

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

**PATENTTI- JA REKISTERIHALLITUS
PATENT- OCH REGISTERSTYRELSEN
FINNISH PATENT AND REGISTRATION OFFICE**

(10) FI 945809 A7

**(12) JULKISEKSI TULLUT PATENTTIHAKEMUS
PATENTANSÖKAN SOM BLIVIT OFFENTLIG
PATENT APPLICATION MADE AVAILABLE TO THE
PUBLIC**

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **945809**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**C10M105/74
C10M169/04
C10M129:10
C10M129:14
C10M129:18
C10M129:66
C10M133:12
C10M133:46
C10M135:10**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **01.06.1993**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **09.12.1994**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **02.02.1995**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **13.06.2019**

(86) Kansainvälinen hakemus - **01.06.1993 PCT/US1993/005201**
Internationell ansökan - International
application

(32) (33) (31) Etuokeus - Prioritet - Priority

11.06.1992 US 897189

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • Monsanto Company, 800 North Lindberg Boulevard, SAINT LOUIS, MO 63166, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • Deetman, Gerbrand, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

(54) Keksinnön nimitys - Uppfinningens benämning - Title of the invention

Toiminnallinen neste

Funktionell vätska

Stabiloituja, fosfaattipohjaisia toiminnallisia nestekoostumuksia

Keksinnön tausta

5 Tämä keksintö koskee fosfaattiesteriä sisältäviä funktionaalisia nesteitä ja erityisemmin fosfaattiesterinesteitä, joilla on parannettu terminen, hydrolyyttinen ja hapettumisstabiilius ja jotka ovat käyttökelpoisia lentokoneiden hydraulinesteinä.

10 Funktionaalisia nesteitä on käytetty elektroniikan jäähdytysaineina, diffuusiopumppunesteinä, voiteluaineina, vaimennusnesteinä, rasvojen perusaineina, voimansiirto- ja hydraulinesteinä, lämmönsiirtonesteinä, lämpöpumppunesteinä, jäähdytyslaitenesteinä ja ilmastointijärjestelmien suodatusaineina. Hydraulinesteiden, joita on tarkoitus
15 käyttää lentokoneiden hydraulijärjestelmässä monenlaisten mekanismien ja lentokoneen kontrollijärjestelmien ohjaamiseksi, pitää täyttää tiukat funktionaaliset ja käyttövaatimukset. Kaikkein tärkeimpiin lentokoneen hydraulinesteelle asetettaviin vaatimuksiin kuuluu se, että se on
20 stabiili hapettavaa ja hydrolyyttistä tuhoutumista vastaan korkeissa lämpötiloissa.

Käytössä lentokoneen hydraulinesteet tulevat tavallisesti kosteuden kontaminoimiksi. Vesi tulee hydraulijärjestelmään ilmavuotona moottorin kompressorivaiheesta.
25 Käytön aikana tyyppin IV lentokoneen hydraulinesteiden kosteustaso on tavallisesti noin 0,2 - noin 0,35 paino-%. Vesi aikaansaa fosfaattiestereiden hydrolyyttistä hajoamista, mikä tuottaa fosforihapon osittaisestereitä. Esterin hydrolyyttinen hajoaminen kiihtyy, mikäli vesipitoisuus ylittää noin 0,5 paino-%:n. Tavallisesti lentokoneen fosfaattiesterihydraulinesteiden koostumus tehdään sellaiseksi, että ne sisältävät haponpoistajaa, joka neutraloi fosforihapon osittaisesterit, joita vapautuu triesterin hydrolyyttisessä hajoamisessa. Ajan mukana haponpois-
35

taja kuitenkin vähenee ja muodostuu organometallisia yhdisteitä monimutkaisissa reaktioissa, joihin osallistuvat fosfaattitriesteri, fosforihapon osittaisesterit ja metalliympäristön pinnat, joiden sisällä hydraulineste tavallisesti on. Nämä organometalliyhdisteet, joista rautafosfaatti on yleensä kaikkein merkittävin sivutuote, eivät ole liukenevia hydraulinesteeseen.

Suuremman suorituskyvyn lentokoneita käytetään olosuhteissa, joissa hydraulinesteet joutuvat korkeampiin lämpötiloihin. Nykyiset A-luokan nesteet toimivat maksimilämpötiloissa alueella 107 - 116 °C (225 - 240 °F). Suunnitellut lentokonesovellukset altistavat kuitenkin lentokoneiden hydraulinesteet bulkinestelämpötiloille, jotka ovat alueella 135 °C (275 °F) tai korkeampia. Tällaisissa lämpötiloissa fosfaattiestereiden hapettumisen tai hydrolyyttisen hajoamisen mahdollisuus lisääntyy merkittävästi.

Fosfaattiesterihydraulinesteiden hajoaminen kiihtyy myös, kun nesteet ovat alttiina paineilmalle. Tällaisten nesteiden hapettumisnopeus ilmassa kasvaa myös lämpötilan mukana. Siten sovelluksiin, joissa lämpötila on 135 °C (275 °F) tai korkeampi, tarvitaan nesteitä, joilla on sekä parempi stabiilius termistä hapettumista vastaan että parempi terminen hydrolyyttinen stabiilius.

Eroosio-ongelmien voidaan myös olettaa lisääntyvän bulkinestelämpötilan mukana. Eroosio on sähkökemiallisen korroosion muoto, johon tarkemmin voidaan viitata zetakorroosiona, ja jonka nopeudet kasvavat lämpötilan kasvaessa. Kavitaatiomahdollisuus, joka on yksi eroosio-ongelmien mekaanisista lähteistä, todennäköisesti myös kasvaa lämpötilan noustessa. Kun eroosio etenee, metallisten tai muiden liukenemattomien komponenttien läsnäolo saattaa johtaa suodattimen tukkeutumiseen ja vaihtoon ja se voi aiheuttaa muutoksen nesteen fysikaalisissa ja kemiallisissa ominaisuuksissa vaatien siten ennen aikaista nesteiden poistoa

järjestelmästä. Metalliepäpuhtaudet pienentävät myös nesteen hapettumisstabiiliutta lisäten korrosiota. Minkä tahansa metallisten (tai muiden) epäpuhtauksien aiheuttamasta kontaminaatiosta johtuvan vaikutuksen lisäksi, neste voi kärsiä huononemisesta monilla muilla tavoilla, mukaan lukien: a) viskositeettimuutos; b) happoluvun nousu; c) kasvanut kemiallinen reaktiivisuus; ja d) värinmuutos.

Lentokoneissa käyttökelpoista hydraulinestettä on saatavilla patentin hakijoiden siirron saajalta kauppanimellä Skydrol® LD-4. Tämä koostumus sisältää 30 - 35 paino-% dibutyylifenyyllifosfaattia, 50 - 60 paino-% tributyyllifosfaattia, 5 - 10 paino-% difenyyliditioetaania kupari-korrosioinhibiittorina, 0,005 - noin 1 paino-%, mutta edullisesti 0,0075 - 0,075 % perfluoriaalkyyli-sulfonihapposuolaa antieroosioaineena, 4 - 8 paino-% haponpoistajaa, joka on tyyppiä, joka on kuvattu US-patenttijulkaisussa 3 723 320, ja noin 1 paino-% 2,6-di-t-butyylip-kresolia antioksidanttina. Tämä koostumus on osoittautunut erittäin tyydyttäväksi korkean suorituskyvyn lentokonesovelluksissa. Sitä ei kuitenkaan ole suunniteltu toimintalämpötiloihin, jotka ulottuvat alueelle 135 °C (275 °F).

Keksinnön yhteenveto

Tämän keksinnön useiden päämäärien joukosta on sitten pantava merkille stabiloidun fosfaattiesteripohjaisen funktionaalisen nestekoostumuksen aikaansaaminen, joka neste on käyttökelpoinen hydraulinesteenä lentokonesovelluksissa; sellaisen nestekoostumuksen aikaansaaminen, jolla on parannettu hydrolyyttinen stabiilius, erityisesti korkeissa lämpötiloissa; sellaisen nestekoostumuksen aikaansaaminen, jolla on parannettu hapettumisstabiilius korkeissa lämpötiloissa; sellaisen nestekoostumuksen aikaansaaminen, jolla on edulliset viskositeettiominaisuudet ja erityisesti viskositeettistabiilius leikkausolosuhteissa; sellaisen nesteen aikaansaaminen, jolla on suhteellisen matala tiheys; sellaisen nesteen aikaansaaminen,

jolla on paitsi korkea hapettumissvastustuskyky myös alhainen myrkyllisyys; sellaisen koostumuksen aikaansaaminen, jolla on parannetut antieroosio-ominaisuudet; ja sellaisen nestekoostumuksen aikaansaaminen, jolla on parannettu vastustuskyky lentokoneen tai muun hydraulinjärjestelmän metallikomponenttien korroosiota vastaan.

Siksi tämä keksintö lyhyesti sanoen koskee nestekoostumusta, joka on sopiva käytettäväksi lentokoneen hydraulijärjestelmänä. Koostumus sisältää palonkestävää fosfaattiesteriperusainetta perusaineen sisältäessä noin 10 - 90, edullisesti noin 10 - 72 paino-% trialkyylifosfaattia, noin 0 - 70 paino-% dialkyyliaryyliylofosfaattia ja noin 0 - 25 paino-% alkyylidiaryyliylofosfaattia edellyttäen, että kunkin perusainekomponentin suhteellisen määrän summan täytyy olla 100 %. Trialkyyliylofosfaatin, dialkyyliaryyliylofosfaatin ja alkyylidiaryyliylofosfaatin alkyylisubstituentit sisältävät 3 - 8 hiiliatomia, edullisesti 4 - 8 hiiliatomia, vielä edullisemmin 4 - 5 hiiliatomia, ja ne ovat liittyneet fosfaattiosaan primaarisen hiiliatomin kautta. On vielä lisäksi edullista, että trialkyyliylofosfaatin, dialkyyliaryyliylofosfaatin ja alkyylidiaryyliylofosfaatin alkyylisubstituentit ovat isoalkyyli-ryhmiä (jolloin isoalkyyli-ryhmän täytyy sisältää vähintään neljä hiiliatomia täyttääkseen vaatimuksen olla sidottu fosfaattiryhmään primaarisen hiiliatomin kautta). Edullisessa suoritusmuodossa koostumuksen perusaine sisältää noin 50 - 72 paino-% trialkyyliylofosfaattia, noin 18 - 35 paino-% dialkyyliaryyliylofosfaattia ja noin 0 - 5 paino-% alkyylidiaryyliylofosfaattia. Palonkestävän perusaineen lisäksi koostumus sisältää haponpoistajaa sellaisena määränä, että se tehokkaasti neutraloi fosforihapon osittaisesterit, joita syntyy in situ minkä tahansa perusaineen fosfaattiesterin hydrolysoituessa; antieroosiolisäainetta määränä, joka tehokasti estää virtauksen aiheuttaman hydraulijärjestelmien hydraulisten servoventtilien virtausmittausreunojen sähkökemial-

lisen tai zetakorroosion; viskositeetti-indeksin parantajaa sellaisena määränä, joka tehokkaasti aiheuttaa sen, että nestekoostumuksen viskositeetti-indeksi on ainakin noin 3,0 cSt noin 99 °C:ssa (210 °F), ainakin 9,0 cSt noin 38 °C:ssa (100 °F) ja pienempi kuin 4 200 cSt -54 °C:ssa (-65 °F); ja antioksidanttia sellaisena määränä, joka tehokkaasti estää nestekoostumuksen komponenttien hapettumisen hapen läsnä ollessa.

Edullisesti, kuten edellä on mainittu, trialkyyli-fosfaatin, dialkyyliaryyylifosfaatin ja alkyyliidiaryyylifosfaatin alkyyli-substituentit sisältävät 4 - 8 hiiliatomia, edullisemmin 4 - 5 hiiliatomia. On vielä edullisempaa, että trialkyyli-fosfaatin, dialkyyliaryyylifosfaatin ja alkyyliidiaryyylifosfaatin alkyyli-substituentit ovat isoalkyyli-ryhmiä. Niinpä edullisimmin alkyyli-substituentit ovat C₄- ja C₅-isoalkyyli-ryhmiä, nimittäin isobutyyl- ja vastaavasti isopentyyl-ryhmiä (jälkimmäinen tunnetaan myös isoamyyl-ryhmänä).

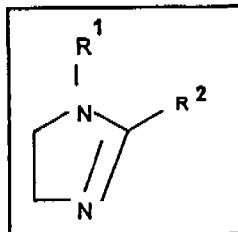
Keksintö koskee lisäksi nestekoostumusta, joka sopii käytettäväksi lentokoneen hydraulinesteenä ja sisältää uutta lisäaineyhdistelmää. Nestekoostumus sisältää palonkestävää fosfaattiesteriperusainetta, joka sisältää noin 10 - 90 paino-% trialkyyli-fosfaattia, noin 0 - 70 paino-% dialkyyliaryyylifosfaattia ja 0 - 25 paino-% alkyyliidiaryyylifosfaattia. Trialkyyli-fosfaatin ja dialkyyliaryyylifosfaatin alkyyli-substituentit sisältävät 3 - 8 hiiliatomia, edullisesti 4 - 8 hiiliatomia ja vielä edullisemmin 4 - 5 hiiliatomia, ja ne ovat liittyneet fosfaattiosaan primaarisen hiiliatomin kautta. On vielä lisäksi edullista, että trialkyyli-fosfaatin, dialkyyliaryyylifosfaatin ja alkyyliidiaryyylifosfaatin alkyyli-substituentit ovat isoalkyyli-ryhmiä (mikä edellyttää, kuten edellä on mainittu, että isoalkyyli-ryhmän täytyy sisältää vähintään neljä hiiliatomia täyttääkseen vaatimuksen olla sidottu fosfaattiryhmään primaarisen hiiliatomin kautta).

Koostumus sisältää lisäksi viskositeetti-indeksin parantajaa osuutena, joka on noin 3 - 10 paino-% koostumuksesta nähden. Viskositeetti-indeksin parantaja sisältää metakrylaattiesteripolymeeriä, jonka toistuvat yksiköt sisältävät pääosin butyyli- ja heksyyli-metakrylaattia, ainakin 95 paino-%:lla polymeeriä ollessa molekyylipaino, joka on välillä noin 50 000 - noin 1 500 000. Nestekoostumus sisältää lisäksi antieroosioainetta osuutena, joka on noin 0,02 - 0,08 paino-% koostumuksesta painoprosentteina nestekoostumusta, jolloin antieroosioaine sisältää perfluorialkyyli-sulfonihapon (joka tunnetaan myös perfluorialkaanisulfonihappona) alkalimetallisuolaa, jonka alkyyli-substituentti on heksyyli, heptyyli, oktyyli, nonyyli tai dekyyli. Koostumus sisältää vielä haponpoistajaa noin 1,5 - noin 10 paino-% nestekoostumuksesta ja haponpoistaja sisältää 3,4-epoksisykloheksaanikarboksylaattijohdannaisista tai diepoksidiyhdistettä, joka US-patenttijulkaisussa 4 206 067 kuvattua tyyppiä. Koostumus sisältää lisäksi 2,4,6-trialkyyli-fenolia osuutena, joka on noin 0,1 - 1 paino-%, di(alkyyli-fenyyl)amiinia noin 0,3 - 1 paino-%, ja estettyä polyfenoliyhdistettä, joka on bis(3,5-dialkyyli-4-hydroksiaryyli)metaani, 1,3,5-trimetyyli-2,4,6-tris-(3,5-di-t-butyyli-4-hydroksiaryyli)bentseeni tai näiden seos, osuutena, joka on noin 0,3 - 1 paino-% nestekoostumuksen painosta. Trialkyyli-fosfaatin, dialkyyliaryyli-fosfaatin ja alkyyli-diaryyli-fosfaatin alkyyli-substituentit ovat edullisesti C₄- ja C₅-isoalkyyli-ryhmiä, nimittäin iso-butyyli- ja vastaavasti isopentyli-ryhmiä (jälkimmäinen tunnetaan myös isoamyyli-ryhmänä).

Tämä keksintö koskee lisäksi nestekoostumusta, joka on sopiva käytettäväksi lentokoneen hydraulinesteenä ja joka sisältää palonkestävän fosfaattiesteriperusaineen. Perusaine sisältää noin 10 - 90 paino-% trialkyyli-fosfaattia, jossa alkyyli-substituentit ovat oleellisesti C₄- tai C₅-isoalkyyli, noin 0 - noin 70 paino-% dialkyyliaryyli-fos-

- faattia, jossa alkyylisubstituentit ovat oleellisesti C₄- tai C₅-isoalkyyli, ja noin 0 - 25 paino-% alkyylidiaryylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit ovat oleellisesti C₄- tai C₅-isoalkyyli, ja noin 0 - 25 paino-% alkyylidiaryylifosfaattia. Nestekoostumus sisältää lisäksi haponpoistajaa sellaisena määränä, että se tehokkaasti neutraloi fosforihapon osittaisesterit, joita syntyy in situ minkä tahansa perusaineen fosfaattiesterin hydrolysoitussa; antieroosiolisläimettä määränä, joka tehokkaasti estää virtauksen aiheuttaman hydraulijärjestelmien hydraulisten servoventtilien virtausmittausreunojen sähkökemiallisen tai zetakorroosion; viskositeetti-indeksin parantajaa sellaisena määränä, joka tehokkaasti aiheuttaa sen, että nestekoostumuksen viskositeetti-indeksi on ainakin noin 3,0 cSt noin 99 °C:ssa (210 °F), ainakin 9,0 cSt noin 38 °C:ssa (100 °F) ja pienempi kuin 4 200 cSt -54 °C:ssa (-65 °F); ja antioksidanttia sellaisena määränä, joka tehokkaasti estää nestekoostumuksen komponenttien hapettumisen hapen läsnä ollessa.
- 20 Keksintö koskee lisäksi nestekoostumusta, joka sopii käytettäväksi lentokoneen hydraulinesteenä ja joka sisältää fosfaattiesteriperusaineen. Perusaine sisältää noin 10 - 90, edullisesti 10 - 72 paino-%, trialkyyylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit oleellisesti sisältävät 4 tai 5 hiiliatomia ja ovat edullisesti C₄- tai C₅-isoalkyyli-ryhmiä (nimittäin isobutyyli- tai isopentyyli-ryhmiä), noin 0 - 70 paino-% dialkyylidiaryylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit oleellisesti sisältävät 4 tai 5 hiiliatomia ja ovat edullisesti C₄- tai C₅-isoalkyyli-ryhmiä (nimittäin isobutyyli- tai isopentyyli-ryhmiä), ja noin 0 - 25 paino-% alkyylidiaryylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit oleellisesti sisältävät 4 tai 5 hiiliatomia ja ovat edullisesti C₄- tai C₅-isoalkyyli-ryhmiä (nimittäin isobutyyli- tai isopentyyli-ryhmiä). Nestekoostumus sisältää lisäksi haponpoistajaa sellaisena määränä, että se

tehokkaasti neutraloi fosforihapon osittaisesterit, joita syntyy in situ minkä tahansa perusaineen fosfaattiesterin hydrolysoituessa; antieroosiolisäainetta määränä, joka tehokkaasti estää virtauksen aiheuttaman hydraulijärjestelmien hydraulisten servoventtilien virtausmittausreunojen sähkökemiallisen tai zetakorroosion; viskositeettindeksin parantajaa sellaisena määränä, joka tehokkaasti aiheuttaa sen, että nestekoostumuksen viskositeettindeksi on ainakin noin 3,0 cSt noin 99 °C:ssa (210 °F), ainakin 9,0 cSt noin 38 °C:ssa (100 °F) ja pienempi kuin 4 200 cSt -54 °C:ssa (-65 °F); antioksidanttia sellaisena määränä, joka tehokkaasti estää nestekoostumuksen komponenttien hapettumisen hapen läsnä ollessa; ja 4,5-dihydroimidatsoliiyhdistettä sellaisena määränä, että se tehokkaasti vähentää ainakin noin 25 %:lla 149 °C:ssa (300 °F) fosfaattitriesterien hajoamisnopeutta koostumuksessa fosforihapon osittaisestereiksi mitattuna epoksidin häviämällä. 4,5-dihydroimidatsoliiyhdiste vastaa kaavaa



jossa R¹ on vety, alkyyl, alkenyyli, hydroksialkyyl, hydroksialkenyyli, alkoksialkyyl tai alkoksialkenyyli ja R² on alkyyl, alkenyyli tai alifaattinen karboksylaatti.

Keksintö koskee lisäksi nestekoostumusta, joka sopii käytettäväksi lentokoneen hydraulinesteenä ja sisältää palonkestävää fosfaattiesteriperusainetta. Perusaine sisältää noin 10 - 90, edullisesti noin 10 - 72, paino-% trialkyylifosfaattia, noin 0 - 35 paino-% dialkyyliaryylifosfaattia ja 0 - 25 paino-% alkyylidiaryylifosfaattia. Trialkyylifosfaatin ja dialkyyliaryylifosfaatin alkyyl-

substituentit sisältävät 3 - 8 hiiliatomia, edullisesti 4 - 8 hiiliatomia ja vielä edullisemmin 4 - 5 hiiliatomia, ja ne ovat liittyneet fosfaattiosaan primaarisen hiiliatomin kautta. On vielä lisäksi edullista, että trialkyylifosfaatin ja dialkyyliaryylifosfaatin alkyyli-substituentit ovat isoalkyyli-ryhmiä, mikä edellyttää, että isoalkyyli-ryhmän täytyy sisältää vähintään neljä hiiliatomia täyttääkseen vaatimuksen, että isoalkyyli-ryhmän täytyy olla sidottu fosfaattiryhmään primaarisen hiiliatomin kautta. Dialkyyliaryylifosfaattiestereiden ja triaryylifosfaattiestereiden aryyli-substituentit ovat tyypillisesti fenyyli-ryhmiä, mutta voivat olla myös alkyyli-substituotuja fenyyli-ryhmiä (alkyylifenyylejä), jolloin alkyyli-substituentti on C_{1-9} , edullisesti C_{3-4} . Rajoittamattomia esimerkkejä alkyyli-substituoiduista fenyyli-substituenteista ovat tolyyli (joka tunnetaan myös metyylifenyylinä), etyyli-fenyyl, isopropyyli-fenyyl, isobutyli-fenyyl, t-butyli-fenyyl ja vastaavat. Nestekoostumus sisältää lisäksi haponpoistajaa sellaisena määränä, että se tehokkaasti neutraloi fosforihapon osittaisesterit, joita syntyy in situ minkä tahansa perusaineen fosfaattiesterin hydrolysoituessa; antieroosiolisläimettä määränä, joka tehokkaasti estää virtauksen aiheuttaman hydraulijärjestelmien hydraulisten servoventtiilien virtausmittausreunojen sähkökemiallisen tai zetakorroosion; viskositeetti-indeksiä parantajaa sellaisena määränä, joka tehokkaasti aiheuttaa sen, että nestekoostumuksen viskositeetti-indeksi on ainakin noin 3,0 cSt noin 99 °C:ssa (210 °F), ainakin 9,0 cSt noin 38 °C:ssa (100 °F) ja pienempi kuin 4 200 cSt -54 °C:ssa (-65 °F); ja antioksidanttia sellaisena määränä, joka tehokkaasti estää nestekoostumuksen komponenttien hapettumisen hapen läsnä ollessa.

Lyhyt kuvaus piirroksista

Kuviot 1 - 12 ovat epoksidin häviäminen vs. aikakäyriä hydraulinesteformulaatioille, joita testattiin

vaihtelevissa lämpötiloissa, kosteuspitoisuuksissa ja muilla parametreilla; ja

5 Kuvio 13 on pylväsdiagrammi, joka kuvaa tämän keksinnön mukaisten stabiloitujen fosfaattiesteripohjaisten funktionaalisten nestekoostumusten ylivoimaisia antikorroosio-ominaisuuksia.

Kuvaus edullisista suoritusmuodoista

Tämän keksinnön mukaisesti on havaittu, että saadaan aikaan hydraulineste, jolla on parannettu terminen, 10 hydrolyyttinen ja hapettumisstabiilius, käyttämällä fosfaattiesteriperusainetta, joka sisältää korkean konsentraation alkyyliesteriosia ja sisältää suhteellisen pieniä määriä fenyyliestereitä tai muita aryyliestereitä. Perusaine sisältää seoksen trialkyylifosfaattia ja dialkyyliaryylifosfaattia, joista kummassakin alkyylisubstituentit 15 ovat C_{3-8} , edullisesti C_{4-8} ja vielä edullisemmin C_4 tai C_5 ja ovat liittyneet fosfaattiosaan primaarisen hiilen kautta. On vielä edullisempaa, että trialkyylifosfaatin ja dialkyyliaryylifosfaatin alkyylisubstituentit ovat isoalkyyli- 20 ryhmiä (mikä edellyttää, että isoalkyyli ryhmän täytyy sisältää vähintään neljä hiiliatomia täyttääkseen vaatimuksen olla sidottu fosfaattiryhmään primaarisen hiiliatomin kautta). Valinnaisesti perusaine sisältää lisäksi pienen osuuden alkyylidiaryylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentti on edellä määriteltä. Lisähyötyä saadaan aikaan 25 siitä, jos trialkyylifosfaatti-, dialkyyliaryylifosfaatti- ja alkyylidiaryylifosfaattiestereiden alkyylisubstituentit koostuvat pääosin C_4 - tai C_5 -isoalkyyli ryhmistä (nimitetään isobutyylistä tai isopentyylistä enemminkin 30 kuin näiden normaaleista isomeereistä. Myös tässä edullisessa tapauksessa alkyylisubstituentti on liittynyt fosfaattiryhmään primaarisen hiilen kautta.

Parannetun perusaineen lisäksi keksinnön mukainen koostumus sisältää edullisesti lisäaineyhdistelmän, joka 35 edelleen parantaa nesteen ominaisuuksia verrattuna neste-

koostumuksiin, joita alalla on aiemmin käytetty lentokoneen hydraulijärjestelmissä. Lisäksi on havaittu, että tämän keksinnön mukaiset lisäaineyhdistelmät ovat tehokkaita parantamaan ominaisuuksia perusainekoostumuksissa, jotka ovat aiemmin alalla tunnettuja tai jotka muutoin eroavat tämän keksinnön mukaisten nestekoostumusten edullisesta perusaineesta. Mutta kaikkein edullisimmat ominaisuudet saadaan aikaan käyttämällä sekä keksinnön mukaista lisäainepakettia että perusainetta. Näin on erityisesti silloin, kun trialkyylifosfaatin, dialkyyliaryyliyfosfaatin ja alkyyliidiaryyliyfosfaatin, edullisesti trialkyyliyfosfaatin ja dialkyyliaryyliyfosfaatin, alkyyliisubstituentit ovat C_4 - tai C_5 -isoalkyyliyryhmiä (nimittäin isobutyylim- tai isopentyylimryhmiä).

Edullisessa sovellutusmuodossa perusaineelle on ominaista hyvin alhainen alkyyliidiaryyliyfosfaattiesteripitoisuus, edullisesti ei suurempi kuin noin 5 paino-%, edullisemmin ei suurempi kuin noin 2 paino-%. Edelleen on edullista, että aryylisubstituentin sisältävien estereiden, s.o. dialkyyliaryylim-, alkyyliidiaryylim- ja triaryliyfosfaattien, osuuksien summa ei muodosta enempää kuin noin 25 paino-% perusaineesta.

Tarkemmin sanoen on edullista, että perusainekoostumus sisältää noin 10 - noin 72 paino-% trialkyyliyfosfaattia, jossa alkyyliisubstituentti on oleellisesti C_4 tai C_5 , edullisesti C_4 - tai C_5 -isoalkyyliyryhmä (nimittäin isobutyylim tai isopentyylim), noin 18 - 35 paino-% dialkyyliaryyliyfosfaattia, jossa alkyyliisubstituentti on oleellisesti C_4 tai C_5 , edullisesti C_4 - tai C_5 -isoalkyyliyryhmä (nimittäin isobutyylim tai isopentyylim) ja 0 - noin 5 paino-% alkyyliidiaryyliyfosfaattia, edullisesti C_4 - tai C_5 -isoalkyyliyryhmä (nimittäin isobutyylim tai isopentyylim). Edullisesti aryylisubstituentit ovat fenyyli tai alkyyliisubstituoitu fenyyli (alkyyliyfenyyli), jossa alkyyliisubstituentti on C_{1-9} , edullisesti C_{3-4} . Rajoittamattomia esimerkkejä

alkyyli-substituoidusta ovat tolyyli, etyyli-fenyyli, iso-propyyli-fenyyli, isobutyli-fenyyli, t-butyli-fenyyli ja vastaavat, jolloin t-butyli-fenyyli on yleensä edullinen. Kun verrataan esimerkiksi Skydrol[®] LD -hydraulinesteeseen, jossa on merkittävästi suurempi diaryyli- (kuten difenyyli-) esteripitoisuus, keksinnön mukaisen funktionaalisen nesteen perusaineella on merkittävästi parempi hydrolyyt-tinen stabiilius lämpötiloissa, jotka ovat oleellisesti yli 107 °C (225 °F) käytettäessä samaa haponpoistajasysteemiä, joka on mukana LD-4:ssä. Käytettäessä samaa antioksidanttilisäainetta kuin LD-4:ssä tämän keksinnön mukaista perusainetta sisältävällä koostumuksella on merkittävästi parempi stabiilius termisen hapettumisen suhteen. Tulokse-na suhteellisen matalasta perusaineen diaryyli-esteripitoisuudesta, tämän keksinnön mukaisella funktionaalisella nesteellä on suhteellisen matala tiheys, mikä on edullista lentokoneiden hydraulinestesovelluksissa.

Keksinnön mukaisessa edullisessa perusaineessa on erityisen edullista, että alkyyli-substituentit ovat C₄- tai C₅-isoalkyyli (nimittäin isobutyli tai isopentyyli), edullisimmin C₄-isoalkyyli (isobutyli). On havaittu, että perusainekoostumus, joka sisältää tri-isobutyli- tai tri-isopentyyli-fosfaattia ja di-isobutyli- tai di-isopentyyli-fenyyli-fosfaattia, antaa lukuisia etuja verrattuna samoihin koostumuksiin, joissa alkyyli-substituentit ovat n-butyli ja n-pentyyli. Myrkyllisyystutkimukset osoittavat, että isobutyli- ja isopentyyli-esterit ovat myrkyllisyydeltään jopa lievempiä kuin niiden n-butyli- ja n-pentyyli-estereet. Erityisesti isobutyli- ja isopentyyli-esterit aiheuttavat vähemmän ihoärsytystä kuin normaali-alkyyli-esterit. Systeeminen myrkyllisyys on myös pienempi. Taulukossa A verrataan tri-n-isobutyli-fosfaatin (TBP) ja tri-isobutyli-fosfaatin (TIBP) myrkyllisyysominaisuuksia.

Taulukko A

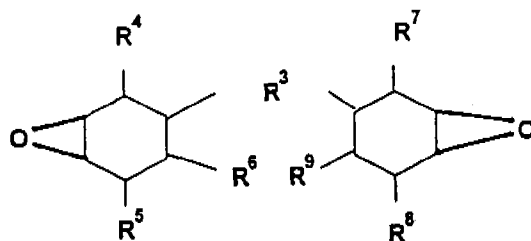
		TBP	TIBP
	Oraalinen LD ₅₀	1 200 mg/kg	>5 000 mg/kg
	Dermaalinen LD ₅₀	>10 000 mg/kg	>5 000 mg/kg
5	Silmä-ärsytys	lievästi ärsyttävää	käytännössä ei ärsyttävää
	Ihoärsytys	vahvasti ärsyttävää	kohtuullisesti ärsyttävää
		TBP	TIBP.
10	Subkrooninen virtsarakon liikakasvu	♂-rotat >1 000 ppm ♀-rotat >5 000 ppm	ei havaittu
15		taso, jolla ei havaittavaa vaikutusta 200 ppm	taso, jolla ei havaittavaa vaikutusta 5 000 ppm
20	Neurotoksisuus kanalla	ei neurotoks. testattu LD ₅₀ = 1 500 mg/kg	ei neurotoks. testattu LD ₅₀ = >5 000 mg/kg
	Mutageenisuus	Ames - neg. CHO/HGPRT - neg.	Ames - neg.
25			Hiiren mikro- ydin - neg. in vitro -sytogeenisuus - neg. in vivo -sytogeenisuus - neg.

Tämän keksinnön yhteydessä on lisäksi merkittävää, että fosfaattiestereiden, joissa fosfaattiryhmään liittyneet alkyylisubstituentit ovat C₄- tai C₅-isoalkyylejä (nimitään isobutyyl- tai isopentyyli-ryhmiä), on lisäksi havaittu olevan hydrolyyttiseltä stabiiliudeltaan ylivoimais-

sia verrattuna vastaaviin normaaleihin alkyyliestereihin korkeissa lämpötiloissa, joille korkean suorituskyvyn lentokoneiden hydraulijärjestelmät ovat alttiina. Isobutyyl- ja isopentyyliesterit parantavat lisäksi huomattavasti tiivisteiden yhtenäisyyttä hydraulijärjestelmien tiivisteiden ollessa tavallisesti valmistettu aineista, joiden on havaittu olevan paljon vähemmän taipuvaisia turpoamiseen, kun ne ovat kosketuksissa isoalkyyliestereiden kanssa, kuin silloin kun ne ovat kosketuksissa vastaavien normaalien alkyyliestereiden kanssa. Lisäksi on havaittu, että isobutyyl- ja isopentyyliestereillä on vielä alhaisempi tiheys kuin vastaavilla normaaleilla alkyyliestereillä, mikä tarkoittaa sitä, että nesteen paino tietyssä lentokoneen hydraulijärjestelmässä on alhaisempi, mikä johtaa parempaan lentokoneen polttoainetehokkuuteen.

Parannetun perusaineen lisäksi keksinnön mukaiset nestekoostumukset sisältävät edullisesti lisääineyhdistelmän, joka edelleen parantaa nesteen ominaisuuksia verrattuna nesteisiin, joita aiemmin on ollut alalla saatavilla lentokoneiden hydraulijärjestelmien käyttöön.

Tarkemmin sanoen koostumus sisältää sellaisen osuuden haponpoistajaa, että se riittää neutraloimaan fosforihapon ja fosforihapon osittaisesterit, joita muodostuu in situ fosfaattiesteriperusaineen komponenttien hydrolyysissä käyttöolosuhteissa, joissa hydraulinestekoostumusta käytetään. Edullisesti haponpoistaja on sellaista 3,4-epoksisykloheksaanikarboksylaattikoostumustyyppiä, jota on kuvattu US-patenttijulkaisussa 3 723 320. Hyödyllisiä ovat myös diepoksidiit, kuten sellaiset, joita on kuvattu US-patenttijulkaisussa 4 206 067 ja jotka sisältävät kaksi toisiinsa kytkeytynyttä sykloheksaaniryhmää, joihin kumpaankin on fuusioitu epoksidiiryhmä. Tällaiset diepoksidiyhdisteet vastaavat kaavaa:



jossa R^3 on orgaaninen ryhmä, joka sisältää 1 - 10 hiili-
 atomia, 0 - 6 happiatomia ja 0 - 6 typpiätomia ja R^4 - R^9
 ovat toisistaan riippumatta valittu vedystä ja alifaatti-
 10 sista ryhmistä, jotka sisältävät 1 - 5 hiiliatomia. Esi-
 merkkidiepoksidiin kuuluvat 3,4-epoksisykloheksyyli-
 metyyli-3,4-epoksisykloheksaani, bis(3,4-epoksi-6-metyyli-
 sykloheksyyli-metyyliadipaatti) ja 2-(3,4-epoksisyklohek-
 15 syyli)-5,5-spiro(3,4-epoksi)sykloheksaani-m-dioksaani.
 Haponpoistajan konsentraatio nestekoostumuksessa on edul-
 lisesti noin 1,5 - 10 paino-%, edullisemmin noin 2 - 8
 paino-%, joka yleensä riittää pitämään hydraulinesteen
 toimintakunnossa noin 3 000 tuntiin asti lentokonekäytös-
 sä.

20 Lämpötilan viskositeettiin kohdistuvan vaikutuksen
 rajoittamiseksi koostumus sisältää lisäksi polymeeristä
 viskositeetti-indeksin parantajaa. Edullisesti viskosi-
 teetti-indeksin parantaja sisältää poly(alkyyli-metakry-
 laatti)esteriä, joka on US-patenttijulkaisussa 3 718 596
 25 kuvattua tyyppiä. Yleensä viskositeetti-indeksin paran-
 tajalla on suuri molekyyli-paino lukukeskimääräisen mole-
 kyyli-painon ollessa noin 50 000 - 100 000 ja painokeski-
 määräisen molekyyli-painon ollessa noin 200 000 - 300 000.
 Edullisesti keksinnön mukaisella viskositeetti-indeksin
 30 parantajalla on suhteellisen kapea molekyyli-painoalue
 suunnilleen 95 paino-%:n viskositeetti-indeksin paranta-
 jakomponentista ollessa molekyyli-painoltaan noin 50 000 -
 1 500 000. Tämä lopputulos saadaan aikaan osittain käyt-
 35 tämällä pääosin butyyli- ja heksyyli-metakrylaattiesterei-
 tä. Viskositeetti-indeksin parantajaa on läsnä osuutena,

joka riittää antamaan kinemaattisen viskositeetin, joka on ainakin noin 3,0, edullisesti noin 3 - 5 cSt 99 °C:ssa (210 °F); ainakin noin 9, edullisesti noin 9 - 15 cSt 38 °C:ssa (100 °F); eikä enempää kuin noin 4 200 cSt -54 °C:ssa (-65 °F). Koostumuksessa käytetty viskositeetti-indeksin parantaja antaa myös ylivoimaiset leikkausstabiiliusominaisuudet. Edullisesti nestekoostumus sisältää noin 3 - 10 paino-% viskositeetti-indeksin parantajaa. Erityisen edullinen viskositeetti-indeksin parantaja on se, jota Rohm & Haas myy kauppanimikkeellä PA6703 ja/tai PA6477. Viskositeetti-indeksin parantajaa on helppo käyttää liuosmuodossa fosfaattiesteriliuottimessa, edullisesti trialkyylifosfaattiesterissä, kuten tributyyli- tai triisobutyylifosfaatissa, tai alkyyli- ja fenyylijohdannais-

5 -54 °C:ssa (-65 °F). Koostumuksessa käytetty viskositeetti-indeksin parantaja antaa myös ylivoimaiset leikkausstabiiliusominaisuudet. Edullisesti nestekoostumus sisältää noin 3 - 10 paino-% viskositeetti-indeksin parantajaa. Erityisen edullinen viskositeetti-indeksin parantaja on se, jota Rohm & Haas myy kauppanimikkeellä PA6703 ja/tai PA6477. Viskositeetti-indeksin parantajaa on helppo käyttää liuosmuodossa fosfaattiesteriliuottimessa, edullisesti trialkyylifosfaattiesterissä, kuten tributyyli- tai triisobutyylifosfaatissa, tai alkyyli- ja fenyylijohdannais-

10 ten seoksessa. Edellä mainitut viskositeetti-indeksin parantajan osuudet on kiintoainepohjaisia (metakrylaattipolymeeri). Fosfaattiesteriliuotin tulee itse asiassa osaksi perusainetta, ja fosfaattiestereiden osuudet kuvastavat, kuten edellä on esitetty, sitä fosfaattiesteriä,

15 joka on lisätty viskositeetti-indeksin parantajan liuottimeksi.

20 Antieroosioainetta lisätään mukaan sellaisena määränä, joka tehokkaasti estää virtauksen aiheuttaman sähkökemiallisen korroosion, johon tarkemmin viitataan zetakor-

25 roosiona. Antieroosiolisäaine on edullisesti alkalimetallisuola, edullisemmin perfluorialkyylisulfonihapon kaliumsuola. Tällaisia antieroosiolisäaineita on täydellisemmin kuvattu US-patenttijulkaisussa 3 679 587. Tyypillisesti alkyylikomponentti sisältää heksyyliä, heptyyliä, oktyyliä, nonyyliä, dekyyliä tai näiden seoksia perfluorioktyylin antaessa yleensä parhaat ominaisuudet. On erityisen edullista, että antieroosioaine sisältää pääosin perfluorioktyylisulfonihapon kaliumsuolaa osuutena, joka on noin 250 - 1 000, edullisimmin ainakin noin 500 ppm. Lentokoneen hydraulinestejärjestelmää käytettäessä antieroosio-

30 lin antaessa yleensä parhaat ominaisuudet. On erityisen edullista, että antieroosioaine sisältää pääosin perfluorioktyylisulfonihapon kaliumsuolaa osuutena, joka on noin 250 - 1 000, edullisimmin ainakin noin 500 ppm. Lentokoneen hydraulinestejärjestelmää käytettäessä antieroosio-

35 neen hydraulinestejärjestelmää käytettäessä antieroosio-

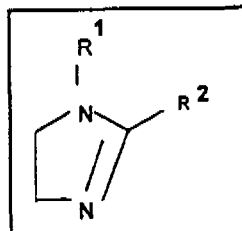
aineen sulfonihappo-osalla on taipumus pienentää hydraulisen pintajännitystä ja siten paremmin peittää metallipinnat, joiden kanssa hydraulineneste normaalisti tulee kosketuksiin. Servoventtiileiden mittausringit ovat yleensä
 5 tärkeimmät metalliosat, jotka tarvitsevat suojausta sähkökemialliselta korroosiolta. Nesteissä olevat positiiviset ionit, mukaan lukien antierosioaineen alkalimetalli-ioni, adsorboituvat metallipintaan ja neutraloivat metallin pinnalla negatiivisia varauksia, joita muutoin syntyisi hydrauliseneste-
 10 virratessa nopeasti yli servoventtiilin mittausringien. Eroosiovastustuskykyä saadaan paremmaksi keksinnön mukaisella koostumuksella, joka edullisesti sisältää perfluorialkyylisulfonisuolaa kaksinkertaisen määrän verrattuna aiemmin alalla tunnettuun koostumukseen,
 15 jota myydään LD4:nä.

Perusaineen diaryyliesteripitoisuuden rajoittaminen vaikuttaa nesteen termiseen, hapettumis- ja hydrolyyttiseen stabiiliuteen. Keksinnön mukainen koostumus sisältää myös yhdistelmän antioksidanttilisäaineita sisältäen edullisesti sekä estettyä fenolia että estettyä polyfenolia. Hydrolyyttisen stabiiliuden on havaittu paranevan, kun fenoli korvataan osittain estetyllä polyfenolilla, ja siten on edullista, ettei koostumus sisällä enempää kuin noin 1,0 paino-%, edullisesti ei enempää kuin noin 0,7
 20 paino-% fenolia, kuten 2,4,6-trialkyylifenolia. On yleisesti edullista, että koostumus sisältää noin 0,1 - 0,7 % 2,4,6-trialkyylifenolia, edullisesti 2,6-di-t-butyylip-kresolia ("Ionol"). Koostumuksen pitäisi lisäksi sisältää noin 0,3 - 1 % estettyä polyfenolikoostumusta, kuten bis-
 30 (3,5-dialkyyli-4-hydroksiaryyli)metaania, esimerkiksi bis-(3,5-di-t-butyyl-4-hydroksifenyyli)metaania, jota Ethyl Corp. myy kauppanimikkeellä Ethanox[®] 702, 1,3,5-trialkyyli-2,4,6-tris(3,5-di-t-butyyl-4-hydroksifenyyli)bentseeni, jota Ethyl Corp. myy kauppanimikkeellä Ethanox[®] 330, tai
 35 näiden seoksia. Koostumus voi sisältää myös amiiniantio-

sidantttia, edullisesti diaryyliamiinia, kuten esimerkiksi
 fenyyli- α -naftyyliamiinia tai alkyylifenyyli- α -naftyyli-
 amiinia tai N-fenyylibentsyyliamiinin reaktiotuotetta
 2,4,4-trimetyylipenteenin kanssa, jota Ciba-Geigy myy
 5 kauppanimikkeellä Irganox[®] L-57; difenyyliamiinia, ditolyy-
 liamiinia, fenyyliitolyyliamiinia, 4,4'-diaminodifenyyli-
 amiinia, di-p-metoksidifenyyliamiinia tai 4-sykloheksyy-
 liaminodifenyyliamiinia; karbatsolihdistettä. kuten N-me-
 tyylikarbatsolia, N-etyylikarbatsolia tai 3-hydroksikar-
 10 batsolia; aminofenolia, kuten N-butyyliminofenolia, N-me-
 tyyli-N-amyyliminofenolia tai N-iso-oktyyli-p-aminofeno-
 lia; aminodifenyylialkaania, kuten aminodifenyyli-metaane-
 ja, 4,4'-diaminofenyyli-metaania jne., aminodifenyyli-ette-
 reitä; aminodifenyyli-tioettereitä; aryyli-substituoituja
 15 alkyleenidiamiineja, kuten 1,2-di-o-toluidi-metaania, 1,2-
 dianilinoetaania tai 1,2-dianilinopropaania; aminobifenyy-
 lejä, kuten 5-hydroksi-2-aminobifenyyliä jne.; aldehydin
 tai ketonin reaktiotuotetta amiinin kanssa, kuten aseto-
 nin ja difenyyliamiinin reaktiotuotetta; kompleksisen dia-
 20 ryyliamiinin ja ketonin tai aldehydin reaktiotuotetta;
 morfoliinia, kuten N-(p-hydroksifenyyli)morfoliinia jne.;
 amidiinia, kuten N,N'-bis-(hydroksifenyyli)asetamidiinia
 tai vastaavaa; akridaania, kuten 9,9'-dimetyyliakridaania,
 fenatiatsiinia, kuten fenatiatsiini, 3,7-dibutyylifenati-
 25 atsiini tai 6,6-dioktyylifenatiatsiini; sykloheksyyliami-
 nia; tai näiden seoksia. Alkyyli-substituoitu difenyyli-
 amiini, kuten di(p-oktyylifenyyli)amiini on edullinen.
 Tietyt amiinikomponentit voivat toimia myös voitelulisä-
 aineina. Amiiniantioksidantti on myös edullisesti läsnä
 30 osuutena, joka on noin 0,3 - 1 paino-%. Pitämällä Ionol-
 pitoisuus nestekoostumuksessa alle 1,0 paino-%, edullises-
 ti alle 0,7 paino-% ja edullisemmin alle 0,5 paino-%,
 koostumuksen myrkyllisyys on jopa alempi kuin Skydrol[®] LD-4
 hydraulineen.

Kuparikorroosioinhibiittorina keksinnön mukainen koostumus sisältää edullisesti bentsotriatsolijohdannais-
 ta, kuten sellaista, jota myydään kauppanimikkeellä Pet-
 5 rolite 57068. Tämä korroosioinhibiittori on läsnä määränä,
 joka riittää deaktivoimaan metallipinnat, jotka ovat kos-
 ketuksissa nestekoostumuksen kanssa niin että metallioksi-
 deja ei muodostu nesteen kanssa kosketuksissa oleville me-
 tallipinnoille; siten vähenetään kuparin liukenemisnopeuk-
 sia hydraulineesteeseen ja pienennetään myös ehkä sellais-
 10 ten osien liukenemista, jotka on valmistettu kuparilejee-
 ringeistä. Edullisesti koostumus sisältää noin 0,005 -
 0,09 paino-% bentsotriatsolijohdannaisista, edullisesti noin
 0,02 - 0,07 paino-%.

Funktionaalisten fosfaattiesterinesteiden tiedetään
 15 korrodoivan sekä rautalejeerinkejä että kuparilejeerinke-
 jä. Useita rautakorroosioinhibiittoreita on saatavilla
 käytettäväksi funktionaalisissa nesteissä, mutta näiden
 tiedetään monissa tapauksissa lisäävän eroosionopeuksia ja
 siten niillä on haitallinen nettovaikutus hydraulinesteen
 20 suorituskykyominaisuuksiin. Keksinnön mukaisesti on kui-
 tenkin keksitty, että tietyt 4,5-dihydroimidatsolijohdis-
 teet ovat tehokkaita rautakorroosioinhibiittoreita, mutta
 ne eivät kuitenkaan vaikuta haitallisesti nesteen eroo-
 sio-ominaisuuksiin. Hyödyllisiin 4,5-dihydroimidatsolijoh-
 25 disteisiin sisältyvät sellaiset, jotka vastaavat rakenne-
 kaavaa



jossa R^1 on vety, alkyyl, alkenyyli, hydroksialkyyl, hyd-
 30 roksialkenyyli, alkoksialkyyl tai alkoksialkenyyli ja R^2
 on alkyyl, alkenyyli tai alifaattinen karboksylaatti.
 Esimerkkiryhmiin, jotka saattavat muodostaa R^1 :n sisältyvät

vety, metyyli, etyyli, propyyli, butyyli, pentyyli, oktyyli, vinyyli, propenyli, oktenyyli, heksenyyli, hydroksietyyli, hydroksiheksyyli, metoksipropyyli, propoksietyyli, butoksipropenyli jne. Esimerkkiryhmiin, jotka saattavat muodostaa R^2 :n sisältyvät oktyyli, dodekyyli, heksadekyyli, heptadekenyyli tai rasvahapposubstituentti kuten 8-karboksioktyyli, 12-karboksidodekyyli, 16-karboksiheksadekenyyli tai 18-karboksioktadekyyli. Erityisen tehokkaassa suoritussuodossa R^1 on vety tai alempi alkyyli ja R^2 on rasvahappojäännös, joka sisältää ainakin noin 9 hiiliatomia, s.o., $-C_8-COOH$ - $-C_{18}-COOH$, edullisesti $C_{16}-C_{18}-COOH$. Toisessa edullisessa suoritussuodossa R^1 on alempi hydroksialkyyli ja R^2 on C_{8-18} -alkenyli. Viimeksi mainitussa tapauksessa saadaan tyydyttävän rautakorroosioinhibiittio kuitenkin aikaan vain, jos 4,5-dihydroimidatsolia käytetään yhdessä aminohappojohdannaisen kanssa, tarkemmin sanoen N-substitoidun aminohapon, jossa N-substituentti sisältää sekä polaarisia että oleofiilisiä osia, esimerkiksi N-alkyyli-N-okso-alkenyliaminohapon.

Lisäksi ja odottamattomasti on havaittu, että tällaisen 4,5-dihydroimidatsoliyhdisteen läsnäolo, tyypillisesti osuutena, joka on noin 0,01 - 0,1 paino-%, ei ainoastaan estä rautakorroosiota vaan vaikuttaa merkittävästi funktionaalisen nesteen stabiiliuteen, kuten on osoitettu epoksidin häviämisenä. On havaittu, että 4,5-dihydroimidatsoliyhdisteen hyödyllinen vaikutus lisääntyy, jos sitä käytetään yhdessä fenolisen antioksidantin kanssa, erityisesti kompleksisen estetyn polyfenolin, kuten bis(3,5-dialkyyli-4-hydroksiaryyli)metaanin tai 1,3,5-trialkyyli-2,4,6-tris(3,5-di-t-butyli-4-hydroksiaryyli)bentseenin kanssa. Esimerkki tällaisista kompleksisista estetyistä polyfenoliyhdisteistä ovat vastaavasti bis(3,5-di-t-butyli-4-hydroksifenyyli)metaani ja 1,3,5-trimetyyli-2,4,6-tris(3,5-di-t-butyli-4-hydroksifenyyli)bentseeni. Optimaalinen stabiiliusvaikutus on havaittu käyttämällä yhdis-

telmää, jossa on 4,5-dihydro-1H-imidatsolin ja C₁₆₋₁₈-rasvahapon kondensaatiotuotetta (Vanderbilt Co. myy kauppanimikkeellä Vanlube RI-G) ja estettyä polyfenolia ja alkyylisubstituoitua diaryyliamiinia, kuten di(p-oktyylifenyyli)amiinia. Tehokas 4,5-dihydroimidatsoliyhdiste tällaisessa yhdistelmässä on myös 2-(8-heptadekenyyli)-4,5-dihydro-1H-imidatsoli-1-etanoli (Ciba-Geigy myy kauppanimikkeellä Amine-O). Toimiakseen rautakorroosioinhibiittorina viimeksi mainittua yhdistettä pitäisi käyttää yhdistelmänä aminohappojohdannaisen, kuten esimerkiksi N-metyyli-N-(1-okso-9-oktadekenyyli)glysiinin kanssa, jota Ciba-Geigy myy kauppanimikkeellä Sarkosyl®-O.

On havaittu, että stabiilius korkeissa lämpötiloissa lisääntyy vielä edelleen, kun 4,5-dihydroimidatsoliyhdistettä käytetään yhdessä fosfaattieriperusaineen kanssa, jossa on fosfaattiryhmään liittyvät alkyyliryhmät ovat oleellisesti C₄- tai C₅-isoalkyylejä (nimittäin isobutyyl- tai isopentyyli-ryhmiä).

Vaikkakaan muilla rautakorroosioinhibiittoreilla kuin 4,5-dihydroimidatsolin käytöllä ei ole havaittu olevan merkittävää hyödyllistä vaikutusta korkealämpötilastabiiliuteen, niiden on havaittu olevan tehokkaita keksinnön mukaisessa funktionaalisessa nesteessä ilman haitallista vaikutusta eroosio-ominaisuuksiin. Hyväksyttäviin rautakorroosioinhibiittoreihin kuuluu esimerkiksi tuote, jota Petrolite myy kauppanimikkeellä Petrolite P-31001.

Jos tarpeellista, nestekoostumus voi sisältää myös vaahdonestoainetta. Tämä on edullisesti silikoninestettä, edullisemmin polyalkyyilisiloksaania, esimerkiksi polymetyyli-
 30
 tyylisiloksaania, jota Dow Corning myy kauppanimikkeellä DC 200. Edullisesti vaahdonestoainetta laitetaan mukaan osuutena, joka riittää estämään vaahdonmuodostuksen ASTM-metodin 892 mukaisissa testiolosuhteissa. Tyypillisesti vaahdonestoaineen pitoisuus koostumuksessa on noin

0,0001 - 0,001 paino-%, tyypillisesti ainakin noin 0,0005 paino-%.

Edullisesti keksinnön mukaisen koostumuksen pH on ainakin noin 7,5, edullisemmin noin 7,5 - 9,0. Tällä alueella olevan pH:n aikaan saamiseksi ja formulaation haponpoistokyvyn parantamiseksi koostumus voi lisäksi sisältää noin 0,0035 - 0,10 paino-%, edullisesti noin 0,01 - 0,10 paino-%, edullisimmin noin 0,02 - 0,07 paino-% alkalimetallifenaattia tai muuta arylaattia. Kaliumfenaatti on edullinen. Sen lisäksi että alkalimetalliarylaatti neutraloi koostumuksen happokomponentteja, se lisättäessä koostumusta hydraulijärjestelmään toimii metallipintojen passivoijana siten vähentäen korroosiota.

Vaikkakin optimiominaisuudet saadaan aikaan koostumuksessa, jossa on alhainen alkyylidiaryylifosfaattipitoisuus ja erityisesti nestekoostumuksissa, joissa käytetään edellä kuvattua keksinnön mukaista perusainetta, keksinnön lisäaineyhdistelmän käyttäminen antaa hyödyllisiä tuloksia, kun sitä käytetään yhdessä minkä tahansa alalla tunnettujen monenlaisten perusainekoostumusten kanssa. Hyöty sellaista estereiden käyttämisestä, joiden alkyylisubstituentit ovat pääosin muodostuneet C₄- tai C₅-isoalkyyleistä (nimittäin isobutyylistä tai isopentyylistä), ulottuu myös yli edellä määriteltujen edullisten konsentraatioalueiden. Laajasti ottaen lisäaineyhdistelmää voidaan käyttää organofosfaattieriperusaineen kanssa, joka sisältää noin 10 - 90, edullisesti noin 10 - 72, paino-% trialkyylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit ovat olennaisesti C₄ tai C₅ (nimittäin butyyli tai pentyyli), edullisesti C₄- tai C₅-isoalkyyliyhmiä (nimittäin isobutyyli tai isopentyyli), noin 0 - 70 paino-% dialkyylidiaryylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit ovat olennaisesti C₄ tai C₅ (nimittäin butyyli tai pentyyli), edullisesti C₄- tai C₅-isoalkyyliyhmiä (nimittäin isobutyyli tai isopentyyli), ja noin 0 - 25 paino-% alkyylidiaryylifosfaattia, jossa al-

kyylisubstituentit ovat olennaisesti C_4 tai C_5 (nimittäin butyyli tai pentyyli), edullisesti C_4 - tai C_5 -isoalkyyli-ryhmiä (nimittäin isobutyyli tai isopentyyli). Edullisessa sovellutusmuodossa lisäaineyhdistelmää käytetään perusai-
 5 neen kanssa, joka sisältää noin 10 - 90, edullisesti 10 - 72, paino-% tributyyli- tai tripentyylifosfaattia, edullisesti tri-isobutyyli- tai tri-isopentyylifosfaattia, noin 0 - 35 paino-% dibutyyliaryyli- tai dipentyyliaryyli-
 10 fosfaattia, edullisesti di-isobutyyliaryyli- tai di-isopentyyliaryylifosfaattia, ja noin 0 - 20 paino-% triaryylifosfaattia. Lisäaineyhdistelmä on myös tehokas yhdessä muilla alueilla olevien perusainekoostumusten kanssa, kuten on seuraavassa esitetty:

15

Taulukko I

Paino-%

	Pesu- aine	Pesu- aine	Pesu- aine	Pesu- aine
Esteri	I	II	III	IV
20 Tri(C_4/C_5 - alkyyli) ¹	10-72 %	10-25 %	50-72 %	80-99 %
Di(C_4/C_5 - alkyyli) ¹ aryy- li	18-70 %	45-70 %	18-75 %	
25 Alkyyli ¹ di- aryyli	0-25 %	5-25 %	0-10 %	
Triaryyli				10-20 %

30

¹Edullisessa sovellutusmuodossa alkyylisubstituentit ovat C_4 - tai C_5 -isoalkyylijä

35

Kuten edellä on esitetty optimiominaisuudet saadaan aikaan yhdistämällä edullinen C_4 - tai C_5 -isoalkyyli- (nimittäin isobutyyli- ja isopentyyli-) esteriperusaine kek-

sinnön mukaisen lisäaineyhdistelmän kanssa. Merkittäviä etuja saadaan kuitenkin vähäisempänä myrkyllisyytenä, alhaisempana tiheytenä, hydrolyyttisenä stabiiliutena, termisenä stabiiliutena ja tiivisteyhtenäisyytenä käyttämällä

5 isoalkyyliestereitä myös muiden lisäaineyhdistelmien kanssa. Edullisessa suoritusmuodossa C_4 - tai C_5 -isoalkyylifosfaattiesteriperusaine sisältää noin 10 - 90, edullisesti noin 10 - 72, paino-% trialkyylifosfaattia, jossa alkyyli-

10 substituentit ovat olennaisesti C_4 - tai C_5 -isoalkyylejä (nimittäin isobutyyli tai isopentyyli), noin 18 - 35 paino-% dialkyyliaryylifosfaattia, jossa alkylisubstituentit ovat olennaisesti C_4 - tai C_5 -isoalkyylejä (nimittäin isobutyyli tai isopentyyli) ja noin 0 - 10 paino-%, edullisesti

15 noin 0 - 5 paino-% alkyyliidiaryylifosfaattia, jossa alkyyli-

substituentit ovat olennaisesti C_4 - tai C_5 -isoalkyylejä (nimittäin isobutyyli tai isopentyyli). Isoalkyyli-

substituenttien käytön edut ovat kuitenkin niin merkittävät, että ne tulevat esiin merkittävässä määrin huomattavasti laajemmalla koostumusten vaihteluvälillä. Siksi yleisesti

20 perusaine, jossa käytetään isoalkyyliestereitä voi sisältää noin 10 - 90 paino-% tri-isobutyyli- tai tri-isopentyylifosfaattia, noin 0 - 70 paino-% di-isobutyyli- tai di-isopentyyliaryylifosfaattia ja noin 0 - 25 paino-% alkyyliidiaryylifosfaattia. Edullisesti alkyyliidiaryylifos-

25 faatin alkyyli-

substituentti on myös isobutyyli- tai isopentyyli, erityisesti kun alkyyliidiaryylifosfaattipitoisuus ylittää noin 5 %. Näiden estereiden aryyli-

substituentti on tyypillisesti fenyyli, mutta se voi olla myös alkyyli-

30 lillä substituoitu fenyyli (alkyylifenyyli), jossa alkyyli-

substituentti on C_{1-9} , edullisesti C_{3-4} . Rajoittamattomia esimerkkejä alkyyli-

lillä substituoiduista fenyyli-

substituenteista ovat tolyyli (joka tunnetaan myös metyyli-

fenyylinä), etyyli-

fenyyli, isopropyyli-

fenyyli, isobutyyli-

fenyyli, t-butyyli-

fenyyli ja vastaavat.

Isoalkyyliperusaine pitäisi yhdistää haponpoistajan kanssa sellaisena määränä, joka tehokkaasti neutraloi fosforihapon ja fosforihapon osittaisesterit, joita muodostuu in situ minkä tahansa perusaineen fosfaattiesterin hydrolyysin takia. Edellä kuvatun kaltaiset haponpoistajat ovat edullisia, mutta muita alalla tunnettuja haponpoistajia voidaan käyttää. Isoalkyylirohjaisten funktionaalisten nesteiden pitäisi sisältää myös antieroosiolisäainetta määränä, joka tehokkaasti estää virtauksen aiheuttaman sähkökemiallisen korroosion hydraulijärjestelmien hydraulisten servoventtiileiden virtausmittausreunoissa. Näiden nesteiden tulisi sisältää myös viskositeetti-indeksin parantajaa sellaisena määränä, joka aiheuttaa nestekoostumukselle edellä esitetyn suuruisen kinemaattisen viskositeetin (viskositeetin), nimittäin viskositeetin, joka on ainakin noin 3,0, edullisesti noin 3 - 5, cSt 99 °C:ssa (210 °F), ainakin 9,0, edullisesti noin 9 - 15, cSt 38 °C:ssa (100 °F) ja pienempi kuin 4 200 cSt -54 °C:ssa (-65 °F). Näiden nestekoostumuksen pitäisi sisältää lisäksi antioksidanttia määränä, joka tehokkaasti estää nestekoostumuksen komponenttien hapettumisen hapettavien aineiden läsnä ollessa. Edullisesti antieroosioaine, viskositeetti-indeksin parantaja ja antioksidanttikomponentit ovat edellä kuvatun kaltaisia, mutta isoalkyyliperusaineen käytön edut saadaan aikaan myös muilla alalla tunnetuilla lisäaineyhdistelmillä.

Alan ammattimiesten tuntemia menetelmiä voidaan käyttää keksinnön mukaisten nestekoostumusten valmistamiseksi. Esimerkiksi fosfaattiestereitä sisältävä perusaine voidaan valmistaa sekoittamalla aineet sekoitetussa ruostumatonta terästä olevassa astiassa. Lisäaineet voidaan sitten sekoittaa mukaan perusaineeseen samassa astiassa. Kuten edellä on huomautettu, viskositeetti-indeksin parantaja lisätään edullisesti liuosmuodossa fosfaattiesteriliuotuksessa.

Yli 93 °C:n (200 °F) lämpötiloissa keksinnön mukaiset edullisemmat funktionaaliset nestekoostumukset omaavat termisen, hapettumis- ja hydrolyyttisen stabiiliuden, joka 2 - 3 -kertaa suurempi kuin Skydrol® LD-4 hydraulinesteellä mitattuna epoksidihaponpoistajan häviämisenä ajan funktiona. Ylivoinainen stabiilius havaitaan jopa halogeenia sisältävien yhdisteiden kuten trikloorietaanin läsnä ollessa. Kun lisätään 4,5-dihydroimidatsolijohdistetta, parannuksen suuruus on vielä huomattavampi. Tuloksena suhteellisen alhaisesta fenyyliesteripitoisuudesta keksinnön mukaisella koostumuksella on tiheys, joka on pienempi kuin 1 g/cm³, tyypillisesti noin 0,98 - 0,99 g/cm³. Tämä on toivottava piirre lentokoneen polttoainepolton (kulutuksen) kannalta.

Nestekoostumuksen leikkausstabiilius vertautuu edullisesti kaupallisesti saatavilla oleviin lentokoneiden hydraulinesteisiin. Siten esimerkiksi 500 altistustunnin jälkeen kiihdytetyssä tuhoutumistestissä tyypillisessä lentokoneen hydraulisessa pumppujärjestelmässä koostumuksen viskositeetti -54 °C:ssa (-65 °F) putosi vain 4 000:sta 2 400:aan. Osittain tämän edun uskotaan johtuvan viskositeetti-indeksin parantajan kapeammasta molekyylipaino-alueesta. Altistuksella leikkausolosuhteissa on taipumusta heikentää korkeamman molekyylipainon omaavia viskositeetti-indeksin parantajia, niin että koostumuksilla, joissa viskositeetti-indeksin parantajan molekyylipaino jakaantuu laajalle alueelle on taipumus kärsiä suurempi tehokkuushäviö ajan mukana johtuen korkeamman molekyylipainon omaavien aineiden hajoamisesta.

Osittain johtuen 2,6-di-t-butyylip-kresolin suhteellisen alhaisesta konsentraatiosta keksinnön mukaisen nestekoostumuksen myrkyllisyys on hyvin alhainen. Kun käytetään isoalkyyliesteriperusainetta, myrkyllisyys on jopa alhaisempi.

Seuraavat esimerkit havainnollistavat keksintöä.

Esimerkki 1

Taulukossa 1 esitetyn koostumuksen omaava hydrau-
lineste valmistettiin sekoittamalla ympäristön lämpötilas-
sa 190 l:n (50 gallonan) ruostumatonta terästä olevassa
5 tankissa, jota sekoitettiin 18,6 kW:n (25 hevosvoimaa)
sekoittajalla, jossa oli ankkurityyppinen siipi. Fosfaat-
tiesterikomponentit tuotiin tankkiin ensin ja 30 minuutin
alkusekoitusjakson jälkeen muut lisäaineet lisättiin tau-
lukossa 2 esitetyssä järjestyksessä.

10

Taulukko 2

	Pohja:	Pohja:
	100 g erä	303 l
		(80 gal) erä
15	grammaa	grammaa/paunaa
Komponentti		
tributyylifosfaatti,		
puhdas	49,0135	148216,8/326,8
dibutyylifenylyli-	26,34	79652,2/175,6
fosfaatti, jossa alhainen		DRUM 2 (~220#)
20 difenyylipitoisuus		
(väh. kuin 2 paino-%)		
metakrylaattiesteri	16,56	50077/110,4
viskositeetti-indeksin		22684,9
parantaja (PA6477,		gSLDS
25 45,3 % kiintoainetta		
54,7 %:ssa tributyyli-		
fosfaattia)		
3,4 epoksisykloheksaani-	6,3	19051/42
karboksylaatti		
30 kaliumperfluoriooktyyli-	0,05	151,2/
sulfonaatti (FC98)		

Taulukko 2 (jatkoa)

	bentsotriatsolityyppinen	0,05	151,2/
	kuparikorroosioinhibiit- tori		
5	(PS7068, Petrolite (50 % aktiivinen), EXI663 rautakorroosioinhibiit- tori	0,05	151,2/
	(90-31001, Petrolite (50 % aktiivinen)		
10	väriaine	0,001	3,024/
	kaliumpfenaatti	0,035	105,84/
	bis-(3,5-di-tertiaari- butyyli-4-hydroksifenyy- li)metaani (Ethanox® 702)	0,90	2722/6
15	di(p-oktyylifenyyli)amiini	0,45	
	2,6-di-t-butyyli-p-kresoli	0,25	756/1,667
	vaahdonestoaine (Dow- Corning)	0,0005	1,512/

20

Tämän koostumuksen tiheys oli 0,996 g/cm³ lämpötilassa 25 °C. Dibutyylifenyylifosfaattilähteestä 77,135 paino-% oli dibutyylifenyylifosfaattia tai butyylidifenyylifosfaattia niin että 20,3 paino-% kokonaiskoostumuksesta muodostui fosfaattiestereistä, jotka sisälsivät fenyyliosan. Butyylidifenyylifosfaattipitoisuus oli kuitenkin vähemmän kuin 1 paino-%. Trifenyylifosfaattipitoisuus oli olennaisesti nolla.

25

Esimerkki 2

30

Toinen lentokonehydraulinestekoostumus valmistettiin tavalla, joka on yleisesti kuvattu esimerkissä 1. Tämän nesteen koostumus on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3

Komponenttien tiheys		Pohja: 100 g erä	Pohja: 303 l (80 gal) erä
5	Muuttujat	grammaa	grammaa/paunaa
	tributyylifosfaatti	50,5988	152999,3/337,3
	dibutyylifenyylim-	24,0947	72862,3/106,63
	fosfaatti, jossa alhainen		
	difenyylimipitoisuus		
10	(väh. kuin 2 paino-%)		
	metakrylaattiesteri		22 684,9
	viskositeetti-indeksi-		gSLDS
	parantaja (PA6477,		
	43,8 % kiintoainetta/		
15	56,2 % tributyyli-		
	fosfaattia)		
	3,4 epoksisykloheksaani-	6,3	19051/42
	karboksylaatti		
	kaliumperfluorioctyyli-	0,05	151,2/
20	sulfonaatti (FC98)		
	bentsotriatsolityyppinen	0,05	151,2/
	kuparikorroosioinhibiit-		
	tori		
	(PS7068, Petrolite		
25	(50 % aktiivinen)		
	rautakorroosioinhibiit-	0,05	151,2/
	tori		
	(90-31001, Petrolite		
	(50 % aktiivinen), EXI663		
30	väriaine	0,001	3,024/
	kaliumfenaatti	0,035	105,84/
	bis-(3,5-di-tertiaari-	0,90	2722/6
	butyyli-4-hydroksifenyy-		
	li)metaani (Ethanox® 702)		
35	di(p-oktyylifenyyli)amiini	0,45	1361/3

Taulukko 3 (jatkoa)

	Dow Corning vaahdonestoai-	0,0005	1,512/
	ne		
	2,6-di-tertiaari-butyyl-	0,25	756/1,667
5	p-kresoli		

Tämän koostumuksen tiheys oli myös 0,996 g/cm³ lämpötilassa 25 °C. Dibutyylifenyyllifosfaattilähteestä 84,751 paino-% koostui estereistä, jotka eivät sisältäneet fenyyliosaa. Kokonaiskoostumus sisälsi 20,3 paino-% fosfaattiestereitä, joissa oli fenyyliosaa, mutta vähemmän kuin 1 paino-% butyylidifenyyllifosfaattia ja olennaisesti ei lainkaan trifenyyllifosfaattia.

Taulukossa 4 on esitetty esimerkkien 1 ja 2 koostumusten osittainen alkuaineanalyysi ja mitatut fysikaaliset ominaisuudet. Nämä tiedot osoittavat, että esimerkkien 1 ja 2 nestekoostumukset täyttävät tai ylittävät lentokonerunkoalvalmistajien spesifikaatiot ominaisuuksille, joita tarvitaan tuotteen kvalifioimiseksi käyttöön lentokoneen hydraulinesteenä.

Taulukko 4

		Erä 1	Erä 2
		hyväksytty	hyväksytty
25	väri		
	kloori, ppm	20	21
	K+	106	99
	S	57	83
	Ca	<1	<1
	Na	1,4	1,5
30	tiheys	0,9972	0,9975
	viskos. 99 °C		
	(210 F) cSt	4,75	4,81
	38 °C (100 F)	13,65	13,91
	-54 °C (-65 F)	1635	1628
35	kosteus	0,10	0,12

Taulukko 4 (jatkoa)

	neutr. luku	0,01	0,02
	jähmepiste °C (°F)	<27 (< -80)	<27 (< -80)
5	itsesyttymislämpötila °C (°F)	454 (850)	493 (920)
	leimahduspiste	177 (350)	182 (360)
10	syttymispiste	182 (360)	199 (390)
	johtavuus	0,65	0,55
	oksiraaniluku	0,39	0,40
	vaahdosekv. 1	170/65	180/20
15	2	30/10	40/44
	3	80/35	140/56
	partikkeliluku		
	5 - 15	7247	3116
	15 - 25	1444	513
20	25 - 50	460	180
	50 - 100	75	53
	>100	14	10
	lieteindeksi	1,18	1,05

25 Esimerkki 3

30 Suoritettiin testejä, joilla vertailtiin esimerkkien 1 ja 2 hydraulinestekoostumusten termistä, hapettumis- ja hydrolyyttistä stabiiliutta kaupallisesti saatavilla oleviin hydraulinesteisiin. Kussakin näistä testeistä ruostumatonta terästä 301 oleva putki täytettiin 80-%:isesti testattavalla nesteellä. Lämpötila pidettiin vakiona kussakin testissä. Vertailevia testejä suoritettiin 121 °C:ssa (250 °F) ja 135 °C:ssa (275 °F) ja keksinnön mukaiselle koostumukselle tehtiin lisätestejä 149 °C:ssa

(300 °F). Kaikissa testeissä viisi korroosiokupunkia upotettiin nesteeseen.

Joissakin testeissä putken ylätila täytettiin il-
 malla, toisissa se täytettiin typellä. Kun kukin putki oli
 5 täytetty sopivalla testikoostumuksella, siihen laitettiin
 tulppa ja se kuumennettiin enneltamäärättyyn testilämpöti-
 laan ja pidettiin siinä lämpötilassa niin että voitiin
 määrittää hydrolyyttinen stabiilius kyseisessä lämpötilas-
 sa. Kutakin putkea tarkkailtiin ajan kuluessa ja näytteitä
 10 otettiin, jotta voitiin seurata trendejä nesteen kemialli-
 sessa koostumuksessa, erityisesti näytteessä läsnä olevan
 haponpoistajan (epoksidin) konsentraatiossa. Kun 100 %
 epoksidista oli hävinnyt, neste on tyypillisesti heikenty-
 nyt siihen pisteeseen, että sen käyttökelpoisuus lentoko-
 15 neen hydraulinesteenä on oleellisesti hävinnyt. Kun epok-
 sidin häviäminen lähestyi 100 %:a, testinäytteet titrat-
 tiin happopitoisuuden määrittämiseksi. Kun nesteen neutra-
 lointiluku saavutti arvon 1,5 tai suuremman, testi pysäy-
 tettiin.

20 Kuvioissa 1 - 3 on esitetty keksinnön mukaisten
 koostumusten epoksidin häviämiskäyrät verrattuna aiemmin
 saatavilla olleisiin lentokoneiden hydraulinesteisiin.
 Näissä käyrissä, ja niissä, jotka koskevat myöhemmin esi-
 tettäviä lisäesimerkkejä, merkinnät "W17" ja "W17R" tar-
 25 koittavat edellä esitettyjen taulukoiden 1 tai 2 koostu-
 musta. "2495B1" viittaa erityisesti taulukon 1 koostumuks-
 seen ja "2495B2" taulukon 2 koostumukseen. "H4A" viittaa
 Chevronin kauppanimikkeellä "Hyjet IVA[®]" myymään kauppal-
 liseen hydraulinesteeseen. "EpoX A" tarkoittaa sitä, että
 30 testi suoritettiin siten, että ruostumattoman teräsputken
 ylätilassa oli ilmaa, niin että testinäyte oli altistettu
 termisille, hydrolyyttisille ja hapettaville vaikutuksil-
 le. "EpoX T" tarkoittaa sitä, että ylätila sisälsi typpeä,
 niin että testi ensisijaisesti mittasi vain termisiä hyd-
 35 rolyyttisiä vaikutuksia.

Esimerkki 4

Esimerkkien 1 ja 2 koostumuksille tehtiin lisätestejä termisen, hydrolyyttisen ja hapettumisstabiiliuden suhteen. Nämä testit suoritettiin yleisesti sillä menetelmällä, jota on kuvattu esimerkissä 3, paitsi että testinäytteissä oli mukana 0,5 % kosteutta, jotta voitaisiin määrittää kosteuden vaikutus termiseen stabiiliuteen. Testilämpötilat olivat 121 °C (250 °F) ja 135 °C (275 °F). Näiden testien tulokset on piirretty kuvioihin 4 ja 5.

10 Esimerkki 5

Suoritettiin lisätestejä termisen, hapettumis- ja hydrolyyttisen stabiiliuden suhteen suljetuissa Pyrex[®]-putkissa, joissa testeissä verrattiin keksinnön mukaisia nestekoostumuksia aiemmin alalla saatavilla olleisiin. Joissakin testeissä korroosiokupongit upotettiin nesteseen, jota putki sisälsi. Paitsi että käytettiin Pyrex[®]-putkia ruostumattomien teräsputkien sijasta, testit suoritettiin oleellisesti sillä tavalla kuin on kuvattu esimerkissä 3. Sekä keksinnön mukaiset nestekoostumukset että vertailunestekoostumukset testattiin 149 °C:ssa (300 °F), kun läsnä oli 0,1 - 0,5 % kosteutta, viidellä korroosiokupongilla, jotka oli upotettu testinäytteisiin. Näiden testien tulokset on esitetty kuvioissa 6 - 8. Lisätestejä keksinnön mukaisille nestekoostumuksille suoritettiin 20 191 °C:ssa (375 °F) ilman kosteuden lisäystä. Näiden testien tulokset on esitetty kuviossa 9.

Esimerkki 6

Lisää termistä, hapettumis- ja hydrolyyttistä stabiiliutta tutkivia testejä tehtiin yleisesti tavalla, joka on kuvattu esimerkissä 3, paitsi että lisättiin trikloorietaania vaihtelevissa määrin testinäytteisiin, jotta voitaisiin määrittää vaikutus stabiiliuteen. Testilämpötilat olivat 135 °C (275 °F) ja 149 °C (300 °F). Tämän esimerkin testien tulokset on esitetty kuvioissa 10 ja 11.

Esimerkki 7

Esimerkkien 1 ja 2 nestekoostumusten hapettumis- ja korroosiovastustuskykyä verrattiin aiemmin saatavilla olleisiin lentokoneiden hydraulinesteisiin testaamalla liit-

5 tovaltion testimenetelmän FTM 5308.7 mukaisesti. Tämä testi rasittaa nestettä voimakkaasti hapettumisstabiiliuden suhteen.

Kussakin testissä nestekoostumus laitettiin lasiputkeen ja testattiin FTM 5308.7-testimetodin mukaisesti.

10 Nestekoostumus kuumennettiin 177 °C:n (350 °F) vakiolämpötilaan, minkä jälkeen kuivattua ilmaa huuhdeltiin testinestekoostumuksen läpi nopeudella 5 l/h. Näytteitä otettiin joka 24 tunnin kuluttua tai useammin, ja testi pysäytettiin, kun nesteen neutralointiluku saavutti arvon 1,5

15 tai suurempi. Tämän esimerkin testien tulokset on havainnollistettu kuviossa 12.

Esimerkki 8

Koska eroosio on sähkökemiallisen korroosion muoto, hydraulinestekoostumuksen eroosio-ominaisuuksia voidaan

20 mitata seinämävirroilla, jotka saadaan kun neste virtaa pienten simulointiaukkojen läpi, jotka ovat samanlaisia kuin testiservoventtiilien aukot. Käyttäen standardierosiotestilaitetta testit suoritettiin verraten esimerkkien 1 ja 2 nestekoostumusten eroosio-ominaisuuksia alalla

25 aiemmin saatavilla olleisiin lentokoneiden hydraulinesteiden koostumuksiin. Tässä testijärjestelmässä edullisia eroosio-ominaisuuksia kuvasivat pienet seinämävirrät ja edullisimpia ominaisuuksia kuvaavat negatiiviset seinämävirrät. Taulukossa 5 on esitetty saatujen tulosten yhteen-

30 veto, kun testattiin keksinnön mukaisia nestekoostumuksia ja aiemmin kaupallisesti saatavilla olleita.

Lisätestejä eroosion suhteen suoritettiin useilla nestekoostumuksilla, kun niitä oli varastoitu lasisäiliöissä ilman kanssa kosketuksissa 107 °C:ssa (225 °F). Tau-

lukossa 6 on esitetty näiden testien tulokset näytteille, joita varastoitiin esitetty tuntimäärä.

Näissä taulukoissa on raportoitu kaksi näytteen johtavuusmittausta, toisen suoritti patentin hakijan siir-
 5 ron saaja ja toisen ulkopuolinen testauslaboratorio. I_w tarkoittaa seinämävirtaa, I_t tarkoittaa kynnysvirtaa ja R_v eroosionopeutta. R_v on suhde I_w :hen ja I_t :hen seuraavan funktion mukaisesti:

10
$$R_v = 150 I_w - 18 I_t$$

Taulukoissa 5 ja 6 termi "LD4" viittaa tuotteeseen, jota Monsanto myy tavaramerkillä "Skydrol® D-4"; "SKY500B" ja "B4" viittaavat toiseen Monsantoilta saatavaan funktio-
 15 naaliseen nestetuotteeseen kauppanimikkeellä "Skydrol® 500B4"; "LD5" viittaa keksinnön mukaiseen nestekoostumukseen; "FC96" viittaa antieroosioaineeseen, joka sisältää perfluoriheksyyli-sulfonihapon kaliumsuolaa; "Ca+2" viittaa Ca^{+2} di(perfluorimetyylisulfonaatin) läsnäoloon testatussa
 20 nesteessä; "AO" tarkoittaa, että antioksidanttia oli läsnä, tyypillisesti Ionolin ja estetyn polyfenolin yhdistelmää, kuten bis(3,5-di-t-butyylihydroksifenyyli)metaania; "X1" viitattaessa antieroosioaineeseen LD-4 tarkoittaa, että antieroosioainetta FC98 on läsnä kaupallisessa stan-
 25 dardikonsentraatiossa; "X2" ja "X3" tarkoittavat, että FC98-konsentraatio on kaksinkertaistettu tai kolminkertaistettu; "TBP" viittaa tributyylifosfaattiin; "DBPP" viittaa dibutyylifenyylifosfaattiin; "TEHP" viittaa tri-etyyliheksyylifosfaattiin; "Si-HC" viittaa tetra-alkyyli-silaanikoostumukseen; "HT" on käytössä merkiten Skydrol®
 30 HT, funktionaalista nesteformulaatiota, jota myy patentin hakijan siirron saaja; "TiBP" viittaa tri-isobutyylifosfaattiin; "FC98" viittaa antieroosioaineeseen, joka sisältää perfluorioktyylisulfonihapon kaliumsuolaa; "EXI 663"
 35 viittaa bentsotiatsolikuparikorroosioinhibiittoriin; 31001

- viittaa Petrolite-rautakorroosioinhibiittoriin; HALS viittaa estettyyn amiinikevytstabilisaattoriin; "H4A" viittaa useisiin näytteisiin Chevronin kauppanimikkeellä Hyjet IVA myymästä funktionaalisesta nesteestä; "W6", "W7", "W8" jne. viittaavat keksinnön mukaisiin koostumuksiin; "ERT" tarkoittaa, että näytettä on käytetty eroosiovastustuskykytesteissä; ja "ECT" tarkoittaa, että näytettä on käytetty eroosiokontrollitesteissä.

Taulukko 5

Eroosiotestien tulosten yhteenveto

Itsenäinen						
Näyte ID	Lab. johtavuus μMHO/cm	MCC johtavuus μMHO/cm	I _w μA	I _t μA/cm ²	R _v cm ³ /min/h	
LD4, duplikaatti 8/88	0,370	0,410	0,036	2,650	-42,000	
LD4	0,360	0,350	0,046	1,200	-15,000	
LD4,w/FC98X2	0,640	0,620	0,012	6,000	-106,000	
LD4[FC96,250 PPM]	0,240	0,320	0,110	0,310	11,000	
LD4[FC96,1250 PPM]	0,780	0,810	0,089	2,350	-28,000	
LD4[FC96,2500 PPM]	1,200	1,220	0,061	4,100	-65,000	
LD4[FC98,73PPM]	0,190	0,240	0,086	0,700	0,000	
LD4[500 PPM,Ca+2.]	0,670	0,750	-0,005	13,000	-235,000	
LD4[1000 PPMCa+2.]	0,980	0,940	-0,003	<18,000	NEG	
LD4[1500PPM,Ca+2.]	1,200	1,150	-0,003	<19,000	NEG	
HY JET IV	1,000		-0,034	1,850	-40,000	
B4[500B4]	0,300		0,019	1,150	-18,000	

Taulukko 5 (jatkuu)

TBP	0,008		0,450	0,038	67,000
DBPP	0,008		0,460	0,094	67,000
TEHP	0,001		0,021	-	<3
Si-HC	0,000		<0,0001	-	<0,0015
HT, FC98	0,037	0,690	0,410	0,210	58,000
HT, FC98X1	0,630	1,020	0,000	2,850	-54,000
TiBP	0,001NV		0,127	0,007	20,000
LD5[FC98, 250PPM]	0,150		0,071	1,250	-12,000
LD5[FC98, 750PPM]	0,250		0,015	1,400	-23,000
LD5[FC98, 250PPM]					
.02%H ₂ O	0,140		-0,017	-0,061	NEG
LD5[sama] .1%H ₂ O	0,150		-0,007	-0,375	NEG
LD5[sama] .2%H ₂ O	0,150		-0,055	-0,375	NEG
LD5[sama] .3%H ₂ O	0,160		-0,085	-0,400	NEG
LD4,.1%H ₂ O[, 57%]	0,370		0,001	2,000	
LD4,.2%H ₂ O[, 45%]	0,380		0,007	1,700	
LD4,.3%H ₂ O[, 56%]	0,400		0,014	1,800	
H4A	0,930		0,096	16,450	-262,000

Taulukko 5 (jatkuu)

H4, käytetty	0,300	0,011	2,300	-40,000
LD4, käytetty	0,390	-0,053	0,990	-26,000
SKY500A	0,039	0,185	0,600	16,950
H4A#2, käytetty	0,450	0,010	3,400	-59,700
H4A#1, käytetty	0,510	0,010	2,800	-48,900
H4A#3, käytetty	0,670	0,020	2,400	-40,200
LD4, Ca[S03C4F9]2	0,570	-0,020	>11	-201,000
H4A#5, käytetty + Cl	0,670	0,020	2,400	-40,000
H4A#5, käytetty @ 195 h,				
ei Cl	0,770	0,050	7,400	-126,000
H4A#5, käytetty + Cl, 500 h	0,440	0,026	0,260	-1,000
W6, uusi	0,620	0,150	1,600	-6,000
käytetty 600 h	0,630	-0,021	1,600	-55,000
W7, uusi	0,490	0,140	1,300	-2,000
käytetty 600 h	0,610	-0,013	2,200	-42,000
W8, uusi	0,580	0,167	0,580	0,140
käytetty 600 h	0,880	0,004	2,250	-40,000
W9, uusi	0,540	0,230	1,400	11,000
W10, uusi	0,310	0,230	1,400	9,000

Taulukko 5 (jatkuu)

Käytetty 600 h.	0,730	0,750	0,036	2,000	-31,000
W11, uusi	0,500	0,580	0,240	1,080	17,000
W12, uusi	0,560	0,590	0,160	3,200	-34,000
käytetty 600 h.	0,670	0,690	0,160	2,500	-18,000
W13, uusi	0,670	0,690	0,160	2,500	-21,000
käytetty 600 h.	0,970	1,000	0,001	2,750	-48,000
W14, uusi	0,52	0,55	0,17	9,10	-138,00
käytetty 600 h.	0,67	0,73	-0,01	1,75	-33,00
W15, uusi	0,51	0,54	0,16	0,63	13,00
käytetty 600 h.	0,62	0,75	-0,02	1,60	-31,00
W15 uusi, eroosio- kontrolli	0,07	0,54	-0,01	1,75	-33,00
käytetty 600 h.	0,75				
W16, uusi	0,670				
W17, uusi, Abex + 200 PPM Cl	0,580		0,180	1,200	8,500
käytetty 600 h.	0,560		-0,028	0,720	-17,000
käytetty, ERT	0,610		-0,016 LT.	0,29 GT.	-8
käytetty, ECT	0,66		-0,04 LT.	0,35 GT.	-13

Taulukko 5 (jatkuu)

LD4+FC910	0,230	0,026	1,500	-23,000
LD4+H4A-AO'S	0,350	0,032	0,920	-12,000
LD4+HALS,NO-FC98	0,015	0,120	0,140	16,000
LD4+HALS+FC98	0,410	0,071	0,490	0,200
LD5,W17,2X-FC98				
ainoastaan	0,420	0,110	2,250	-24,000
NBP4419198				
+50PPM EXI663	0,430	0,100	1,060	-4,000
+250PPM EXI663	0,430	0,110	1,070	-3,000
+1000PPM EXI663	0,450	0,120	1,120	-3,000
+50PPM 31001	0,420	0,120	1,060	-1,000
+250PPM 31001	0,430	0,100	1,080	-4,000
+5-PPM KP	0,450	0,170	0,510	16,000
+350 KP	0,700	0,210	0,800	17,000
+500PPM DODPA	0,430	0,120	1,080	-1,000
+5000PPM DODPA	0,420	0,120	1,080	-1,000
LD5,W17, ei AEA	0,023	0,230 LT.	0,01 GT.	34
NBP4419199+160 PPM				
Ca(SO ₃ C4F9)2	0,31	-0,01 GT.	12 LT.	-220

Taulukko 6

Eroosiotestin tulokset uunikuumentuksen jälkeen

107 °C (225 °F), lasissa, ilma @ ainoastaan aloitus; sisältää 1020 teräs- ja kuparikorroosio-
kuponkia

Itsenäinen		MCC		I _w μA	I _t μA	R _v m3/min/h.
LD-4 Tunnit	Lab. johtavuus μmHo/cm.	Johtavuus μmHO/cm				
100,000	0,390		0,039	2,500	-39,000	
200,00	0,410		-0,009	0,200	-5,000	
300,00	0,410		-0,001	0,170	-4,000	
600,00	0,360		0,012	0,410	-6,000	
H4A						
Tunnit						
100,000	1,200.		0,087	0,097	11,000	
200,000	1,100		0,083	0,330	6,000	
300,00	1,000		0,088	0,280	8,000	
600,00	1,100		0,086	0,350	7,000	

Esimerkki 9

Esimerkkien 1 ja 2 mukaisia koostumuksia verrattiin saatavilla oleviin kaupallisiin hydraulinesteisiin varastointitestissä 191 °C:ssa (375 °F) raudan läsnä ollessa.

5 Tällaisissa olosuhteissa 21 tunnin varastoinnin jälkeen tehtiin analyysit kiintoaineen kerääntymisestä nesteessä. Tarkemmin sanoen tehtiin mittaukset metallikiintoaineiden, muiden kiintoaineiden ja kaikkien kiintoaineiden yhteensä kerääntymisestä. Näiden testien tuloksia on havainnollistettu kuviossa 13.

10

Esimerkki 10

Keksinnön mukaisia lentokoneiden hydraulinesteitä formuloitiin oleellisesti esimerkissä 1 kuvatulla tavalla ja ne altistettiin Boeingin palonkestävien hydraulinesteiden materiaalispesifikaation mukaiselle eroosiovastuskyky-

15 testille, BMS 3-11G (Rev. 7/17/86). Taulukoissa 7, 7A ja 7B on esitetty testatut nestekoostumukset. Taulukossa 8 on esitetty eroosiotestien tulokset. Taulukoissa 9 ja 9A on esitetty nesteiden ominaisuuksien vertailu ennen ja jäl-

20 keen eroosiotesteille altistamisen. Näissä taulukoissa "HF-400", "HF-411" ja "HF-460" viittaavat poly(butyyli/-heksyyli)metakrylaattia sisältäviin viskositeetti-indeksiin parantajiin. Kussakin kohdassa taulukko antaa butyyli-metakrylatti-polymeerin kiintoainepitoisuuden suhteessa

25 trialkyyli-fosfaattiliuotteeseen. "AEA" viittaa antierosio-aineeseen, "PANA" merkitsee fenyyli- α -naftyyliamiinia; "APANA" merkitsee alkyylifenyyli- α -naftyyliamiinia. "DODPA" viittaa di(p-oktyylifenyyli)amiiniin; "P58526 Petrolite" on rautakorroosioinhibiittori; "DC 200, 100 CST"

30 on Dow-Corningin vaahdonestoaine; "SARK O" viittaa N-metyyli-N-1-okso-9-oktadenyyli)glysiiniin, jota Ciba-Geigy myy kauppanimikkeellä "Sarkosyl-O"; "Amine O" viittaa 2-(8-heptadekenyyli)-4,5-dihydro-1H-imidatsoli-1-etanol-

35 liin, jota Ciba-Geigy myy kauppanimikkeellä "Amino-O"; "90-31001" viittaa Petrolite 31001:een; ja "FH-132" viittaa difenyyliditioetaaniin.

Taulukko 7

Muuttuja	Koostumukset				
	M-1	M-2	M-3	M-4	M-5
TiBP	54,29 ^a	53,33 ^a	54,58 ^a	52,61 ^a	39,8653 ^a
DiBPP, 66,3%PH	29,90 ^b	29,92 ^b	29,90 ^b	29,88 ^b	26,45 ^b
PA6385	8,52	8,47	8,21	-	-
PA6703	-	-	-	10,16	10,16
MCS 1562	6,3	6,3	6,3	6,3	6,3
AEA, FC98	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
P57068, PET. (50% aktiivinen)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Väriaine	0,00	0,001	0,001	0,001	0,001
KP	0,03	0,035	0,035	0,035	0,035
E702	0,90	-	0,45	0,45	0,9
DODPA	0,45	0,45	0,15	0,45	0,45
IONOL	0,25	-	0,25	0,25	0,25
DC 200, 100CST	0,005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
VANLUBE RI-G	-	-	0,025	0,025	0,025
L130	1,	-	-	-	-
E330	0,3	1,05	-	-	-
L57	0,4	-	-	-	-
E703	0,3	0,35	-	-	-

^aTri-isobutyrylivosfaatti^bDi-isobutyrylifenyyliivosfaatti

Taulukko 7 (jatkuu)

Muuttuja	Koostumukset		
	W15A	W17	W18
TBP	39,8653	49,3685	39,8653
DBPP, matala difenyyli, ROD/C2	35,76	26,45	26,45
	(D56, 8P)		
DBPP, matala difenyyli, ROD/C4		17,36	17,36
HF400, 43,6%S/7,5% lopullinen	6,41		
HF411, 35,5%S/3,75% lopullinen	10,42		
HF460, 58,5%S/3,75% lopullinen	5,8	6,3	6,3
MCS 1562	0,05	0,05	0,05
AEA, FC98	0,04	0,05	0,05
P57068, PETROLITE (50 % aktiivinen)			
EXI-663	0,001	0,001	0,001
Väriaine	0,035	0,035	0,035
KP	0,76	0,9	0,9
E702	0,0	0,45	0,45
DODPA	0,0	0,25	0,25
IONOL	0,85	0,0	
A-PANA	0,0	0,05	0,05
P58528, PETROLITE (50 % aktiivinen)			
90-31001			

Taulukko 7 (jatkuu)

DC 200,100 CST	0,0005	0,0005	0,0005
SARK O	0,004	0,0	0,0
AMINE O	0,004	0,0	0,0
FH132			0,25

Taulukko 7A

Formulaatit				
Muuttujat	W6	W7	W8	
TBP,	45,835	0,0	0,0	
TBP, uudelleen tislattu	0,0	50,844	50,8935	
DBPP, matala difenyyli, ROD/C2	30,0	25,0	25,0	
DBPP, matala difenyyli, ROD/C4	0,0	0,0	0,0	
HF400,43,6%S/7,5% lopullinen	0,0	0,0	0,0	
HF411,35,5%S/3,75% lopullinen	10,42	10,275	10,275	
HF460,58,5%S/3,75% lopullinen	6,41	6,41	6,41	
MCS 1562	5,8	5,8	5,8	
AEA,FC98	0,05	0,05	0,05	
P57068,PETROLITE	0,055	0,1	0,1	
(50 % aktiivinen)				
Väriaine	0,001	0,001	0,001	
KP	0,035	0,035	0,01	
E702	0,761	0,0	0,0	
PANA	0,625	0,0	0,0	
APANA	0,0	0,76	0,9	
DODPA	0,0	0,625	0,45	
P58528,PETROLITE	0,0	0,1	0,1	
(50 % aktiivinen)				

Taulukko 7A (jatkuu)

DC 200,100 CST	0,0	0,0	0,0005
SARK O	0,004	0,0	0,0
AMINE O	0,004	0,0	0,0
(1) KP, itse tehty			
2 % BDPP:tä DBPP:ssä			

Taulukko 7B

Muuttujat	Koostumus
TBP	W15
DBPP, matala difenyyli, ROD/C2	39,8653
DBPP, matala difenyyli, ROD/C4	35,76(D/56,8P)
HF400,43,6% <i>s</i> /7,5% lopullinen	6,41
HF411,35,5% <i>s</i> /3,75% lopullinen	10,42
HF460,58,5% <i>s</i> /3,75% lopullinen	5,8
MCS 1562	0,05
AEA,FC98	0,04
P57068,PETROLITE (50 % aktiivinen)	
EXI-663	
Väriaine	
KP	0,001
E702	0,035
PANA	E702,76
P58528,PETROLITE (50 % aktiivinen)	0,85
90-31001	
DC 200,100 CST	0,0005
SARK O	0,004
AMINE O	0,004

Taulukko 8

Kokeen nro	3	4	5	6	7	8
Käytetty varustus	A	A	A	C	A	C
Kotelon tyhjennyslämpötila °C (°F)	143 (290)	143 (290)	143 (290)	157 (315)	157 (315)	157 (315)
Säiliön lämpötila	135 (275)	135 (275)	135 (275)	149 (300)	149 (300)	149 (300)
Cl lisätty, ppm	0	0	0	0	0	0
Kokonaiskoeaika, (h)	468	368	570	560	475	420
Käyttöongelmat	O-renkaat	O-renkaat	keskey-	ei	pumppu-	pumppu-
			tykset		vesi	vesi
Boeina venttiilitiedot						
Luiisti- ja runkonro	W004	W004	W002	W011	W008	W011
Liitäntäluvut	5,7	6,8	6,8	1,3	1,3	2,4
Virtauksen lisäys; cm ³ /min.	satunnainen	satunnainen	40	200	200	
Hyväksyttävä?	ei	ei	ei	kyllä	rajatapaus	rajatapaus
Reunan ulkonäkö	lievää	lievää	varjostumaa	lievää	lievää	lievää
	kulumista	kulumista	kulumista	lievää	kulumista	kulumista
Pumpputiedot						
Valmistaja	Vickers	Vickers	Vickers	Vickers	Abex	Vickers
Sarjanro	491761	491761	166495	482891	166495	Abex
Tunteja alussa	0	468	856	1000	0	1562

107 °C (@225 F)

Taulukko 8 (jatkuu)

Tunteja vikaantumiseen	468	856	1426	ei	476	1980
Vian syy failure	0-rengas	0-rengas	laakeri	--	vika laakeri	laakeri karan tiiviste
Toinen pumpu (jos käytetty) Valmistaja Sarjanro Tunteja alussa Tunteja vikaantumiseen						

Taulukko 8 (jatkuu)

Kokeen nro	15	15	17
	ERT	ECT	ERT
Käytetty varustus	C	A	C
Kotelon tyhjennyslämpötila °C (°F)	157 (315)	135 (275)	149 (300)
Säiliön lämpötila	149 (300)	138 (280)	140 (284)
Cl lisätty, ppm	1000	1000	200
Kokonaiskoeaika, hr	274	245	500
Käyttöongelmat	ei	ei	karan tiivistys
Boeing venttiilitiedot			
Luisti- ja runkonro	W007	W022	W007
Liitäntäluvut	6,8	5,7	1,3
Virtauksen lisäys, cm ³ /min.	erittäin suuri	erittäin suuri	300
Hyväksyttävä?	ei	ei	rajatapaus
Reunan ulkonäkö	pahaa kulumista	pahaa kulumista	vähäistä varjostumaa
Pumpputiedot			
Valmistaja	Abex	Vickers	Abex
Sarjanro	183629	491761	115815

Taulukko 8 (jatkuu)			
Tunteja alussa	0	0	0
Tunteja vikaantumiseen	274	230	320
Vikaantumisen syy	Ou siirto	Ou siirto	karan tiivistys
Toinen pumpu (jos käytetty)			
Valmistaja		Vickers	Abex
Sarjanro		491763	228188
Tunteja alussa		+	0
		492891	
		molemmat	
		tuhoutuneet	
Tunteja vikaantumiseen			130

Taulukko 8 (jatkuu)

Kokeen numero	17 ERT A	17 ECT A	17 perustapaus C	17 aifhus C	17 Q2157 B	17 SRS pumpaus HF	18 ERT B	18 perustapaus A
Käytetty varustus								
Kotelon tyhjänyölmäpötilä								
"C" (°P)	149 (300)	135 (275)	149 (300)	143 (290)	116 (240)	140 (284)	149 (300)	149 (300)
emilien lämpötilä	140 (284)	127 (250)	140 (284)	134 (273)	107 (225)	113 (231)	140 (284)	140 (284)
1 liitetty ppm	200	400	0	0	1 000	0	200	0
kokonaisteho, h	500	330	800	1 000	1 000	500	500	760
käyttökoneet	ei	ei	pumppuvesi	ei	ei	ei	ei	ei
Boeing venttiilitiedot								
luisteli- ja runkonumero	5006	W022	W020	W020	W017	ei käytetty	W017	W016
liitännäiset	2.4	1.3	1.3	5.7	6.6	-	2.4	2.4
virtauksen lietus, cm ³ /min	100	500	0	40	170	-	40	136
hyväksyttävä?	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	kyllä	-	kyllä	kyllä
esimän ulkonäkö	lietä	kulunut	lietä	kolmista	kolmista	-	kolmista	kolmista
varjotuma	varjotuma		varjotuma					
Pumputiedot								
valmistaja	Vickers	Vickers	Abax	Abax	Vickers	Abax	Vickers	Vickers
serjenumero	491761	491763	183629	216153	491891	L-1376	491762	491761
tuntaja alussa	0	0	0	0	0	0	0	0
tuntaja vikantumiseen	ei vikantumista	ei vikantumista	476	1 000	ei vikantumista	ei vikantumista	ei vikantumista	ei vikantumista
vikantumisen syy	-	-	laskari	laskari	-	-	-	-

Taulukko 8 jatkuu

Toinen pumppu (jos käytetty)
Valmistaja
Sarjanro
Tunteja alussa
Tunteja vikaantumiseen

Abex
116815
0
117

Taulukko 9

Joitakin tietoja anal. nesteistä;

MCS2510	-M1,RF	M1,U	M2,FR	M2,U	M3,FR	M3,U	M4,FR	M4,U	M5,FR	M5,U(500 h)
Tiheys	0,9868	0,9925	0,9877	0,9890	0,9896	0,9845	0,9902	0,9898	0,9892	0,9905
Visk.										
99 °C (210)	3,65	2,54	3,69	2,19	3,32	2,19	4,2	4,28	2,99	2,49
38 °C (100)	11,47	9,05	11,94	7,24	10,47	6,93	12,97	8,46	8,99	7,96
-54 (-65)	3954	5754	4963	3302	3632	2685	3893	2158	2317	2421
Neutraali-										
luku	0,02	ei määrää	0,01	1,05	0,01	0,04	0,03	1,86	0,01	0,09
% H ₂ O	0,12	0,04	0,13	0,11	0,08	0,05	0,11	0,02	0,15	0,07
Itsesytty-										
mislämpö-										
tila	499 (930)	499 (930)	504 (940)	499 (930)	504 (940)	493 (920)	516 (960)	510 (950)	499 (930)	504 (940)
Leim.										
piste	166 (330)	129 (265)	154 (310)	143 (290)	157 (315)	149 (300)	177 (350)	177 (350)	168 (335)	159 (319)
Sytty-										
misp.	177 (350)	168 (335)	171 (340)	166 (330)	179 (355)	177 (350)	188 (370)	199 (390)	185 (365)	194 (381)
OX.OX.	TD	TD	0,41	TD	0,38	TD	0,39	0,14	0,61	0,36
Johtavuus	0,44	-	0,28	0,90	0,45	0,37	0,36	1,63	0,41	0,43
% epoks.	-	86,5	-	65,3	-	22,1	-	78,9	-	57,8
Cl	15	154	25	173	12	257	7	204	18	136
Tunnit	580	-	502	-	579	-	334	-	933	-
Lämpöt. °F	290/284	-	293/284	-	297/290	-	278/270	-	300/280	-
°C	143/140	-	145/140	-	147/143	-	137/132	-	149/138	-
Pumppu-										
varustus A	-	-	-	A	-	B	-	A	-	C
AEA FC98	2XSTD	-	2XSTD	-	2XSTD	-	2XSTD	-	2XSTD	-

Taulukko 9 (jatkuu)

ICAP DATA:	M1,FR	M1,U	M2,FR	M2,U	M3,FR	M3,U	M4,FR	M4,U	M5,FR	M5,U
Na	5,23	28,3	2,5	8,1	4,7	8,8	3,2	14,9	3,9	8,7
K	74,6	87,0	71,1	64,3	91,1	49,4	104,5	94,6	110,3	34,9
S	58,4	56,8	58,3	59,1	61,5	73,0	79,3	79,5	63,9	73,8
Cu	1,32	720	<0,125	142,1	1,1	0,8	<0,13	1112	<0,13	6,7
Fe	<0,5	134,9	<0,125	11,9	<0,25	<0,5	<0,13	140,3	<0,13	1,3
Mn	<0,5	1,53	<0,125	<0,5	<0,25	<0,5	<0,13	0,86	<0,13	<0,5
Zn	<0,5	93,9	<0,125	14,28	<0,25	<0,5	<0,13	131,0	<0,13	0,9
Al	<0,5	1,11	<0,125	<0,5	<0,59	<0,5	<0,13	<0,5	<0,41	<0,5
Cd	<0,5	7,25	<0,125	1,54	<0,25	<0,5	<0,13	6,62	<0,13	<0,5
Vahto	35/23	ei määr.	ei määr.	ei määr.	ei määr.	40/19	ei määr.	160/91	80/34	50/21

Testi

(250/100)F

(400/250U)

Taulukko 9 (jatkuu)

	W6, uusi	W6, käytetty	W7, uusi	W7, käytetty	W8, uusi	W8, käytetty
Tiheys	1,0015	1,0048	0,9991	1,0003	0,9993	0,9995
Visk. 99 °C (210)	4,62	3,02	4,73	2,38	4,80	2,70
38 °C (100)	13,48	9,28	13,59	7,09	13,80	7,98
-54 °C (-65)	1523	1181	1456	776	1471	809
Neutraaliluku	0,02	1,09	0,13	0,14	0,14	0,212
% H ₂ O	0,07	0,04	0,11	0,02	0,16	0,015
Itsesyöttymislämpötila	488 (910)	510 (950)	466 (870)	496 (925)	482 (900)	5400 (9700)
Leim. piste	160 (320)	157 (315)	160 (320)	149 (300)	166 (330)	1700 (3100)
Syttymispiste	182 (360)	185 (365)	182 (360)	177 (350)	191 (375)	1900 (3500)
OX.OX.	0,39	ei määr.	0,41	0,14	0,40	0,118
Johtavuus	0,63	0,74	0,59	0,76	0,56	0,768
% epoks.	0	85,6	0	57,6	0	69,4
Cl	-	11	11	10	15	10
Tunnit	-	124/438	-	475	-	418
Lämpöt. °C	-	135/149	-	149	-	149
°F	-	275/300	-	300	-	300
AEA, FC98	2XSTD	-	-	2X STD	2X STD-	-
Pumppuvarustus	C	-	A-	-	C	-
O & C LIFE						
Aikajakso @ 177 °C (350 °F),			72	-	120	-
F, tunteja						

Taulukko 9 (jatkuu)

ICAP DATA:	W6/F	/U	W7/F	/U	W8/F /U	
Na	<0,5	2,58	<0,5	2,07	<0,5 3,1	
K	112,7	54,95	98,06	83,54	72,58	49,15
S	96,53	103,2	94,97	144,5	81,94	75,17
Cu	<0,5	1,13	<0,5	23,5	<0,5 3,37	
Fe	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5 1,63	
Zn	<0,5	1,42	<0,5	6,96	<0,5 17,94	
Al	1,17	1,11	<0,54	<0,5	<0,5 <0,5	
Cd	<0,5	<0,5	<0,5	0,54	<0,5 <0,5	
Vaahdotesti (121/38 °C	500/1500,	35/15;320/	>600,	20/6	;180/83,	60/19
(250/100) °F						
~kasvu						
Sis. vuodossa						
cm ³ /min	350-300=50		600-410=190		600-300=300	
HR-kokeen loppu						
200 < <500 tuntia, 350-320=30			600-390=210		600-500=100	
Eroosiotyypin lejeeringin hajoam.			lejeeringin hajoam.		lejeeringin hajoam.	
Tarkastus; SEM	X		ei määr.		ei määr.	
;visuaal-						
linen	X		X	X		
Erodoitunut, pumppu -	ei	--	kyllä (1)	-	kyllä (1)	
,beck ei	ei	ei	ei	kyllä	ei	
(1) vähemmän eroosiota kuin H4A:lla 107 °C:ssa (225 °F) 600 tunnissa						

Taulukko 9 (jatkuu)

Joitakin tietoja anal. nesteistä;

	W15 uusi	käytetty	käytetty	W17 uusi	B1	B2	käytetty	ERT	ECT	ERT	ECT	W17 käytetty
Tiheys	0,9996	0,9992	0,9992	0,9990	0,9978	0,9976	0,9990	1,0314	1,0005			
Visk. 99 (210)	5,23	2,68	2,68	4,94	4,97	4,91	2,74	2,54	2,46			
38 (100)	15,19	7,87	7,87	14,12	14,43	14,28	8,26	7,77	7,27			
-54 (-65)	1576	779	799	1426	1777	1719	1024	1289	769			
mm	0,03	0,66	0,64	0,02	0,02	0,02	0,06	0,3	0,05			
% H ₂ O	0,14	0,02	0,02	0,15	0,14	0,10	< 0,01	< 0,01	0,02			
Itsesyttymislämpöt. 477(890)	488(910)	NA	449(840)	NA	NA	466(870)	521(970)	NA	NA			60
Leim. piste	166(330)	152(305)	157(315)	177(350)	166(330)	163(325)	160(320)	171(340)	157(315)			
Syttymispiste	191(375)	177(350)	177(350)	196(385)	185(365)	185(365)	179(355)	193(380)	177(350)			
OX.OX.	0,38	0,02	0,09	0,46	0,41	0,41	< 0,01	< 0,01	0,11			
Johtavuus	0,54	0,75	0,71	0,54	0,66	0,66	0,73	0,8	0,68			
% epoks.	0	82,1	65,2	0	0	0	57,3	80	56,4			
Cl	11	1290	1334	7	5	4,4	263	237	183			
Tunteja	0	245	264	0	0	0	498	342	418			
Lämpöt. °C	-	128	157	-	-	-	149/140		135/128			149/140
°F	-	262	315	-	-	-	300/284		275/262			300/284
Ao:t, suhde	7,9E702	APANA	0,9 /	0,45	0,25-		-	-	-			
AEA FC98	2XSTD	-	-	2XSTD	-	-	-	-	-			
Uusi AEA	ei	-	ei	ei	ei	ei	ei	ei	-			

Taulukko 9 (jatkuu)

~kasvu

sis. vuodossa

cm³/min

0 h - kokeen lopussa

200 < < 500 tuntia < 600

eroosiotyypin

tarkastus; SEM

; visuaalinen

erodoitunut, pumppu - kyllä kyllä

, beck

kyllä

61

Pumppuvarustus	C	-	C	W15/U	W15/U	W17/F	B1	B2	W17/U	W17/U	A	C#1
O & c LIFE	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Aikajakso @	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
177 °C, (350 °F) h	120											
ICAP DATA:												
Na	0,94317	3,063	0,606	0,606	0,56	0,56	<0,5	<0,5	2,05	2,39	<0,5	W17//,U
K	84,14	601,9	46,99	46,99	76,15	76,15	82,4	85,1	35	45,5	46,62	
S	79,39	64,14	87,5	87,5	59,11	59,11	63,9	61,9	60,6	561,7	69,2	
Cu	<0,5	1213	9,811	9,811	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	9,32	95,76	11,34	

Taulukko 9 (jatkuu)

Fe	<0,5	43,53	293,3	<0,5	<0,5	<0,5	8,24	60,89	50,4
Mn	<0,5	0,435	1,775	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Zn	<0,5	<0,5	58,02	<0,5	1,76	0,16	1,09	13,22	14,17
Al	0,94	2,475	27,2	1,59	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5
Cd	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5

	W15/F	W15/U	W17/F	W17/U	W17/U	W17/U
Vahto	280/170	440/268 NA	210/93	70/25	55/18	60/20
Testi				240/130		

(250/100)F
(400/250)U

Esimerkki 11

Valmistettiin formulaatioita, jotka oleellisesti vastasivat esimerkin 1 koostumuksia paitsi että trialkyyli-
 5 lifosfaatti- ja dialkyyliaryyllifosfaattikomponentit olivat
 tri-isobutyylifosfaatti ja di-isobutyylifenyyllifosfaatti,
 vastaavasti, ja koostumukset vaihtelivat riippuen yhdis-
 teestä, joka otettiin mukaan rautakorroosioinhibiittori-
 si. Eroosion aiheuttamat venttilivuodot testattiin näillä
 koostumuksilla tavalla, joka on kuvattu esimerkissä 9 ja
 10 epoksidin häviämistestit suoritettiin näillä koostumuksil-
 la yleisesti tavalla, joka on kuvattu esimerkissä 1. Näi-
 den testien tulokset on esitetty taulukossa 10.

Taulukosta näkyy, että koostumuksessa M-1 käytet-
 tiin antioksidanttien "yhdistelmää". Alunperin M-1 sisälsi
 15 Ionolia, Ethanox 702:ta ja di(p-oktyylifenyyli)amiinia
 (DODPA). Kun eroosiotesti oli jatkunut 25 tuntia, lisät-
 tiin koostumukseen lisämäärät Ethanox 702:ta ja DODPA:aa.
 Kun oli kulunut 153 tuntia lisättiin fenolista antioksi-
 danttia; 267 tunnin kohdalla lisättiin amiiniantioksidant-
 20 tia; ja 503 tunnin kohdalla lisättiin Ethanox 703:n ja
 Ethanox 330:n seosta. Ethanox 703 on kauppanimike 2,6-di-
 t-butyylili- α -dimetyyliamino-o-kresolille. Fenolinen antiok-
 sidantti, joka lisättiin 153 tunnin kohdalla, oli t-bu-
 tyylifenolijohdannaisten seos, jota Ciba-Geigy myy kaup-
 25 panimikkeellä Iganox L-130; ja amiiniantioksidantti, joka
 lisättiin 267 tunnin kohdalla oli N-fenyylibentsyyliamii-
 nin ja 2,4,4-trimetyylipenteenin reaktiotuote, jota Ciba-
 Geigy myy kauppanimikkeellä L-57.

Taulukko 10

Testi

Koe	Lisäaineet		Amiinit	Rauta- korroosio- inhibiittori	Eroosio- venttiili- vuoto	Eroosio- testi	
	Perusaine	Fenolit				Epoksidin häviäminen 149 °C 300 °F	
M-1	TIBP/DIBPP	Jatko	Yhdistelmä	Ei	< 100 cm ³	> 95 % ^a	
M-2	TIBP/DIBPP	E703/E330	DODPA	Ei alussa. 22 tunnin kohdalla lisätty Petrolite 31001.	> 200 cm ³	65 % ^a	
M-3	TIBP/DIBPP	Ionol/E702	DODPA	Vanlube RI-G	100 cm ³	22% ^a	
M-4	TIBP/DIBPP	Ionol/E702	DODPA	Vanlube RI-G	-	78,9% ^b	
M-5	TIBP/DIBPP	Ionol/E702/E330	DODPA	Vanlube RI-G	-	58% ^a	

^aBoeing, BMS-3-11G, eroosiovastustuskäyttesti^bBoeing, BMS-3-11G, eroosiokontrollitesti

Nämä tiedot ja esimerkin 9 tiedot osoittavat, että rautakorroosion vastustusaineet Petrolite 31001 ja Vanlube RI-G ovat molemmat tyydyttäviä suhteessa eroosiovaikutukseen. Kumpikaan ei tunnu merkittävästi kiihdyttävän eroosiota, ja näitä lisäaineita sisältävillä koostumuksilla on tyydyttävät antierosio-ominaisuudet.

Tri-isobutyylifosfaatti/di-isobutyylifenyylifosfaattiperusaineen ja Vanlube RI-G:n 4,5-dihydroimidatsolijohdannaisen yhdistelmä tarjoaa merkittävän ja odottamattoman suotuisan vaikutuksen koostumuksen stabiiliuteen korkeissa lämpötiloissa. Tätä vaikutusta ei havaita muilla rautakorroosioinhibiittoreilla kuin edellä kuvatun tyyppisillä 4,5-dihydroimidatsoleilla.

Esimerkki 12

Valmistettiin nestekoostumusformulaatioita esimerkiksi 1 kuvatun menetelmän mukaisesti käyttäen taulukossa 11 esitettyjä aineiden ja komponenttien määriä esillä olevan keksinnön mukaisten nestekoostumusten ylivoimaisten tunnusomaisten ominaisuuksien osoittamiseksi. Tunnusomaiset ominaisuudet - määritettynä Boeing Material Specification for Fire Resistant Hydraulic Fluid -ohjeiden, BMS 3-11G (Rev 7/17/86), mukaisesti - on myös esitetty taulukossa 11. Tässä taulukossa "TBP" tarkoittaa tributyylifosfaattia; "TIBP" tarkoittaa tri-isobutyylifosfaattia; "DIBPP" tarkoittaa di-isobutyylifenyylifosfaattia; "DBPP" tarkoittaa dibutyylifenyylifosfaattia; "DBPP (>99 %)" tarkoittaa dibutyylifenyylifosfaattia, jonka puhtaus on yli 99 paino-%; "S-154" viittaa nesteperusainekomponenttiin, joka sisältää noin 42,8 % trifenyylifosfaattia, noin 41,7 % t-butyylifenyylidifenyylifosfaattia, noin 12,8 % di(t-butyylifenyyli)fenyylifosfaattia, 1,3 % tri(t-butyylifenyyli)fosfaattia ja 1,4 % kevyitä päitä sekä muuta identifioimatonta materiaalia, jolloin kaikki pitoisuudet ovat painoprosentteina; "Kronitex 100" tarkoittaa tri(isobutyylifenyyli)fosfaattia, joka on kaupallisesti saatavissa

FMC-yhtymästä; "6703", "6770", "6477" ja "6961-PMN" tarkoittavat poly(alkyyylimetakrylaatti)-viskositeetti-indeksin parantajia, joita on kaupallisesti saatavissa Rohm and Haas -yhtiöstä; "HF411" ja "HF460" tarkoittavat poly(butyyli/heksyyylimetakrylaatti)-viskositeetti-indeksinparantajia; "C₆ - C₁₀-polyakrylaatti" tarkoittaa viskositeetti-indeksin parantajaa, joka on kaupallisesti saatavissa Union Carbide -yhtymästä; "FC-98" tarkoittaa antierosioainetta, joka sisältää perfluorioktyylisulfonihappoa, joka tunnetaan myös perfluorioktaanisulfonihappona; "NH₄PF₆/Ca(SO₃CF₃)₂" tarkoittaa antierosioainetta, joka sisältää ammoniumheksafluorifosfaatin (NH₄PF₆) ja kalsiumdi(perfluorimetaanisulfonaatin) [Ca(SO₃CF₃)₂] seosta; "MCS 1562" tarkoittaa 2-etyyliheksyyli-3,4-epoksisykloheksyylikarboksy-laattia, US-patentissa 3 723 320 kuvattua hapon-poistajaa; "ERL 4234" tarkoittaa 2-(3,4-epoksisykloheksyyli)-5,5-spiro(3,4-epoksi)sykloheksaani-m-dioksaania, haponpoistajaa, joka on kaupallisesti saatavissa Union Carbide -yhtymästä; "DODPA" tarkoittaa di(p-oktyylifenyyli)amiinia, antioksidanttia; "Ionol" tarkoittaa 2,6-di-t-butyyli-p-kresolia, antioksidanttia, joka on kaupallisesti saatavissa Shell Chemical -yhtiöstä; "E-702" tarkoittaa bis(3,5-di-t-butyyli-4-hydroksifenyyli)metaania, antioksidanttia, joka on kaupallisesti saatavissa kauppanimellä Ethanox[®] 702 Ethyl-yhtymästä; "E-330" tarkoittaa 1,3,5-trimetyyli-2,4,6-tris-(3,5-di-t-butyyli-4-hydroksifenyyli)bentseeniä, antioksidanttia, joka on kaupallisesti saatavissa kauppanimellä Ethanox[®] 330 Ethyl-yhtymästä; "KOPHEN" tarkoittaa kaliumfenaattia; "P-57068" tarkoittaa bentsotriatsolijohdannais-ta, kuparikorrosion inhibiittoria, joka on kaupallisesti saatavissa kauppanimellä Petrolite 57068 Petrolite-yhtymästä; "FH-132" tarkoittaa 1,2-di(fenyylitio)etaania, kuparikorrosion inhibiittoria; "P-31001" tarkoittaa rautakorrosion inhibiittoria, joka on kaupallisesti saatavissa kauppanimellä Petrolite 31001 Petrolite-yhtymästä; "Vanl

- RI-G" tarkoittaa 4,5-dihydro-1H-imidatsolin ja C₁₆-C₁₈-rasvahappojen kondensaatiotuotetta, joka on kaupallisesti saatavissa kauppanimellä Vanlube RI-G Vanderbilt-yhtiöstä; "Sarkosyl-O" tarkoittaa N-metyyli-N-(1-okso-9-oktadekenyyli)glysiiniä, joka on kaupallisesti saatavissa kauppanimellä Sarkosyl[®]-O Giba-Geigy-yhtymästä; ja "Unamine C" tarkoittaa 1-hydroksietyyli-2-koka-imidatsoliinia, rautakorrosion inhibiittoria.

Taulukko 11

	Skydrol® LD-4	Hyjet® IVA	1'	2'	3'	4'	5'
Fosfaatti- esteri- perusaine							
TBP	50-60	72,60	67,00	67,00	69,00	62,00	87,55
TIBP							
DIBPP					22,00	20,00	10,00
DBPP	30-35		22,30	22,30			
DBPP(>99%)							
S-154							
Kronitex 100		11,60					
Viskositeet- ti-indeksin parantaja							
6703							
6770					6,30	4,50	4,50
6477			7,50	7,50			
6961-PMN							
HF411	5-10						
HF460							
C1-C10-poly- akrylaatti		6,00					
Antieroosio- aine							
FC-98, ppm	0,005-1,00		500	500	500	500	250
NH ₄ PF ₆ /Ca (SO ₂ CF ₃) ₂		0,078					

Taulukko 11 (jatkuu)

	Skydrol® LD-4'	Hyjet® IVA'	1'	2'	3'	4'	5'
Haponpois- taja (Epoksidi)							
MCS 1562	4-8		6,30	6,30	6,30	6,30	5,80
ERL 4234		1,9-2,3					
Antioksi- dantti							
DDEPA		1,00	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Ionol	1,00	0,50	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
E-702			0,90	0,90	0,90	0,45	0,45
E-330						0,45	0,45
KOPHEN, ppm			350	350	350	350	
Kuparikor- roosion in- hibiittori							
P-57068			0,05	0,05	0,05	0,05	
FH-132	0,13-1,00						0,50
Rautakor- roosion in- hibiittori							
P-31001			0,05				
Vanl. RI- G, ppm				250	250	250	250
Sarkosyl-O							
Unamine C		0,15					

Taulukko 11 (jatkuu)

	Skydrol® LD-4	Hyjet® IVA	1'	2'	3'	4'	5'
Vesi		0,23	0,14		0,15	0,15	
Tunnusomai- set ominai- suudet							
Happamuus		0,09	0,02		0,1	0,1	
Viskositeet- ti, cSt							
0-65°F (-53.8°C)	1185	1353	1777		3957	2720	1945
100°F (37.8°C)	11,42	10,81	14,40		13,51	9,29	8,76
210°F (98.9°C)	3,93	3,62	5,00		4,28	3,09	2,95
Lämpösta- bilisuus, h 0325°F (162.8°C)	-300	—	677	420	1264	1251	
Tilaisuus- kimmoisuus, psi	221 000	246 000	212 000	—	201 000	201 000	211 000
Itsesytty- vyyslämpötila °F/°C	880/471,1	800/426,7	870/465,6		950/510	950/510	

Taulukko 11 (jatkuu)

[illegible]

Taulukko 11 (jatkuu)

[illegible]

Taulukko 11 (jatkuu)

	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"	13"
Rautakor- roosion in- hibiittori								
P-31001								
Vanl.RI- G,ppm	250	250	250	250	250	250	250	250
Sarkosyl-O								
Unamine C								
Vesi		0,09				0,15		
Tunnusomai- set ominai- suudet								
Happamuus		0,04				0,03		
Viskositeet- ti, cSt								
0-65°F (-53,8°C)	1770	2438	1822	1899	2045	1886	4226	1831
100°F (37,8°C)	8,89	11,15	9,46	8,86	9,09	9,05	12,11	9,47
210°F (98,9°C)	3,03	3,69	3,17	2,98	3,07	3,08	3,75	3,21
Lämpöstabi- lius, h 0325°F (162,8°C)		929	>900					1800

Taulukko 11 (jatkuu)

	6"	7"	8"	9"	10"	11"	12"	13"
Tilavuus- kimmoisuus, psi		215 000	216 000	210 000	209 000			205 000
Itsesyöttymis- lämpötila °F/°C		900/ 482,2	900/ 482,2	890/ 476,7		880/ 471,1		880/ 471,1

¹ Jollei toisin ole ilmoitettu, komponenttien määrät ilmaistaan paino-%:ina.

² Skydrol[®] LD-4 lentokoneen hydraulineeste, kaupallisesti saatavissa Monsanto-yhtiöstä.

5 ³ Hyjet[®] lentokoneen hydraulineeste, kaupallisesti saatavissa Chevron International Oil -yhtiöstä.

⁴ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 75,03 paino-% TBP:tä ja 24,97 DBPP:tä.

10 ⁵ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 75,82 paino-% TIBP:tä ja 24,18 DIBPP:tä.

⁶ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 73,81 paino-% TIBP:tä ja 24,39 DIBPP:tä.

⁷ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 89,75 paino-% TIBP:tä ja 10,25 DIBPP:tä.

15 ⁸ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 94,31 paino-% TIBP:tä ja 5,69 DIBPP:tä.

⁹ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 76,13 paino-% TIBP:tä ja 23,87 DBPP:tä (>99 %).

20 ¹⁰ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 79,33 paino-% TIBP:tä ja 20,67 DBPP:tä (>99 %).

25 ¹¹ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 96,57 paino-% TIBP:tä ja 3,43 triaryylifosfaattia [trifenyylifosfaatti (TPP, 42,8 %), t-butyylifenyyli-difenyylifosfaattia (TBPDP; 41,7 %), di(t-butyylifenyyli)fenyylifosfaatti (DTBPPP, 12,8 %) ja tri(t-butyylifenyyli)fosfaatti (TTBPP, 1,3 %) ja 1,4 % kevyitä päitä ja muuta tunnistamatonta materiaalia].

30 ¹² Fosfaattiesteriperusaine sisältää 96,58 paino-% TIBP:tä ja 3,42 triaryylifosfaattia (TPP, 42,8 %, TBPDP; 41,7 %, DTBPPP, 12,8 %; ja TTBPP, 1,3 %).

¹³ Fosfaattiesteriperusaine sisältää 100 paino-% TIBP:tä.

Esimerkki 13

Suoritettiin kokeita, joissa verrattiin tiettyjä edustavia, taulukossa 11 esitettyjä formulaatioita kaupallisesti saataviin hydraulinesteisiin esillä olevan keksinnön mukaisten nestekoostumusten ylivoimaisen hydrolyyttisen stabiiliuden osoittamiseksi. Keksinnön mukaiset nestekoostumukset sisälsivät joko lisäainepakkauksen, joka sopii käytettäväksi esillä olevan keksinnön mukaisissa nestekoostumuksissa tai isoalkyylifosfaattiesteripohjaisia perusaineita ja isoalkyylifosfaattiesteri/aryylifosfaattiesteripohjaisia perusaineita tai molemmat. Kussakin ko-
 5 keessa ruostumatonta terästä 301 oleva putki, joka mitat olivat noin 1,90 cm (0,75 tuumaa) (sisähalkaisija) x 22,86 cm (9,0 tuumaa) (pituus) ja tilavuus noin 53 cm³, täytettiin noin 83-%:isesti (noin 45 cm³) testattavalla nesteel-
 10 lä. Putken tyhjä tila täytettiin ilmalla. Putki suljettiin, ja sitä kuumennettiin koelämpötilassa, 162,7 °C:ssa (325 °F), ja pidettiin tässä lämpötilassa koko kokeen ajan. Kutakin putkea monitoroitiin aika ajoin, ja näytteet
 15 otettiin nesteen kemiallisessa koostumuksessa mahdollisesti tapahtuvien muutosten, erityisesti näytteessä olevan haponpoistajan (epoksidin) pitoisuuden seuraamiseksi. Kun epoksidi oli kulutettu sataprosenttisesti, neste huononi
 20 tyypillisesti siihen pisteeseen, että sen käyttökelpoisuus lentokoneen hydraulinesteenä oli oleellisesti loppunut. Kun epoksidin häviäminen läheni 100 %:a, koenäytteet tit-
 25 rattiin happamuuden suhteen. Kun nesteen neutraloimisluku saavutti arvon 1,5 tai suurempi, koe pysäytettiin ja tun-
 30 tien lukumäärä pantiin muistiin. Parametrit ja tulokset on esitetty taulukossa 12.

Taulukko 12

Nesteen hydrolyyttinen stabiilius 162,7 °C:ssa (325 °F)

		Stabiilius (h)	Vesi-%
5	Neste (taulukosta 11)	<0,2 (sellaisenaan)	0,5
	Skydrol [®] LD-4 ¹	300	37
	Hyjet [®] IVA ²	200	28
	2	420	85
	5	1000	310
10	11	> 1000	350

¹ Kaupallisesti saatavissa Monsanto-yhtiöstä² Kaupallisesti saatavissa Chevron International Oil -yhtiöstä.

Patenttivaatimukset

1. Nestekoostumus, joka sopii käytettäväksi lentokoneen hydraulinesteenä, t u n n e t t u siitä, että se sisältää

5 a) palonkestävää fosfaattiesteriperusainetta, joka sisältää noin 10 - 90 paino-% trialkyylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit sisältävät 3 - 8 hiiliatomia ja ovat liittyneet fosfaattiosaan primaarisen hiiliatomin kautta, 10 noin 0 - 70 paino-% dialkyyliaryylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit ovat edellä määriteltäviä, ja noin 0 - 25 paino-% alkyylidiaryylifosfaattia, jossa alkyylisubstituentit ovat edellä määriteltäviä, edellyttäen, että kunkin perusaineen komponentin suhteellisen määrän summan täytyy 15 olla 100;

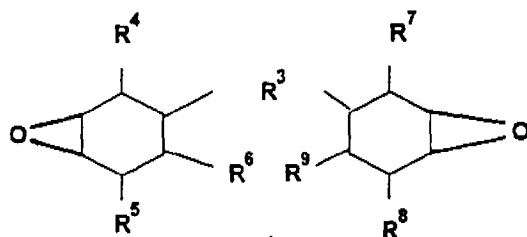
b) haponpoistajaa määränä, joka tehokkaasti neutraloi fosforihapon ja fosforihapon osittaisesterit, joita muodostuu in situ perusaineen minkä tahansa fosfaattiesterin hydrolyysissä;

20 c) antierosioainetta määränä, joka tehokkaasti estää virtauksen aiheuttaman sähkökemiallisen tai zetakorrosion hydraulijärjestelmien hydraulisten servoventtiilien virtausmittausreunoissa;

d) viskositeetti-indeksin parantajaa määränä, joka 25 tehokkaasti aiheuttaa sen, että nestekoostumuksen viskositeetti-indeksi on ainakin noin 3,0 cSt noin 99 °C:ssa (210 °F), ainakin noin 9,0 cSt noin 38 °C:ssa (100 °F) ja vähemmän kuin noin 4 200 cSt -54 °C:ssa (-65 °F); ja

e) antioksidanttia määränä, joka tehokkaasti estää 30 nestekoostumuksen komponenttien hapettumisen hapettavien aineiden läsnä ollessa.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että haponpoistaja on 3,4-epoksisykloheksaanikarboksylaatin ja diepoksidiyhdisteen, jolla 35 on kaava



5

jossa R^3 on orgaaninen ryhmä, joka sisältää 1 - 10 hiili-
atomia, 0 - 6 happiatomia ja 0 - 6 typpiä ja R^4 - R^9
ovat toisistaan riippumatta kukin vety tai alifaattinen
10 ryhmä, joka sisältää 1 - 5 hiiliatomia, johdannainen tai
3,4-epoksisykloheksaanikarboksylaatin ja diepoksidiyhdis-
teen seos.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus,
t u n n e t t u siitä, että haponpoistajaa on läsnä mää-
15 ränä, joka on noin 1,5 - 10 paino-% nestekoostumuksesta.

4. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus,
t u n n e t t u siitä, että antierosioaine on perfluo-
rialkyyli-sulfonihapon alkalimetallisuola, jolloin alkyy-
lisubstituentti on heksyyli, heptyyli, oktyyli, nonyyli,
20 dekyyli tai niiden seos.

5. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus,
t u n n e t t u siitä, että antierosioainetta on läsnä
osuutena noin 0,02 - 0,08 paino-% nestekoostumuksesta.

6. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus,
25 t u n n e t t u siitä, että viskositeetti-indeksin pa-
rantaja on metakrylaattiesteripolymeeri, jonka toistuvat
yksiköt sisältävät oleellisesti butyyli- ja heksyylimet-
akrylaattia, jolloin ainakin 95 paino-%:lla metakrylaat-
tiesteripolymeeristä on molekyylipaino noin 50 000 -
30 1 500 000.

7. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus,
t u n n e t t u siitä, että viskositeetti-indeksin pa-
rantajaa on läsnä osuutena noin 3 - 10 paino-% nestekoos-
tumuksesta.

8. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että antioksidantti on 2,4,6-trialkyylifenoli, di(alkyylifenyyl)amiini, estetty polyfenoli tai niiden seos.

5 9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että 2,4,6-trialkyylifenoli on 2,6-di-t-butyylip-kresoli.

10 10. Patenttivaatimuksen 8 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että di(alkyylifenyyl)amiini on di(p-oktyylifenyyl)amiini.

15 11. Patenttivaatimuksen 8 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että estetty polyfenoli on bis-(3,5-dialkyyli-4-hydroksiaryyli)metaani, 1,3,5-trialkyyli-2,4,6-tris(3,5-di-t-butyylip-4-hydroksiaryyli)bentseeni tai niiden seos.

20 12. Patenttivaatimuksen 8 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että 2,4,6-trialkyylifenolia on läsnä osuutena noin 0,1 - 1,0 paino-% nestekoostumuksesta, di(alkyylifenyyl)amiinia on läsnä osuutena noin 0,3 - 1 paino-% nestekoostumuksesta ja estettyä polyfenolia on läsnä osuutena noin 0,3 - 1 paino-% nestekoostumuksesta.

25 13. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että fosfaattieriperusaineen alkyyli substituentit ovat oleellisesti C₄- tai C₅-isoalkyyli ryhmiä.

14. Patenttivaatimuksen 13 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että trialkyylifosfaatti on triisobutyylifosfaatti.

30 15. Patenttivaatimuksen 13 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että dialkyyliaryylifosfaatti on diisobutyylifenyylifosfaatti.

16. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että fosfaattieriperusaine sisältää noin 35 - 90 paino-% trialkyylifosfaattia, noin

0 - 35 paino-% dialkyyliaryyylifosfaattia ja noin 0 - 20 paino-% alkyylidiaryyylifosfaattia.

17. Patenttivaatimuksen 16 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että fosfaattiesteriperusaine sisältää noin 50 - 85 paino-% trialkyylifosfaattia, noin 18 - 35 paino-% dialkyyliaryyylifosfaattia ja noin 0 - 10 paino-% alkyylidiaryyylifosfaattia.

18. Patenttivaatimuksen 17 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että trialkyylifosfaatti käsittää noin 50 - 70 paino-% fosfaattiesteriperusaineesta ja alkyylidiaryyylifosfaatti käsittää noin 0 - 5 paino-% fosfaattiesteriperusaineesta.

19. Patenttivaatimuksen 17 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että fosfaattiestereiden alkyylisubstituentit ovat oleellisesti C₄- tai C₅-isoalkyylejä.

20. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että fosfaattiesteriperusaine sisältää noin 80 - 90 paino-% trialkyylifosfaattia ja noin 10 - 20 paino-% tri(alkyyliaryyli)fosfaattia.

21. Patenttivaatimuksen 20 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että tri(alkyyliaryyli)fosfaatti on tri(isopropyylifenyli)fosfaatti, tri(isobutyylifenyyli)fosfaatti tai tri(t-butyylifenyyli)fosfaatti.

22. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että fosfaattiesteriperusaine sisältää noin 0 - 5 paino-% alkyylidiaryyylifosfaattia.

23. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että fosfaattiesterit, jotka sisältävät aryylisubstituentin, eivät muodosta yli 25 paino-% fosfaattiesteriperusaineesta.

24. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että se lisäksi sisältää kuparikorroosion inhibiittoria.

25. Patenttivaatimuksen 24 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että kuparikorroosion inhibiitto-

ri on bentsotriatsoli, bentsotriatsolijohdannainen tai niiden seos.

26. Patenttivaatimuksen 24 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että kuparikorroosion inhibiittoria on läsnä osuutena noin 0,005 - 0,09 paino-% nestekoostumuksesta.

27. Patenttivaatimuksen 26 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että kuparikorroosion inhibiittoria on läsnä osuutena noin 0,02 - 0,07 paino-% nestekoostumuksesta.

28. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että se lisäksi sisältää rautakorroosion inhibiittoria.

29. Patenttivaatimuksen 28 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että rautakorroosion inhibiittori on 4,5-dihydroimidatsolijohdiste, jolla on kaava



jossa R¹ on vety, alkyyli, alkenyyli, hydroksialkyyli, hydroksialkenyyli, alkoksialkyyli tai alkoksialkenyyli ja R² on alkyyli, alkenyyli tai alifaattinen karboksylaatti.

30. Patenttivaatimuksen 29 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että 4,5-dihydroimidatsoli on 2-(8-heptadekenyyli)-4,5-dihydro-1H-imidatsoli-1-etanoli tai C₁₄₋₁₈-rasvahapon ja 4,5-dihydro-1H-imidatsolin kondensaatiotuote.

31. Patenttivaatimuksen 29 mukainen nestekoostumus, t u n n e t t u siitä, että 4,5-dihydroimidatsolijohdistettä on läsnä määränä, joka tehokkaasti lisää nestekoostumuksen stabiiliutta vähintään 25 %:lla 149 °C:ssa (300 °F:ssa) mitattuna epoksidin häviämisellä.

32. Patenttivaatimuksen 31 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että 4,5-dihydroimidatsolihydriidistä on läsnä osuutena noin 0,01 - 0,1 paino-% nestekoostumuksesta.

5 33. Patenttivaatimuksen 30 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että 4,5-dihydroimidatsolihydriidistä on läsnä yhdessä aminohappojohdannaisen kanssa.

34. Patenttivaatimuksen 33 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että aminohappojohdannainen on 10 N-metyyli-N-(1-okso-9-oktadekenyyli)glysiini.

35. Patenttivaatimuksen 30 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että 4,5-dihydroimidatsolihydriidistä on C₁₄₋₁₈-rasvahapon ja 4,5-dihydro-1H-imidatsolin kondensaatiotuote.

15 36. Patenttivaatimuksen 1 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että se lisäksi sisältää vaahdonestoainetta.

37. Patenttivaatimuksen 36 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että vaahdonestoaine on polyalkyyllisiloksaani. 20

38. Patenttivaatimuksen 37 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että polyalkyyllisiloksaani on polymetyyllisiloksaani.

39. Patenttivaatimuksen 36 mukainen nestekoostumus, 25 tunnettu siitä, että vaahdonestoainetta on läsnä osuutena noin 0,0001 - 0,001 paino-% nestekoostumuksesta.

40. Patenttivaatimuksen 39 mukainen nestekoostumus, tunnettu siitä, että vaahdonestoainetta on läsnä osuutena noin 0,0005 paino-% nestekoostumuksesta.

30 41. Nestekoostumus, joka sopii käytettäväksi lentokoneen hydraulinesteenä, tunnettu siitä, että se sisältää ←

a) palonkestävää fosfaattieriperusainetta, joka sisältää noin 10 - 90 paino-% trialkyylifosfaattia, jossa 35 alkyylisubstituentit ovat oleellisesti C₄- tai C₅-isoal-

T-002-6

kyyliryhmiä ja ovat liittyneet fosfaattiryhmään primaarisen hiiliatomin kautta, noin 0 - 70 paino-% dialkyyliaryyllifosfaattia, jossa alkyyli substituentit ovat edellä määriteltäviä, ja noin 0 - 25 paino-% alkyyli diaryyllifosfaattia, jossa alkyyli substituentit ovat edellä määriteltäviä, edellyttäen, että kunkin perusaineen komponentin suhteellisen määrän summan täytyy olla 100 %;

b) viskositeetti-indeksin parantajaa osuutena noin 3 - 10 paino-% nestekoostumuksesta, jolloin viskositeetti-indeksin parantaja on metakrylaattiesteripolymeeri, jonka toistuvat yksiköt ovat oleellisesti butyyli- ja heksyyli-metakrylaatti, ja vähintään 95 paino-%:lla polymeeristä on molekyylipaino noin 50 000 - 1 500 000;

c) antieroosioainetta osuutena noin 0,02 - 0,08 paino-% nestekoostumuksesta, jolloin antieroosioaine on perfluorialkyyli fulfoni hapon alkalimetallisuola, jossa alkyyli substituentti on heksyyli, heptyyli, oktyyli, nonyyli, dekyyli tai niiden seos;

d) haponpoistajaa osuutena noin 1,5 - 10 paino-% nestekoostumuksesta, jolloin haponpoistaja on epoksidiyhdiste;

e) 2,4,6-trialkyyli fenolia osuutena noin 0,1 - 1 paino-% nestekoostumuksesta;

f) di(alkyyli fenyyli)amiinia osuutena noin 0,3 - 1 paino-% nestekoostumuksesta; ja

g) estettyä polyfenolia, joka on bis(3,5-dialkyyli-4-hydroksiaryyli)metaani, 1,3,5-trimetyyli-2,4,6-tris(3,5-di-t-butyyli-4-hydroksiaryyli)bentseeni tai näiden seos ja jota on läsnä osuutena noin 0,3 - 1 paino-% nestekoostumuksesta.

FIG. 1

W17/LD4/H4A

SULJETUT PUTKET

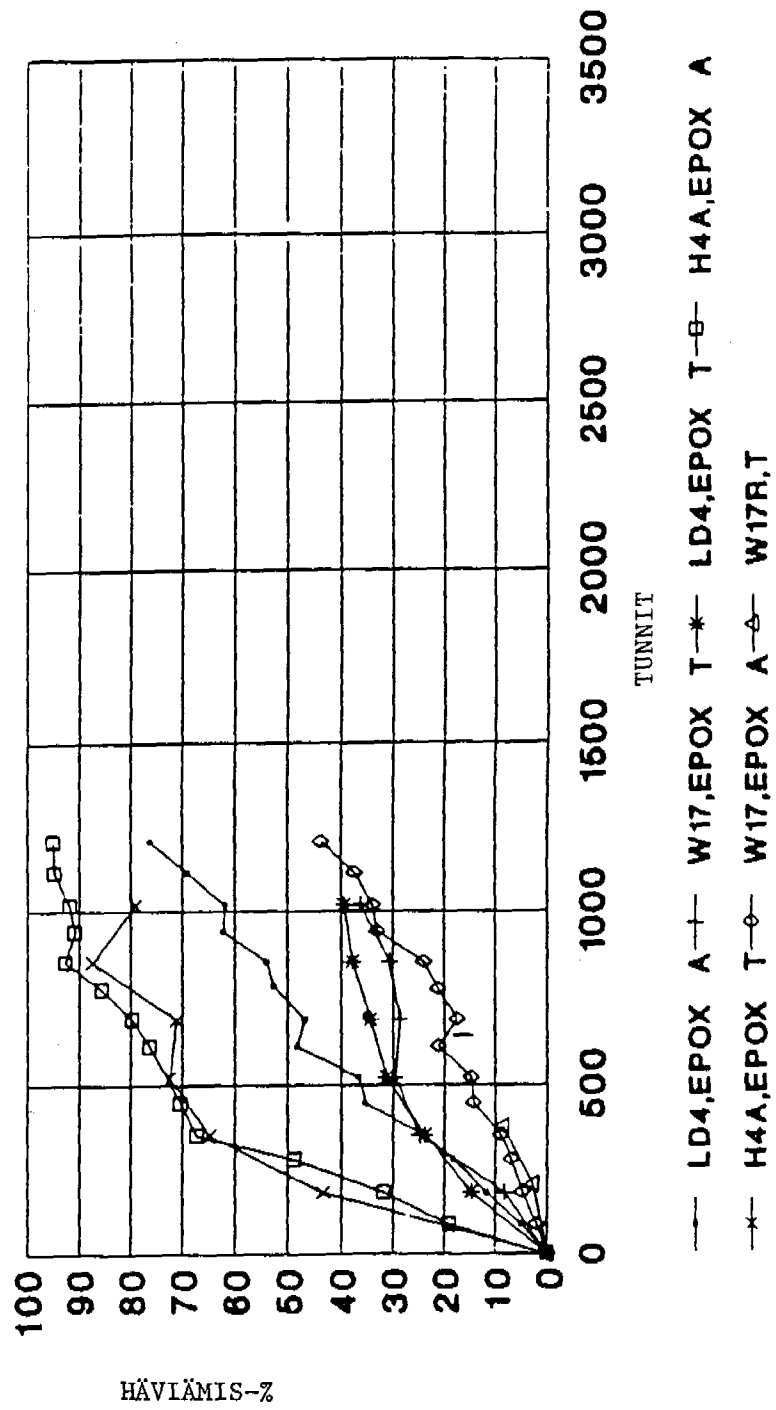


FIG. 2

LD4/W17 -STABILISUUS @ 275 F

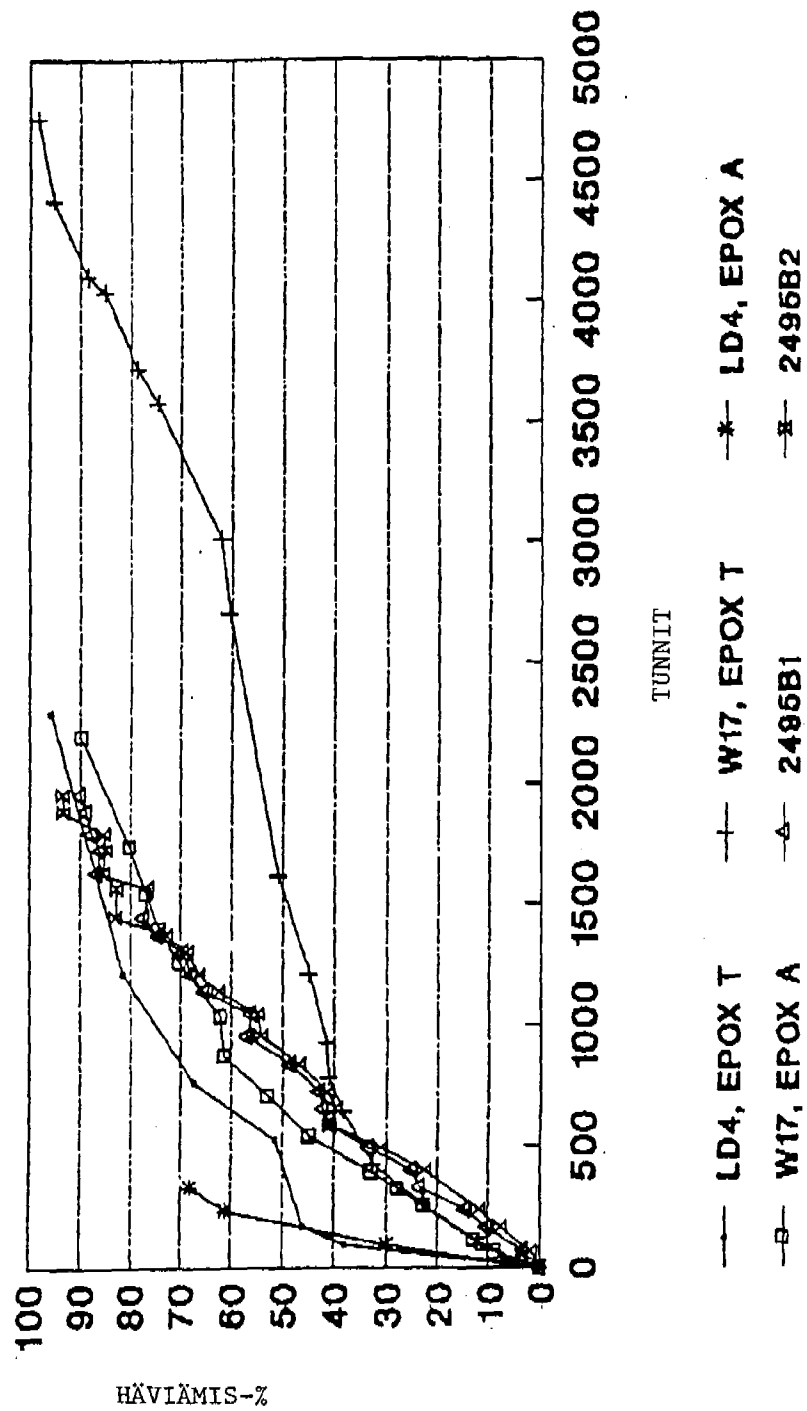


FIG. 3

LD4/W17-STABILISUUS @ 300 F

SULJETUT PUTKET

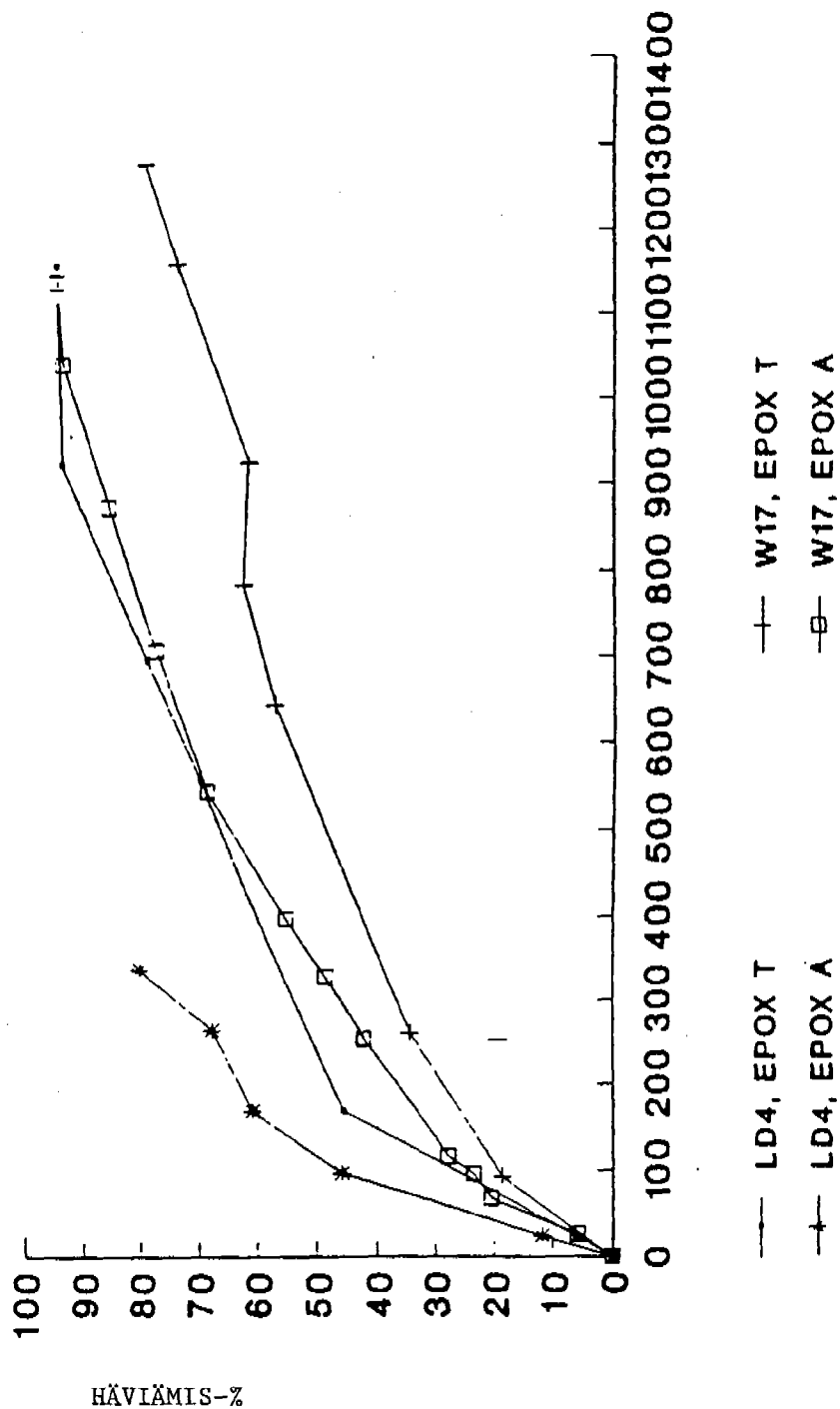
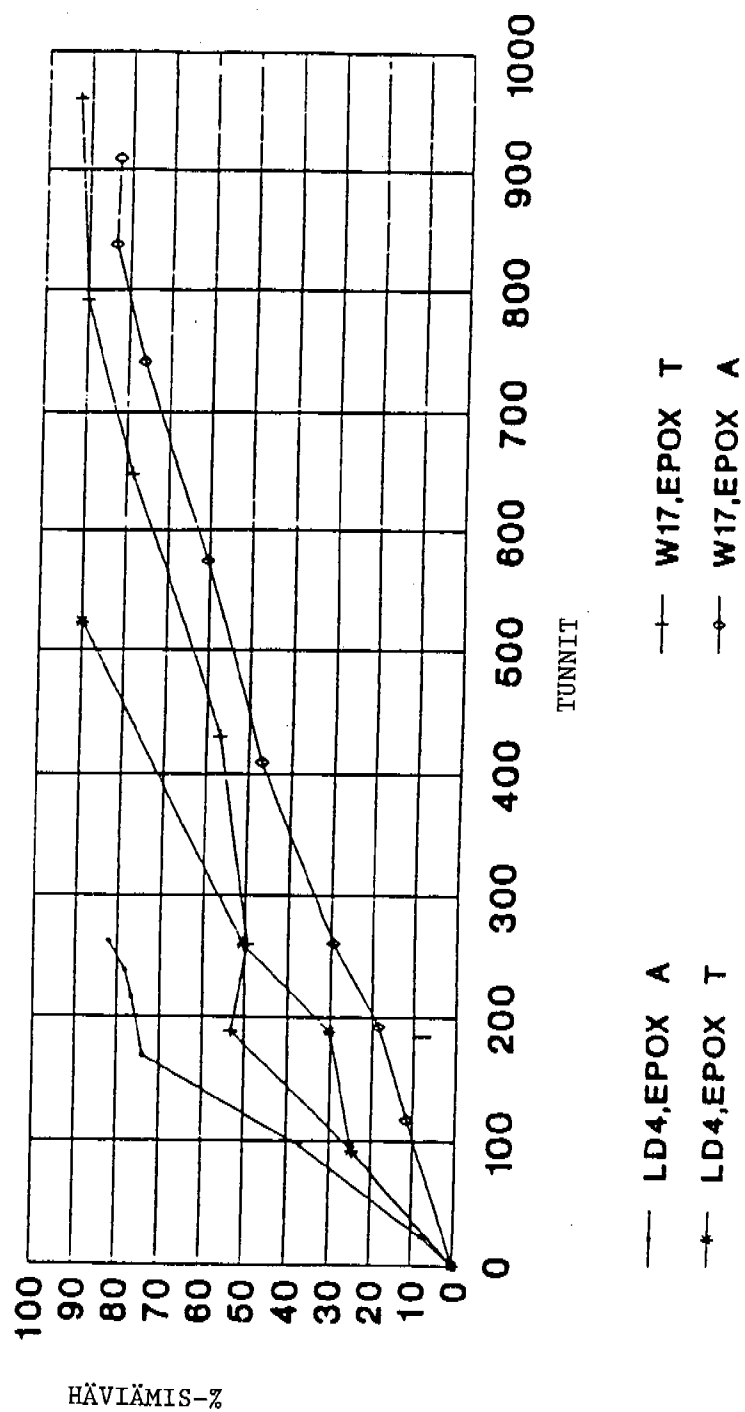


FIG. 4

W17/LD4

SULJETUT PUTKET

+5% H2O



W17/LD4

SULJETUT PUTKET

+0.5% H₂O

FIG: 5

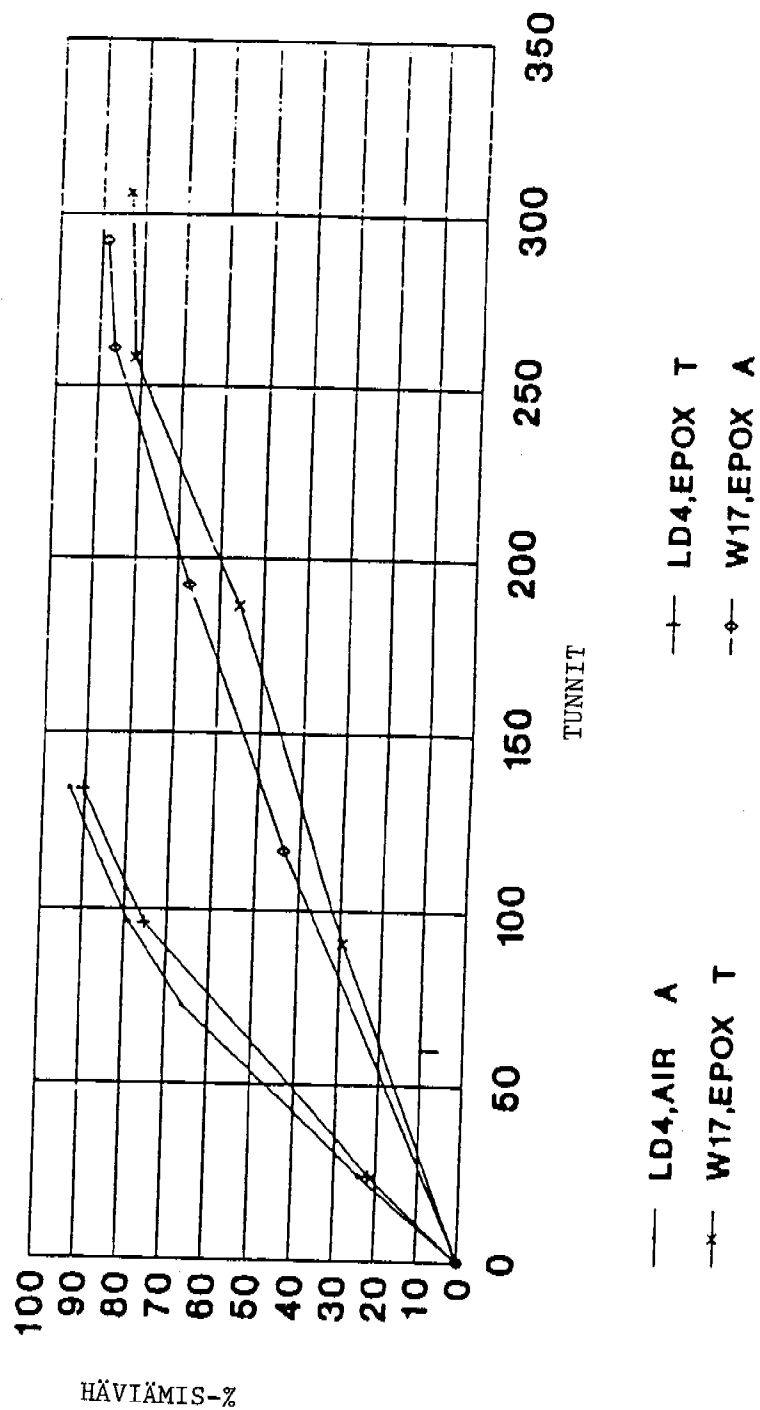


FIG. 6

LD4-- HYDROLYYSISTABIILISUUSTESTI

SULJETUISSA PYREX-PUTKISSA

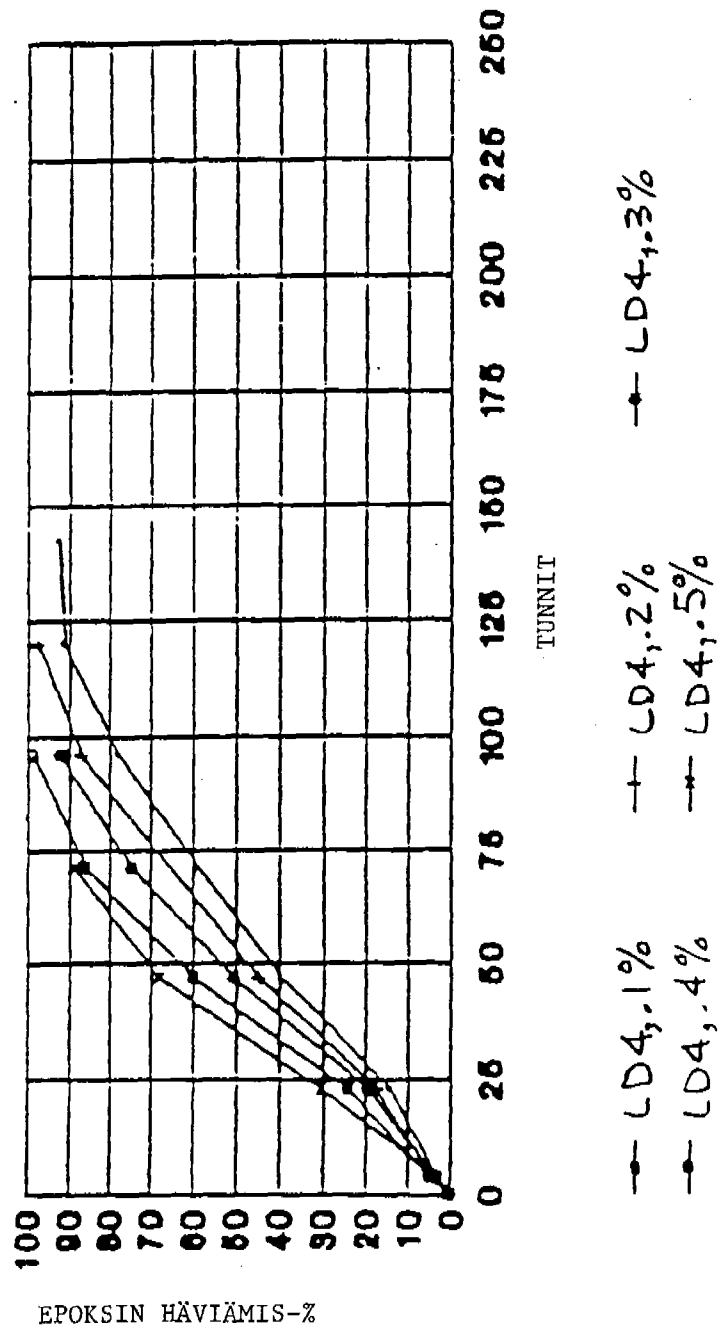


FIG. 7

H4A- HYDROLYYSISTABIILISUUSTESTI

SULJETUISSA PYREX-PUTKISSA

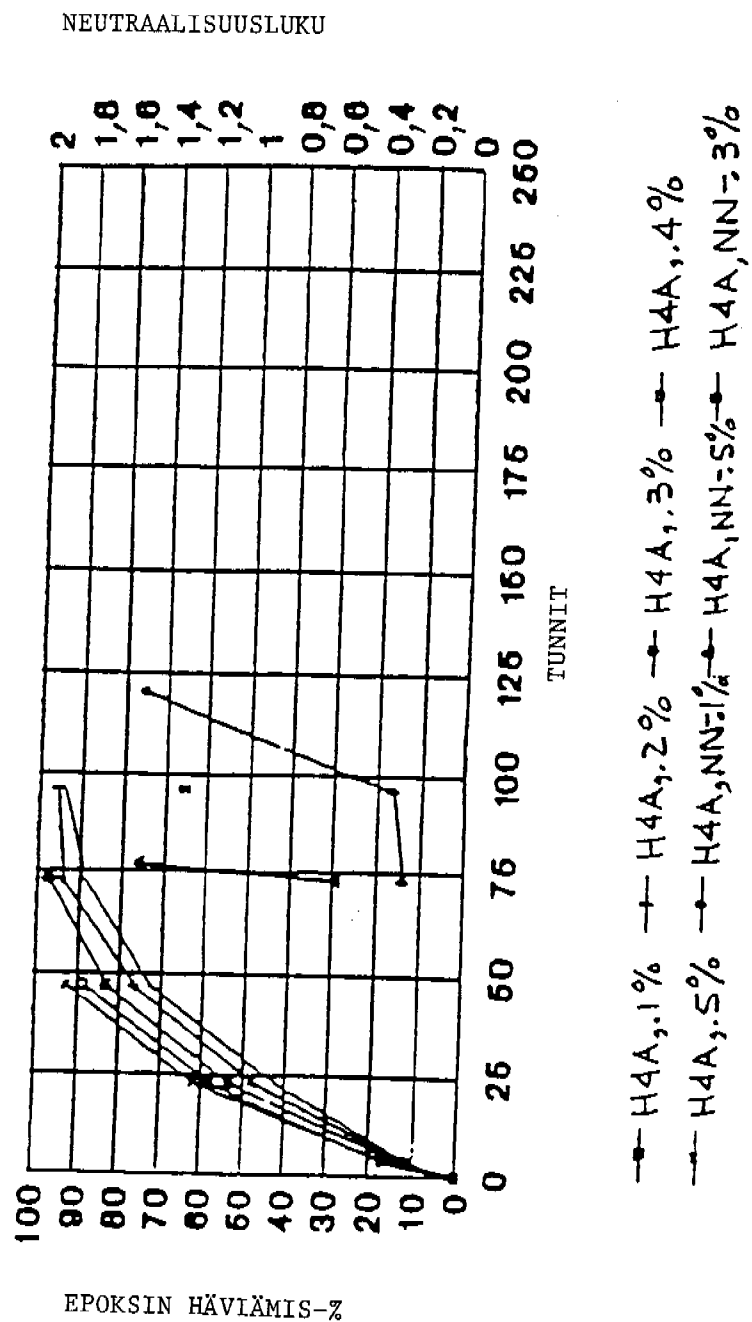
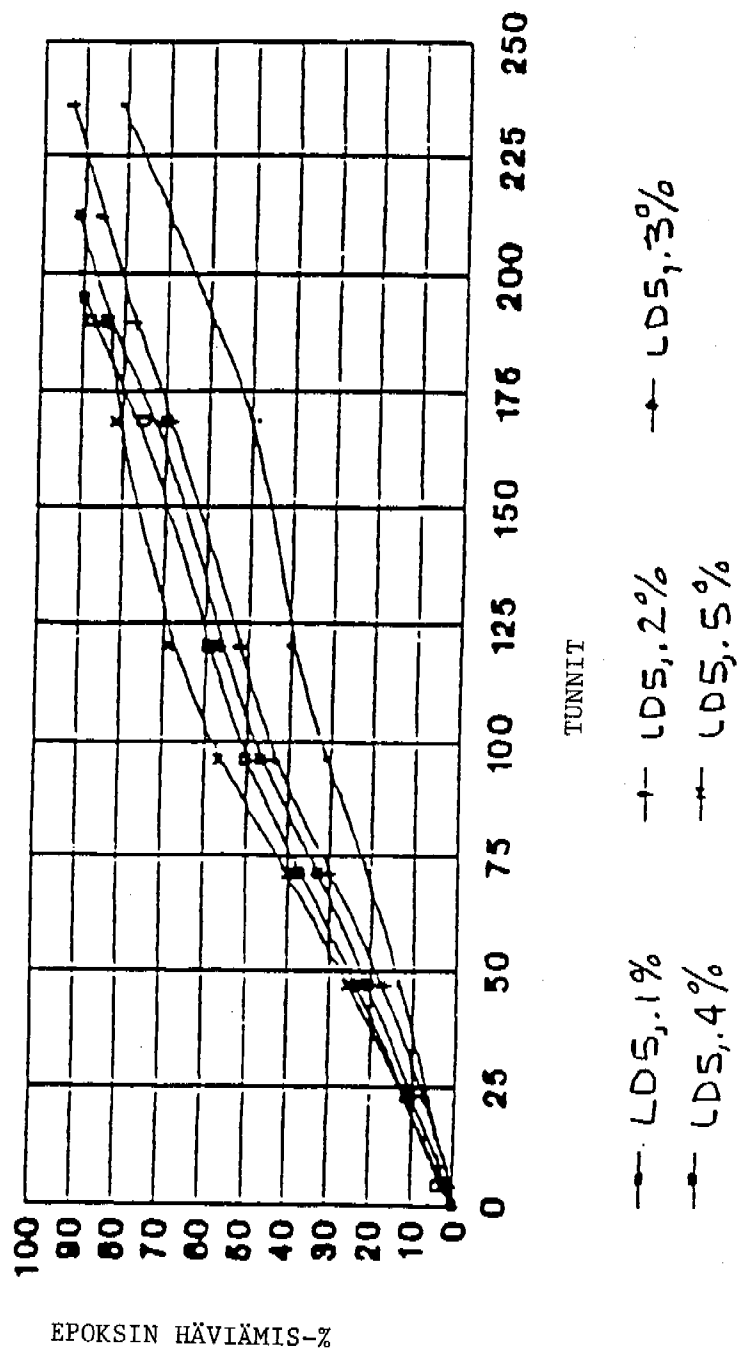


FIG. 8

LD5- HYDROLYYSISTABIILISUUSTESTI SULJETUISSA PYREX-PUTKISSA



375 F - STABIILISUUSTESTI LD5-LD4-H4A

FIG. 9

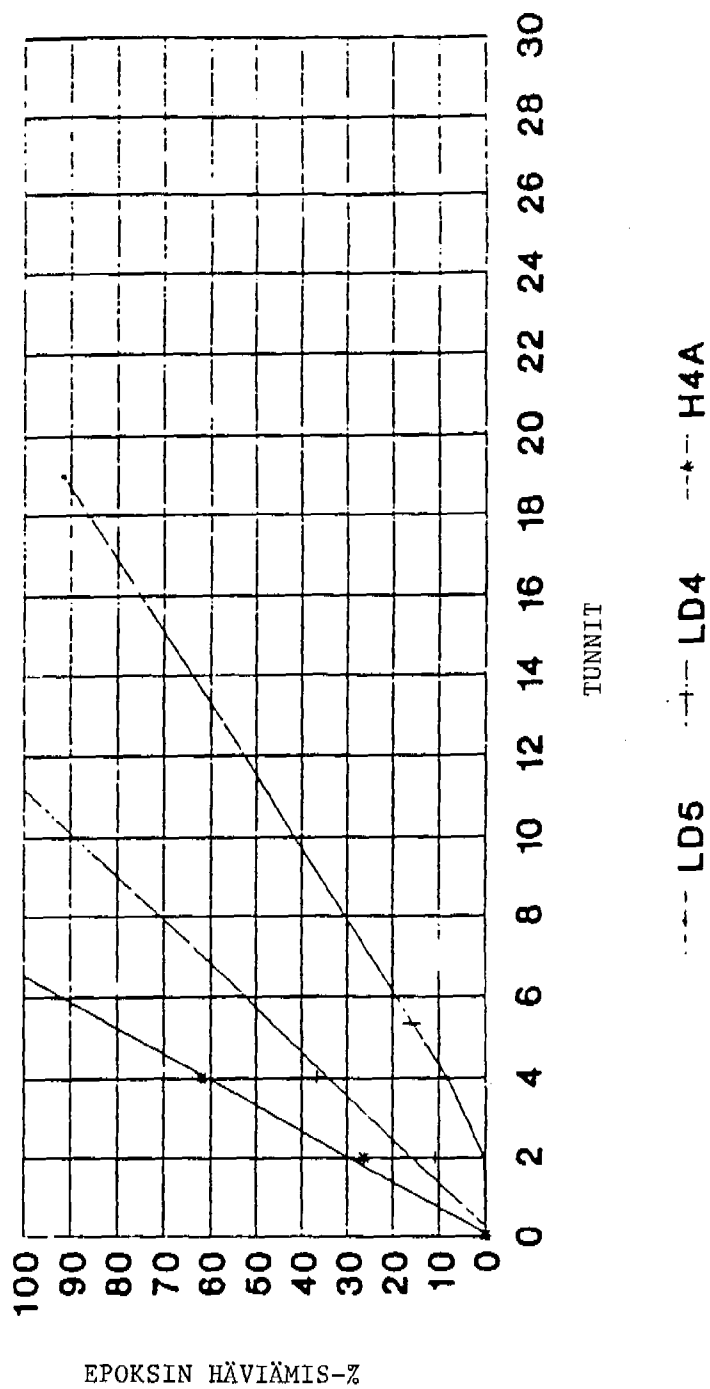
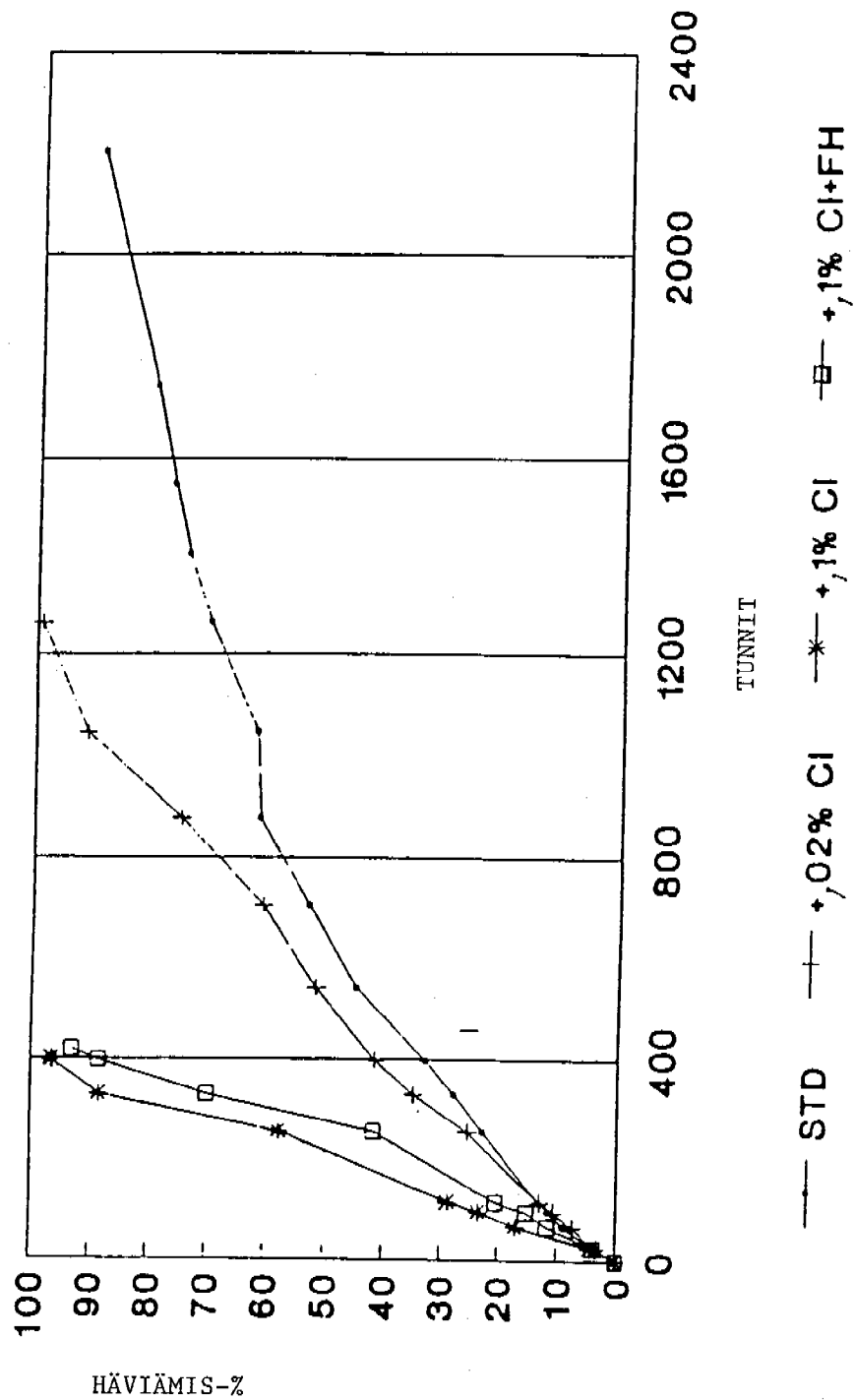


FIG. 10

W17 -STABILISUUS @ 275 F
SULJETUT PUTKET
LISÄTTY TCE:tä



W17 -STABIILISUUS @ 300 F

SULJETUT PUTKET
LISÄTTY TCE:tä

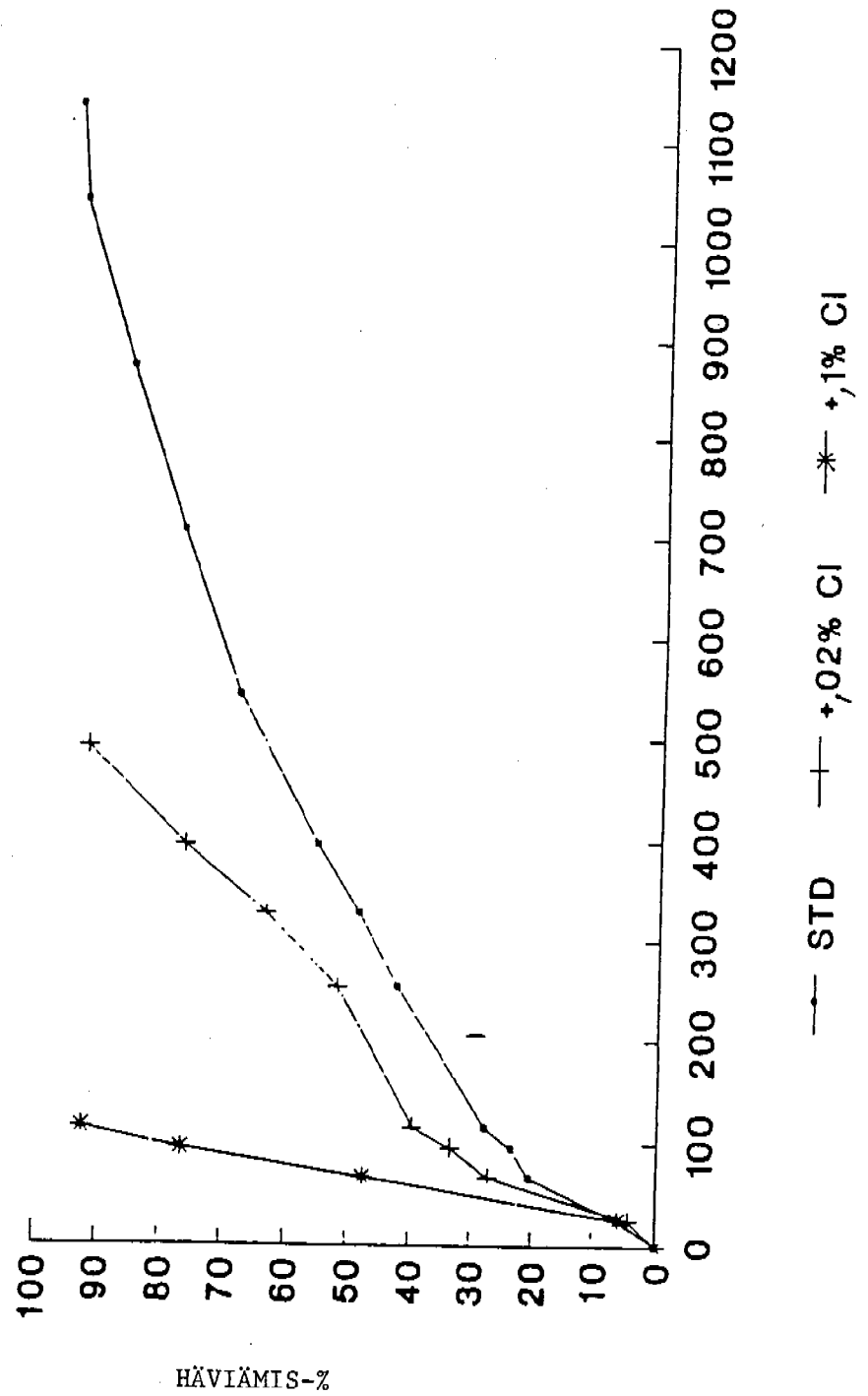


FIG. 11

HAPETUSSTABIILISUUSTESTI O&C- TESTI

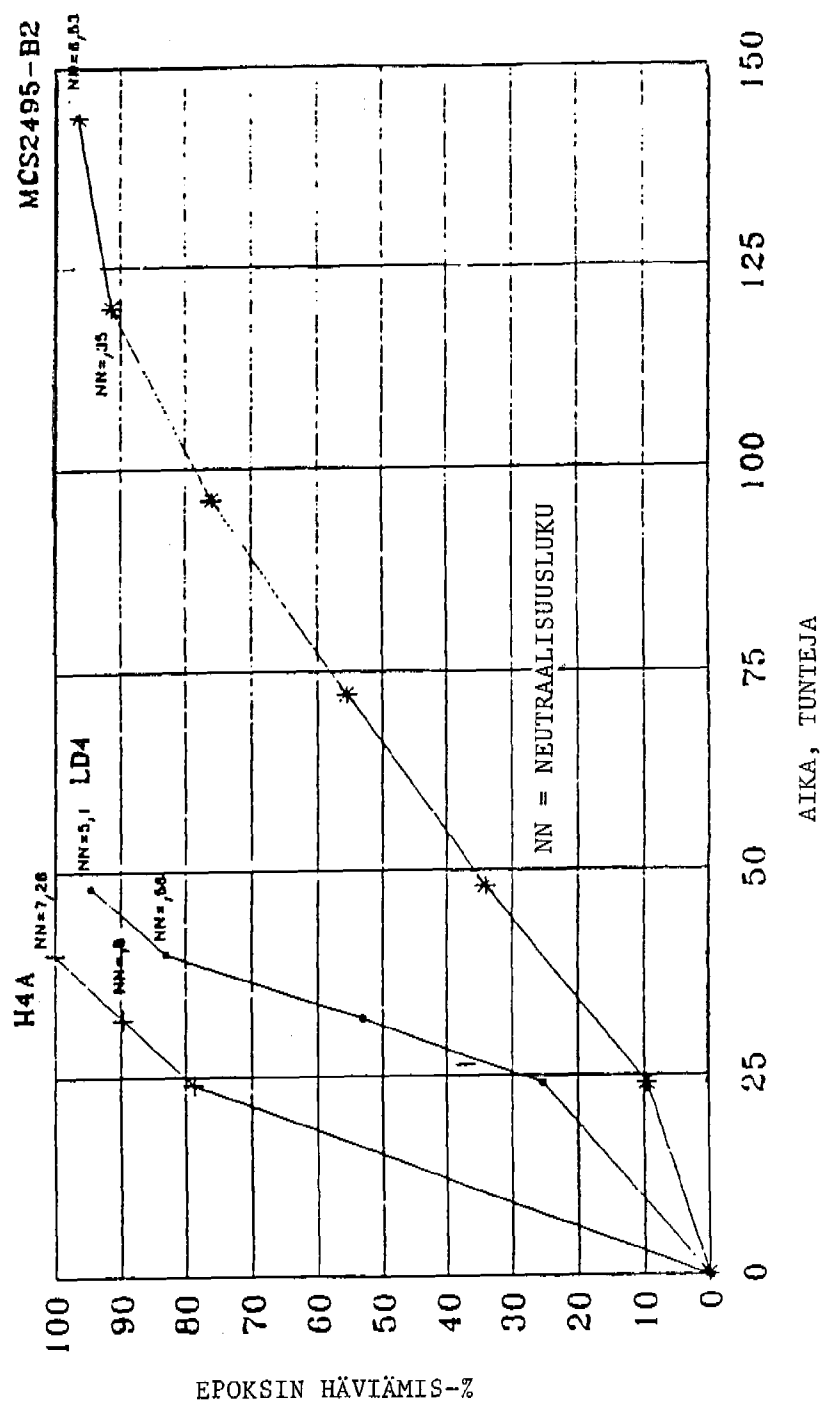


FIG. 12

FIG. 13

KIINTOAINHEET 375 F:stä
TUNNIN VARASTOINTIKOE

