhmistä viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen pinta-aktiivinen ioni valmistetaan edullisesti siten, että siinä on kvaternäärinen ammoniumosa, so. $-N^+(R)_3$; pyridiniumosa; aryyli- tai alkaryyli-pyridiniumosa tai imadatsoliniumosa tai tertiäärisiä amiini- $[-N(R)_2]$ -ryhmiä, jolloin kukin R on toisista riippumatta alkyyliryhmä tai hydroksialkyyliryhmä, jossa on 1-4 hiiliatomia, ja edullisesti jokainen R on metyyli, etyyli tai hydroksietyyli.

Edustaviin anionisiin, liuottaviin osiin (ryhmiin) (Z) kuuluvat sulfaattiryhmät, so. $-OSO_3^-$, eetterisulfaattiryhmät, sulfonaattiryhmät, esimerkiksi $-SO_3^-$, karboksylaattiryhmät, fosfaattiryhmät, fosfonaattiryhmät ja fosfoniittiryhmät. Näistä anionisista ryhmistä viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen pinta-aktiivinen ioni valmistetaan edullisesti siten, että siinä on karboksylaatti- tai sulfaattiryhmä. Tämän keksinnön tarkoituksiin nämä anioniset liuottavat ryhmät eivät ole niin edullisia kuin kationiset ryhmät.

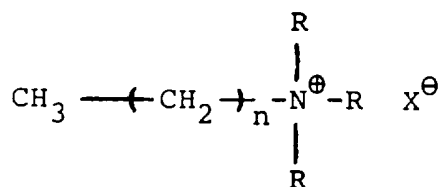
Fluorattuihin alifaattisiin aineisiin, joita sopivasti käytetään tätä keksintöä sovellettaessa, kuuluvat kaavan R_fZ^1 mukaiset orgaaniset yhdisteet, jolloin R_f on tyydyttynyt tai tyydyttymätön fluorattu alifaattinen ryhmä, joka edullisesti sisältää F_3C -ryhmän, ja Z^1 on ioninen ryhmä tai potentiaalisesti ioninen ryhmä. Fluoratut alifaattiset aineet voivat olla perfluorattuja hiilivetyjä. Sopivia anionisia ja kationisia ryhmiä esitetään myöhemmin.

Vastaionit (so X^- ja A^+), jotka liittyvät pinta-aktiivisiin ioneihin, ovat kaikkein sopivimmin ionisesti varattuja orgaanisia materiaaleja, joiden ioninen luonne on vastakkainen pinta-aktiiviselle ionille, joka vastaionin ja pinta-aktiivisen ionin yhdistelmä muodostaa visko-

elastiset ominaisuudet vesipitoiseen nesteeseen. Orgaaninen materiaali, jonka luonne on anioninen, toimii vastaionina pinta-aktiiviselle ionille, jossa on kationinen hydrofiilinen ryhmä, ja orgaaninen materiaali, jonka luonne on kationinen, toimii vastaionina pinta-aktiiviselle ionille, jossa on anioninen hydrofiilinen ryhmä. Yleensä suositeltavat vastaionit, joiden luonne on anioninen, sisältävät karboksylaatti-, sulfonaatti- tai fenoksidiryhmän, jolloin "fenoksidiryhmä" on ArO^- ja Ar tarkoittaa aromaattista rengasta tai inertisti substituoitua aromaattista rengasta. Esimerkkeihin näistä anionisista vastaioneista, jotka käytettyinä kationisen pinta-aktiivisen ionin kanssa pystyvät muodostamaan viskoelastisia ominaisuuksia vesipitoiseen liuokseen, kuuluvat eri aromaattiset karboksylaattit, kuten o-hydroksibentsoaatti; m- tai p-klooribentsoaatti, metyleeni-bis-salisylaatti ja 3,4-, 3,5- tai 2,4-diklooribentsoaatti; aromaattiset sulfonaatit kuten p-tolueenisulfonaatti ja naftaleenisulfonaatti ja fenoksidit, erikoisesti substituoituneet fenoksidit, milloin nämä vastaionit ovat liukoisia tai 4-amino-3,5,6-triklooripikolinaatti. Vaihtoehtoisesti kationiset vastaionit voivat sisältää onium-ionin, kaikkein edullisimmin kvaternäärisen ammoniumryhmän. Edustaviin kationisiin vastaioneihin, jotka sisältävät kvaternäärisen ammoniumryhmän, kuuluvat bentsyylitrimetyyliammonium tai alkyyylitrimetyyliammonium, jolloin alkyyyliryhmä on edullisesti oktyyli, dekyyli, dodekyyli tai erukyyli ja amiinit, kuten sykloheksyyliamiini. On erittäin suositeltavaa välttää pinta-aktiivisen aineen ja vastaionin stokiometrisiä määriä, jos vastaionin alkyyyliryhmä on suuri. Kationin käyttö vastaionina on yleensä vähemmän edullista kuin anionin käyttö vastaionina. Epäorgaanisia vastaioneja, joko anionisia tai kationisia, voidaan myös käyttää.

Kulloinenkin pinta-aktiivinen ioni ja siihen liittyvä vastaioni valitaan siten, että yhdistelmä muodostaa

viskoelastisia ominaisuuksia vesipitoiseen nesteeseen. Edellä mainitut pinta-aktiiviset ionit ja vastaionit, joiden yhdistelmät muodostavat tällaisia viskoelastisia pinta-aktiivisia aineita, voivat vaihdella ja ne voidaan helposti määrätä edellä esitettyjen testimenettelyjen avulla. Pinta-aktiivisista aineista, jotka muodostavat viskoelastisia ominaisuuksia vesipitoiseen nesteeseen, suositeltaviin pinta-aktiivisiin yhdisteisiin kuuluvat ne, joita esittää kaava



jolloin n on kokonaisluku 13-23, edullisesti 15-21, jokainen R on toisista riippumatta vety tai alkyyli-ryhmä tai alkyyliaryyli tai hydroksialkyyli-ryhmä, jossa on 1-4 hiiliatomia, edullisesti kukin ryhmä R on toisista riippumatta metyyli, hydroksietyyli, etyyli tai bentsyyli ja $\text{X}^{\ominus}$ on o-hydroksibentsoaatti, m- tai p-halogeeneibentsoaatti tai alkyylifenaatti, jolloin alkyyli-ryhmä sisältää edullisesti 1-4 hiiliatomia. Lisäksi jokainen R voi muodostaa pyridiniumryhmän. Erikoisen suositeltaviin pintaaktiivisiin ioneihin kuuluvat setyyli-Trimetyyliammonium, oleyyli-Trimetyyliammonium, erusyylitrimetyyliammonium ja setyyli-pyridinium.

Viskoelastisia pinta-aktiivisia aineita voidaan valmistaa helposti sekoittamalla keskenään halutun kationisen pinta-aktiivisen ionin emäksinen muoto (tai halutun anionisen pinta-aktiivisen ionin hapanta muoto) ja stökiometrin määrä halutun kationisen vastaionin hapanta muotoa (tai halutun anionisen vastaionin emäksistä muotoa). Vaihtoehtoisesti voidaan sekoittaa keskenään stökiometriset määrät kationisen pinta-aktiivisen ionin ja anionisen

vastaionin (tai ekvimolaariset määrät anionisen pinta-aktiivisen ionin ja kationisen vastaionin) suoloja viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen muodostamiseksi. Katso esimerkiksi US-patentissa 2 541 816 esitettyjä menettelyjä.

Yleensä pinta-aktiiviset yhdisteet, joissa on hydrofobinen ryhmä sidottu kemiallisesti ei-ioniseen hydrofiiliseen ryhmään, ovat niitä ei-ionisia pinta-aktiivisia aineita, joilla on viskoelastinen luonne ja joita on tyypillisesti esitetty US-patentissa 3 373 107 ja ne alkyyli-fenyylietoksilaatit, joita on esittänyt Shinoda kirjoituksessaan Solvent Properties of Surfactant Solutions, Marcel Dekker, Inc, (1967). Suositeltavia ei-ionisia pinta-aktiivisia aineita ovat ne tertiääriset amiinioksidipinta-aktiiviset aineet, joiden luonne on viskoelastinen. Yleensä hydrofobista osaa voi esittää edellä mainittu ryhmä R. On huomattava, että ei-ionista pinta-aktiivista ainetta voidaan käyttää tämän keksinnön mukaisessa menetelmässä yhdessä lisämäärän kanssa elektrolyyttiä, kuten edellä on esitetty. On myös edullista käyttää lisäainetta, kuten alkanolia, vesipitoisessa nesteessä, johon ei-ionista pinta-aktiivista ainetta on lisätty, pinta-aktiivisen aineen saamiseksi viskoelastiseksi.

Muita viskoelastisia pinta-aktiivisia aineita, joita voidaan käyttää tämän keksinnön mukaisessa menetelmässä, on esitetty julkaisussa D. Saul et al., J. Chem. Soc., Faraday Trans., 1 (1974) 70(1) sivut 163-170.

Viskoelastista pinta-aktiivista ainetta (luonteeltaan joko ionista tai ei-ionista) käytetään määrä, joka riittää muodostamaan viskoelastiset ominaisuudet nesteeseen, jolloin viskoelastisuus mitataan edellä esitettyjen menetelmien avulla. Yleensä on sellainen määrä viskoelastista pinta-aktiivista ainetta riittävä, joka mitattavasti pienentää kitkaa, joka esiintyy nesteessä, kun sitä käytetään lämmönsiirtosovellutuksissa. Käytetty määrätty visko-

elastinen pinta-aktiivinen aine ja sen pitoisuus nesteessä riippuvat lukuisista tekijöistä mukaanluettuina liuoksen koostumus, lämpötila ja leikkausnopeus, joka kohdistuu virtaavaan nesteeseen. Yleensä jokaisen määrätyn viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen pitoisuus, jota edullisimmin tällöin käytetään, määrätään helposti kokeilemalla. Yleensä viskoelastisia pinta-aktiivisia aineita käytetään edullisesti alueella 0,01-10 painoprosenttia olevina määrinä pinta-aktiivisen aineen ja nesteen painosta laskettuna. Viskoelastista pinta-aktiivista ainetta käytetään edullisemmin 0,05-1 painoprosentin suuruisina määrinä nesteen ja viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen painosta laskettuna.

Tämän keksinnön erittäin edullisessa toteutuksessa käytetään lisämäärä elektrolyyttiä, joka on ioniselta luonteeltaan vastakkainen pinta-aktiivisen ionin kanssa ja joka pystyy liittymään orgaanisena vastaionina mainittuun pinta-aktiiviseen ioniin, alentamaan edelleen kitkaa, jonka viskoelastista pinta-aktiivista ainetta sisältävä neste omaa, ja nostamaan sitä lämpötilaa, johon saakka neste säilyttää virtausvastuksen alentumisen. Elektrolyyttejä, joita tällöin sopivimmin käytetään, ovat mm. elektrolyytit, jotka sisältävät orgaanisia ioneja, jotka liittyessään pintaaktiivisen yhdisteen pinta-aktiivisiin ioneihin muodostavat viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen. Jos orgaanista elektrolyyttiä, on läsnä enemmän kuin stökiometrinen määrä, joka liittyy pinta-aktiiviseen ioniin, niin se pystyy alentamaan edelleen nesteen kitkaa ja nostamaan sitä lämpötilaa, johon saakka neste säilyttää virtausvastuksen vähenemisen. Tällainen orgaaninen elektrolyytti liukenee nesteeseen, joka sisältää viskoelastista pinta-aktiivista ainetta.

Orgaanisen elektrolyytin pitoisuus, joka vaaditaan kitkan pienentämiseksi edelleen ja sen lämpötilan nostamiseksi, johon saakka neste säilyttää virtausvastuksen ale-

nemisen, riippuu lukuisista tekijöistä mukaanluettuina kulloinenkin neste, viskoelastinen pinta-aktiivinen aine ja käytettävä orgaaninen elektrolyytti sekä saavutettu virtausvastuksen väheneminen. Yleensä orgaanisen elektrolyytin pitoisuus on edullisesti alueella 0,1-20, edullisemmin 0,5-5 moolia yhtä moolia kohti viskoelastista pintaaktiivista ainetta.

Yleensä orgaanisia ioneja muodostuu vastaavien orgaanisten elektrolyyttien kuten sopivan orgaanisen ionin suolojen ja happojen tai emästen dissosioituessa. Esimerkiksi orgaaninen elektrolyytti, joka dissosioituessaan muodostaa anionin, alentaa edelleen nesteen kitkaa, joka sisältää viskoelastista pinta-aktiivista ainetta, jossa on kationinen pinta-aktiivinen ioni. Esimerkkeihin näistä anionisista orgaanisista elektrolyyteistä kuuluvat useiden aromaattisten karboksylaattien alkalimetallisuolat, kuten aromaattiset alkalimetallikarboksylaattit, esimerkiksi natriumsalisylaatti ja kaliumsalisylaatti sekä dinatriummetyleeni-bis-salisylaatti; alkalimetalli-ar-halogeenibentsoaatit, esimerkiksi natrium-p-klooribentsoaatti, kalium-m-klooribentsoaatti, natrium-2,4-diklooribensoaatti ja kalium-3,5-diklooribentsoaatti; aromaattiset sulfonihapot, kuten p-tolueenisulfonihappo ja niiden alkalimetallisuolat; naftaleenisulfonihappo; substituoidut fenolit, esimerkiksi ar, ar-dikloorifenolit, 2,4,5-trikloorifenoli, t-butyylifenoli, t-butyylihydroksifenoli ja etyyllifenoli.

Kationinen orgaaninen elektrolyytti, joka dissosioituessaan muodostaa kationin, on käyttökelpoinen myös alennettaessa edelleen nesteen kitkaa, joka sisältää anionisen pinta-aktiivisen ionin sisältävää viskoelastista pinta-aktiivista ainetta. Vaikka kationiset orgaaniset elektrolyytit ovat vähemmän edullisia kuin edellämainitut anioniset orgaaniset elektrolyytit, esimerkkeihin sopivista kationisista elektrolyyteistä kuuluvat kvaternääriset ammoniumsuolat, kuten alkyyli- ja trimetyyliammoniumhalogenidit

ja alkyylitrietyyliammoniumhalogenidit, jolloin alkyyliryhmä edullisesti sisältää 4-22 hiiliatomia ja halogenidi edullisesti on kloridi; aryyli- ja aralkyylitrimetyyliammoniumkloridi; ja alkyylitrimetyylifosfoniumhalogenidit.

5 Edullinen on myös sykloheksyyliamiini. On erittäin edullista välttää pinta-aktiivisen aineen ja vastaionin stökiometrisiä määriä, jos vastaionin alkyyliryhmä on suuri (esimerkiksi enemmän kuin 8 hiiliatomia).

10 Edullisesti orgaaninen elektrolyytti on sama tai muodostaa saman ionin, kuin mikä liittyy vesipitoisen nesteen sisältämän viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen pinta-aktiiviseen ioniin, esimerkiksi alkalimetallisalisylaattia käytetään edullisesti orgaanisena lisäelektrolyyttinä, jos viskoelastinen pinta-aktiivinen aine on -
15 alunperin valmistettu siten, että siinä on salisylaattitai p-tolueenisulfonaatti-vastaioni. Siten kaikkein edullisimpia orgaanisia elektrolyyttejä ovat aromaattisen karboksylaatin alkalimetallisuolat, esimerkiksi natriumsalisylaatti tai natrium-p-tolueenisulfonaatti. On myös lisäksi huomattava, että elektrolyytti voi olla eri kuin käytetty vastaioni.
20

On myös mahdollista käyttää veteen liukenematonta aktiivista aineosaa, kuten öljyä tai muuta orgaanista aineosaa, jota on emulgoitu veteen 0,05-80 prosentin pitoisuuteen. Viskoelastiset pinta-aktiiviset aineet (luonteeltaan joko ionisia tai ei-ionisia), joita käytetään näissä emulsioissa, pyrkivät menettämään viskoelastisuutensa. Tämän oletetaan johtuvan siitä, että öljy tunkeutuu miselleihin ja tuhoaa viskoelastisuutta varten vaadittavat ka-
30 sautumamat. Viskoelastiset pinta-aktiiviset aineet, jotka sisältävät ylimäärän orgaanista elektrolyyttiä, pystyvät sietämään öljyn lisäystä vesipitoisiin nesteisiin pitemmän ajan kuin ne viskoelastiset pinta-aktiiviset aineet, joissa ei ole ylimäärää orgaanista elektrolyyttiä. Kuiten-
35 kin fluoratut viskoelastiset pinta-aktiiviset aineet pys-

tyvät sietämään öljyn lisäystä vesipitoiseen nesteeseen aina 80 prosentin suuruiseen määrään saakka, edullisimmin 20 painoprosentin määrään saakka pitkähkön aikaa.

5 Nesteitä, joilla on alentunut kitka, kun niitä käytetään teollisissa lämmönvaihtosovellutuksissa, valmistetaan sekoittamalla keskenään halutut määrät viskoelastista pinta-aktiivista ainetta ja orgaanista elektrolyyttiä nesteliuoksen muodostamiseksi. Vaihtoehtoisesti ei-ioninen pinta-aktiivinen aine saatetaan kosketukseen nesteen kanssa vesipitoisen nestemäisen liuoksen muodostamiseksi. Saa-
10 dut liuokset ovat stabiileja ja niitä voidaan varastoida pitkiä aikoja. Nesteet sisältävät myös lisäaineita mainittujen nesteiden käyttämiseksi lukuisia teollisia prosesseja varten. Esimerkkeihin teollisista käytöistä kuuluvat
15 kaukolämpö ja veden kuumennus rakennuksissa.

20 Tämän keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettyjen nesteiden lämmönsiirtokertoimet tietyllä virtausnopeus/lämpötila-alueella, ovat pienemmät kuin sellaisten nesteiden lämmönsiirtokertoimet, jotka eivät sisällä viskoelastisia lisäaineita. Tässä keksinnössä käytetyillä nesteillä on kuitenkin samat lämmönsiirtokertoimet ovat samanlaisia kuin nesteellä, joka ei sisällä viskoelastisia lisäaineita, kriittisessä tai sitä korkeammassa lämpötilassa tai kriittisellä tai sitä suuremmalla massavirtausnopeudella. Täten on mahdollista saavuttaa suuri lämmönsiirtokerroin korkean lämpötilan lämmönvaihtoalueella ja virtausvastuksen aleneminen ja pieni lämmönsiirtokerroin jakeluputkistoissa.

30 Kriittinen lämpötila ja kriittinen massavirtausnopeus voivat riippua pinta-aktiivisen ionin rakenteesta ja viskoelastisen pinta-aktiivisen aineen vastaionipitoisuudesta. Esimerkiksi pitkän alkyyliketjun omaavia pinta-aktiivisia ioneja ja/tai vastaionin ylimäärää voidaan käyttää nesteen muodostamiseksi, jonka kriittinen lämpötila on
35 korkeampi ja kriittinen massavirtausnopeus suurempi kuin

vastaavilla nestevalmisteilla. Täten on mahdollista valmistaa lämmönvaihtonesteitä, jotka vastaavat kulloisiakin virtausnopeusvaatimuksia ja lämpötiloja lukuisia lämmönvaihtosovellutuksia varten.

5 Tämän keksinnön mukaisessa menetelmässä käytettyjä nesteitä voidaan käyttää olosuhteissa, joissa aikaisemmin tunnettuja lämmönsiirtonesteitä on käytetty. Edullisiin sovellutuksiin kuuluvat menetelmät, joissa lämmönvaihtolaitte toimii $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$:n ja $150\text{ }^{\circ}\text{C}$:n välisellä lämpötila-
10 alueella. Esimerkiksi voidaan valmistaa koostumuksia, jotka vastaavat lämpötilaolosuhteita ja virtausnopeusvaatimuksia lämmönsiirron suorittamiseksi kuumassa lämpölaitoksen lämmönvaihtajassa. Kuitenkin koostumuksilla saavutetaan halutut virtausvastuksen aleneminen ja lämmönsiirtokertoimen pieneneminen kylmemmissä jakeluputkissa.

Seuraavien esimerkkien tarkoitus on havainnollistaa keksintöä eivätkä ne rajoita sen aluetta. Kaikki osat ja prosenttiluvut on laskettu painon mukaan, ellei toisin ole mainittu.

20 Esiintyvän kitkan määrittämiseksi virtausolosuhteissa ja vesipitoisten koostumusten lämmönsiirto-ominaisuuksien mittaamiseksi valmistetaan putkikiertosysteemi virtaus-
testiä varten. Testauskiertosysteemi käsittää pumppausjärjestelmän, kuumennus- ja jäähdytysjärjestelmän ja testausjärjestelmän.

25 Keskipakopumppua käytetään nesteen pumppaamisen kiertosysteemin lävitse. Sen suurin teho on noin $0,00946\text{ m}^3/\text{s}$ ja otsapaine noin 517 kPa . Kiertosysteemin muu osa muodostuu lämmönvaihtimesta, massavirtausmittarista, testiosasta ja $0,76\text{ m}^3$ paisuntasäiliöstä, jossa on 76 mm sivuputki. Kiertosysteemin pituus on noin $21,3\text{ m}$ ja on se valmistettu ruostumattomasta teräksestä. Lukuunottamatta sivuputkea ja putkia $0,076\text{ m}^3$ säiliöön ja siitä pois, joiden läpimitta on 76 mm , kaikkien putkien läpimitta on 51
35 mm . Kaikki venttiilit tässä kiertosysteemissä ovat pallo-

venttiilejä paitsi kolme kuristusventtiiliä 76 mm putkissa 0,076 m³ säiliön läheisyydessä. Keskipakopumppu pystyy käsittelemään lietteitä ja kierukka itse on rakennettu suurisäteisin taivutuksin hankauksen pienentämiseksi. Sopiva
5 näytekokko testiä varten kierukassa on 100 litraa (0,1 m³).

Kavitaation estämiseksi pumpussa käynnistyksessä ja ilmanpoistossa on 51 mm:n läpimittainen ja 0,9 m:n pituinen pidennys sijoitettu 0,076 m³:n säiliöön. Kun järjestelmää täytetään, testineste imetään tyhjiön avulla läpi koko
10 kiertosysteemin ja sitten säiliöön. Kun järjestelmä on täytetty, ei putkissa ole ilmaa. Venttiili sivuputkessa suljetaan puoliksi käytön aikana virtauksen jakamiseksi sivuputken ja paisuntasäiliön välille ja jotta ilmakuplat voivat poistua säiliöön.

Putkivirtauksen testikiertosysteemin kuumennus ja jäähdytys suoritetaan 174 kilogrammalla vesihöyryä säädettyinä 689 kPa paineeseen ja vesijohtoveden avulla käyttäen kahta lämmönvaihdinta. Ensimmäinen lämmönvaihdin kuumentaa tai jäähdyttää apulämmönsiirtonesteen vesihöyryllä tai
20 vesijohtovedellä. Apulämmönsiirtonestettä pumpataan toiseen päälämmönvaihtimeen, joka kuumentaa tai jäähdyttää testinesteen. Apulämmönsiirtoneste on vettä, joka sisältää korroosionestoainetta. Lämpötila-anturit on sijoitettu päälämmönvaihtimen tulo- ja poistokohtiin lämmönsiirto-
25 arvojen mittaamiseksi. Solenoidiventtiili on sijoitettu vesi/höyry-poistoputkeen paineen suurentamiseksi ja siten lämpötilan nostamiseksi vesi/höyry-kierrossa. Tämän menetelyn avulla voidaan saavuttaa välillä 35-120 °C olevat lämpötilat pääputkivirtaustestikierrossa.

Testausjärjestelmä käsittää tässä esitellyn mittalaitteiston ja 6,1 m pitkän testausosan. Tässä testausosassa on neljä 2 mm:n läpimittaista painemanometriä, jotka on porattu 45 cm välein lähelle putken keskiosaa. Ne eivät häiritse virtauskuviota putkessa. Tulomatka viimeisestä häiriökohdasta ennen painemanometrejä (virtauksen
35

säätöventtiili) on enemmän kuin 50 kertaa putken läpimitta niin, että manometrit ovat täysin kehittyneen turbulentti-virtauksen alueella. Kaksi tärkeää mittaria virtaustesti-putkikiertosisysteemissä ovat Micro Motion Mass Flow Meter Model C200 (Micro Motion Inc. Boulder, Colorado) ja Signature Differential Pressure Transmitter Model 2408-30B (Bristol Babcock Inc., Waterbury, Connecticut).

Esimerkit 1-7

Esimerkki 1 on vesipitoinen koostumus, joka sisältää 0,2 prosenttia setyyli-trimetyyliammoniumsalisylaattia olevaa viskoelastista pinta-aktiivista ainetta, joka on valmistettu sekoittamalla keskenään ekvimolaariset määrät setyyli-trimetyyliammoniumkloridia ja natriumsalisylaattia.

Esimerkki 2 on vesipitoinen koostumus, joka sisältää 0,2 prosenttia setyyli-trimetyyliammoniumsalisylaattia ja 0,2 prosenttia natriumsalisylaattia.

Esimerkkejä 1 ja 2 käytetään testinesteinä virtaus-testiputkikiertosisysteemissä. Testinesteiden lämpötilat ovat aluksi 40 °C, 50 °C ja 60 °C. Apulämmönsiirtonesteen lämpötila on 70 °C. Apulämmönsiirtonesteen lämpötila sen saapuessa ja poistuessa päälämmönvaihtajan kierukasta ja testinesteen lämpötila sen saapuessa päälämmönvaihtajaan ja poistuessa siitä mitataan eri massavirtausnopeuksilla. Testinesteiden kokonaislämmönsiirtokerroin lasketaan seuraavasta yhtälöistä:

$$Q = UA \Delta T_{lm} = mC_p \Delta t$$

jolloin

Q = testinesteen jouleina siirtynyt lämpö,

m = massavirtausnopeus (kg/s. m²),

C_p = nesteen lämpökapasiteetti (joule/kg °C),

Δt = lämpötilan nousu testinesteessä sen siirtyessä päälämmönvaihtimen lävitse ($t_2 - t_1$), °C,

U = kokonaislämmönsiirtokerroin (W/m²·K),

A = lämmönvaihtimen pinta-ala, m²,

ΔT_{lm} = keskimääräinen logaritminen lämpötilan-lasku, °C,

Taulukko 1

Testinesteen lämpötila $T_l, ^\circ\text{C}$	Massavirtaus- nopeus $(\text{kg/s}\cdot\text{m}^2)\cdot 10^5$	Kokonaislämpösiirtokerroin ($\text{W}/(\text{m}^2, \text{k})$)			
		Vesi, teoreettinen	Vesi, kokeellinen	Esimerkki 1	Esimerkki 2
40	0,376	715	726	459,5	410
	0,751	868	857	454,4	427
	1,51	987	942	465,2	458
	2,25	1044	1004	505,9	503
	2,93	-	925	-	-
	3,00	1078	-	635,5	-
50	0,376	743	709	515,0	607
	0,751	891	857	485,8	636
	1,51	1010	965	516,4	601
	2,25	1055	1010	534,8	636
	2,93	1084	948	647	-
	0,376	760	766	732	692
60	0,751	908	914	794	834
	1,51	1021	1089	845	863
	2,25	1067	1141	823	845

$$\frac{(T_2 - t_1) - (T_1 - t_2)}{\ln (T_2 - t_1) - \ln (T_1 - t_2)}$$

$$\ln (T_2 - t_1) - \ln (T_1 - t_2)$$

5 T_1/T_2 = apulämmönvaihtonesteen lämpötila sen saapuessa ja poistuessa päälämmönvaihtimen kierukkaan, °C, t_1/t_2 = testinesteen lämpötila sen saapuessa/poistuessa päälämmönvaihtimesta.

10 Arvot, jotka ilmoittavat lämpötilan ja massavirtausnopeuden vaikutuksen kokonaislämmönsiirtokertoimeen U, on esitetty taulukossa I.

15 Taulukon I arvot osoittavat, että (1) kun massavirtausnopeus suurenee tai (2) kun lämpötila T_1 nousee, viskoelastista pinta-aktiivista ainetta sisältävän nesteen kokonaislämmönsiirtokertoimen U arvo palautuu samaksi kuin veden.

20 Taulukon I lämmönsiirtoarvot seuraavat samaa suuntaa lämpötilan tai massavirtausnopeuden kasvaessa kuin virtauskitkan aleneminen putkessa. Jos lämpötila nousee tai massavirtausnopeus kasvaa, saavutetaan kriittinen lämpötila tai kriittinen massavirtausnopeus, minkä jälkeen nesteen ominaisuudet palautuvat samoiksi kuin liuottimen (tässä tapauksessa vettä). Kriittiset lämpötilat ja kriittiset virtausnopeudet vastuksen alenemisen suhteen ovat 25 hieman suuremmat virtauskitkalle putkessa kuin lämmönsiirtoarvoille. Koska suuntaukset ovat samat, putkivirtauskitkan kriittisiä lämpötiloja ja kriittisiä virtausnopeuksia voidaan käyttää arvioitaessa kokonaislämmönsiirtokertoimen käyttäytymistä.

30 Esimerkki 3 on vesipitoinen koostumus, joka sisältää 0,2 prosenttia setyyli-*trimetyyliammoniumsalisylaattia* ja 0,25 prosenttia *natriumsalisylaattia*. Esimerkki 4 on vesipitoinen koostumus, joka sisältää 0,2 prosenttia *hydrogenoitua taliöljy-trimetyyliammoniumsalisylaattia*. Esimerkki 5 on vesipitoinen koostumus, joka sisältää 0,2 pro-

Taulukko II

Testinesteiden		Minimi-Fanning-kitkatekijä x 10 ³					
lämpötila		Esim. 1	Esim. 3	Esim. 4	Esim. 5	Esim. 6	Esim. 7
T ₁ , °C							
40	1,48	1,11	1,81	-	-	-	1,20
50	1,29	0,979	1,24	0,420	0,904	-	-
60	5,12	1,24	1,00	0,714	1,08	1,36	1,36
70	5,09	3,01	4,90	1,57	1,01	-	-
80	5,04	4,99	-	4,14	1,36	1,86	1,86
90	-	-	-	-	1,42	-	-
100	-	-	-	-	3,13	-	-
110	-	-	-	-	4,56	2,30	2,30
120	-	-	-	-	4,29	2,23	2,23

senttia hydrogenoitua taliöljytrimetyyliammoniumsali-
laattia ja 0,25 prosenttia natriumsalisylaattia. Esimerkki
6 on vesipitoinen koostumus, joka sisältää 0,25 prosenttia
erussyylitrimetyyliammoniumsaliylaattia, 0,125 prosenttia
5 setyyliitrimetyyliammoniumsaliylaattia ja 0,2 prosenttia
natriumsaliylaattia. Esimerkki 7 on vesipitoinen koostu-
mus, joka sisältää 0,2 prosenttia erussyylitrimetyyliammo-
niumsaliylaattia ja 0,2 prosenttia natriumsaliylaattia.

Esimerkkien 1, 3, 4, 5, 6 ja 7 Fanning-kitkakerto-
10 met on laskettu jokaiselle koostumukselle eri lämpötilois-
sa ja Reynolds-luvuilla välillä 60 000 - 965 000 käyttäen
yhlöä:

$$15 \quad \text{Fanning-kitkakerroin} = \frac{D \Delta P^2}{4 LV^2}$$

20 jossa

D = rengasmaisen putken läpimitta cm, jonka lävitse
neste johdetaan,

ΔP = nesteen painehäviö dyne/cm² sen virratessa
pyöreän putken lävitse,

25 @ = vesipitoisen nesteen tiheys g/cm³

L = putken pituus cm, jonka lävitse neste virtaa,

V = vesipitoisen nesteen nopeus cm/s.

Pienimmät Fanning-kitkakertoimet jokaisessa läm-
pötilassa on esitetty taulukossa II.

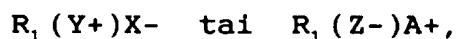
Taulukon II arvot osoittavat, että pinta-aktiivinen ioni ja ylimäärä vastaionia voivat nostaa kriittistä lämpötilaa, jossa pienin Fannin-kitkakerroin on havaittu.

- 5 Taulukkojen I ja II arvot osoittavat, että kriittinen lämpötila ja kriittinen massavirtausnopeus riippuvat sekä pinta-aktiivisen ionin rakenteesta että vastaionin pitoisuudesta testinesteessä. Täten viskoelastisia pinta-aktiivisia valmisteita voidaan suunnitella siten, että ne vastaavat lämpötilaolosuhteita ja virtausnopeus-
- 10 vaatimuksia lukuisissa lämmönsiirtosovellutuksissa.

Patenttivaatimukset

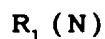
1. Menetelmä suljetussa systeemissä virtaavan, kuumennus- ja jäähdytysvaiheille altistetun lämmönvaihtoneste-
 5 teen kokonaislämmönsiirtokertoimen säätämiseksi, t u n -
 n e t t u siitä, että lämmönvaihtonesteeseen lisätään
 pinta-aktiivista koostumusta, joka sisältää

(1) pinta-aktiivista yhdistettä, jossa on hydrofo-
 binen osa kemiallisesti sitoutuneena ioniseen hydrofiili-
 10 seen osaan, ja elektrolyyttiä, jossa on osa, joka pystyy
 liittymään pinta-aktiivisen aineen ioniin, niin että muo-
 dostuu viskoelastinen pinta-aktiivinen aine, jolloin pin-
 ta-aktiivisella yhdisteellä on kaava



joissa hydrofobinen osa R_1 sisältää alkyyli- tai alkenyy-
 li- tai inertisti substituoidun alkyyli- tai alkenyyli-ryh-
 män, jonka ketjun pituus on vähintään 12 hiiliatomia, ja
 20 on kemiallisesti sitoutunut kationiseen osaan Y^+ tai anio-
 niseen osaan Z^- yhdessä vastaionien X^- tai vastaavasti A^+
 kanssa, jotka yhdessä pystyvät muodostamaan viskoelastisen
 pinta-aktiivisen aineen lämmönvaihtonesteessä; tai

(2) pinta-aktiivista yhdistettä, jossa on hydrofo-
 25 binen osa kemiallisesti sitoutuneena ei-ioniseen osaan ja
 jolla pinta-aktiivisella yhdisteellä on kaava



30 jossa R_1 on edellä määritelty ja on kemiallisesti sitoutu-
 nut ei-ioniseen osaan N , joka yhdiste pystyy aikaansaamaan
 viskoelastisen luonteen,,
 jolloin pinta-aktiivinen koostumus valitaan siten, että
 sillä on lämmönsiirtokerroin, joka on samanlainen kuin
 35 nesteellä, joka ei sisällä pinta-aktiivista koostumusta,

korkean lämpötilan lämmönvaihtoalueella samalla kun se aikaansaa kitkan pienenemisen ja pienen lämmönsiirtoker-toimen jakelujohdoissa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
5 t u n n e t t u siitä, että lisätään lisämäärä elektro-lyyttiä, jossa on osa, joka pystyy liittymään pinta-aktiiviseen ioniin.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että viskoelastista pinta-aktiivi-
10 sen aineen koostumusta käytetään 0,01-10 painoprosentin suuruinen määrä laskettuna pinta-aktiivista koostumusta sisältävän lämmönvaihtonesteen painosta.

4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että lisäelektrolyytin määrä on
15 0,1-20 moolia yhtä moolia kohti viskoelastista pinta-aktiivisen aineen koostumusta.

5. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä,
t u n n e t t u siitä, että lämmönvaihtonesteen lämpötila on välillä -40-150°C.

Patentkrav

1. Förfarande för reglering av totalvärmeöverföringskoefficienten hos en värmeväxlingsvätska, som strömmar i ett slutet system och som utsätts för uppvärmnings- och avkylningssteg, k ä n n e t e c k n a t därav, att i värmeväxlingsvätskan tillsätts en ytaktiv komposition, som innehåller

(1) en ytaktiv förening innehållande en hydrofob del kemiskt bunden till en jonisk hydrofil del, och en elektrolyt innehållande en del, som förmår förena sig med jonen i ett ytaktivt ämne, så att ett viskoelastiskt ytaktivt ämne bildas, varvid den ytaktiva föreningen har formeln



vari den hydrofoba delen R_1 innehåller en alkyl- eller alkenyl- eller inert substituerad alkyl- eller alkenylgrupp med en kedjelängd av minst 12 kolatomer och är kemiskt bunden till en katjonaktiv del Y^+ eller en anjonaktiv del Z^- tillsammans med motjoner X^- respektive A^+ , vilka tillsammans förmår bilda ett ytaktivt ämne i värmeväxlingsvätskan; eller

(2) en ytaktiv förening innehållande en hydrofob del kemiskt bunden till en icke-jonisk del och den ytaktiva föreningen har formeln



vari R_1 är som ovan definierats och är kemiskt bunden till en icke-jonisk del N , vilken förening förmår åstadkomma en viskoelastisk karaktär,

varvid den ytaktiva kompositionen väljs så, att den har en värmeöverföringskoefficient, som är likadan som koeffi-

cienten hos en vätska, som inte innehåller den ytaktiva kompositionen, inom ett värmeväxlingsområde med hög temperatur samtidigt som den åstadkommer en förminskning av friktionen och en låg värmeöverföringskoefficient i distributionsledningarna.

2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e - t e c k n a t därav, att man tillsätter en ytterligare mängd elektrolyt innehållande en del, som förmår förena sig med den ytaktiva jonen.

3. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e - t e c k n a t därav, att den viskoelastiska kompositionen av det ytaktiva ämnet används i en mängd av 0,01-10 viktprocent beräknat på vikten av värmeväxlingsvätskan som innehåller den ytaktiva kompositionen.

4. Förfarande enligt patentkravet 2, k ä n n e - t e c k n a t därav, att mängden tillsatselektrolyt är 0,1-20 mol per mol komposition innehållande det viskoelastiska ytaktiva ämnet.

5. Förfarande enligt patentkravet 3, k ä n n e - t e c k n a t därav, att värmeväxlingsvätskans temperatur är -40-150 °C.