

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) **FI 972913 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 972913

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
C08F 2/32
A61L 15/42

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 11.01.1996

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 09.07.1997

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 09.09.1997

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 13.06.2019

(86) Kansainvälinen hakemus - 11.01.1996 PCT/US1996/000084
Internationell ansökan - International
application

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

10.01.1995 US 370922

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 • The Procter & Gamble Company, One Procter & Gamble Plaza, Cincinnati, OH 45202, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 • DesMarais, Thomas Allen, Cincinnati, OH 45252, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 • Stone, Keith Joseph, Fairfield, OH 45014, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

3 • Dyer, John Collins, Cincinnati, OH 45241, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

4 • Hird, Bryn, Cincinnati, OH 45224, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

5 • Goldman, Stephen Allen, Cincinnati, OH 45215, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

6 • Peace, Michelle Renee, Mason, OH 45040, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

7 • Seiden, Paul, Cincinnati, OH 45208, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

Absorboivia vaahtomateriaaleja vesipitoisia nesteitä varten, jotka on valmistettu emulsioista, joilla on suuret sisäiset faasit ja hyvin korkeat vesi/öljy-suhteet

Absorberande skummaterial för vattenhaltiga vätskor tillverkade av emulsioner med stora inre faser och mycket höga vatten/olja-förhållanden

Absorboivia vaahtomateriaaleja vesipitoisia nesteitä varten, jotka on valmistettu emulsioista, joilla on suuret sisäiset faasit ja hyvin korkeat vesi/öljy-suhteet

5 **Keksinnön alue**

Tämän hakemuksen kohteena ovat joustavat mikrohukoiset avosoluiset polymeerivaahtomateriaalit, joiden sisältämät absorptio- ja pidätysominaisuudet tekevät niistä erityisen sopivia vesipitoisten juoksevien väliaineiden, esimerkiksi virtsan imemistä varten. Tämän hakemuksen kohteena ovat erityisesti imukykyiset vaahtomuovimateriaalit, jotka on tehty korkean sisäisen vaiheen sisältävistä emulsioista, joissa on erittäin suuret vesi-öljysuhteet.

Keksinnön tausta

15 Tehokkaasti imukykyisten tuotteiden kehittäminen käyttöä varten kertakäyttövaippoina, aikuisten pidätyskyvyttömyyspehmusteina ja -pikkuhousuina sekä terveyssiteinä, on huomattavan kaupallisen kiinnostuksen kohteena nykyisin. Tällaisten tuotteiden eräänä erittäin suotavana ominaisuutena on ohuus. Ohuimmat vaipat ovat esimerkiksi vähemmän tilaa vieviä käytön yhteydessä, sopivat paremmin vaatetuksen alle ja ovat huomaamattomampia. Ne voidaan myös asettaa tiiviimmin pakkaukseen, jolloin kuluttajan on helpompaa käyttää ja varastoida vaippoja. Pakkauksen tiiviys ja pienempi paino johtaa myös pienempiin jakelukustannuksiin valmistajaa ja jakelua hoitavaa henkilöä varten, jolloin vaaditaan vähemmän hylllyvarastointitilaa vaippayksikköä kohden.

30 Kyky ohuempien imukykyisten tuotteiden, kuten vaippojen valmistamiseksi on liittynyt kykyyn valmistaa suhteellisen ohuita imukykyisiä sydämiä tai rakenteita, jotka kykenevät ottamaan vastaan ja varastoimaan suuria määriä kehosta tulevia kehollisia juoksevia väliaineita, erityisesti virtsaa. Tässä suhteessa määrättyjen hiukkasmaisten imukykyisten polymeerien käyttö, joita usein kutsutaan

"hydrogeeli-", "superimukykyiseksi" tai "hydrokolloidi"-
 materiaaleiksi, on ollut erityisen tärkeää. Tässä yhtey-
 dessä viitataan esimerkki US-patenttijulkaisuun 3 699 103
 (Harper et al), myönnetty 13. kesäkuuta 1972, ja US-pa-
 5 tenttijulkaisuun 3 770 731 (Harmon), myönnetty 20. kesä-
 kuuta 1972, joissa selostetaan tällaisten hiukkasmaisten
 imukykyisten polymeerien käyttöä imukykyisissä tuotteissa.
 Käytännössä ohuempien vaippojen valmistus on ollut välit-
 tömänä seurauksena ohuemmista imukykyisistä sydämistä,
 10 jotka tekevät nämä hiukkasmaiset imukykyiset polymeerit
 edullisesti kykeneviksi imemään suuria määriä kehosta tu-
 levia vesipitoisia juoksevia väliaineita yleensä silloin,
 kun niitä käytetään yhdessä kuitumatriisin kanssa, katso
 esimerkiksi US-patenttijulkaisu 4 673 402 (Weisman et al),
 15 myönnetty 16. kesäkuuta 1987 ja US-patenttijulkaisu
 4 935 022 (Lash et al), myönnetty 19. kesäkuuta 1990,
 joissa selostetaan kaksikerroksisia sydänrakenteita, jotka
 käsittävät kuitumatriisin ja imukykyisiä hiukkasmaisia poly-
 meerejä, joita voidaan käyttää ohuiden, tiiviiden ja vain
 20 vähän tilaa vievien vaippojen valmistuksessa.

Nämä imukykyiset hiukkasmaiset polymeerit olivat
 aikaisemmin ylivoimaisia kyvyltään pidättää juoksevien
 väliaineiden, kuten virtsan, suuria määriä. Edustavana
 esimerkkinä tällaisista hiukkasmaisista imukykyisistä po-
 25 lymeereistä voidaan mainita kevyesti ristikytkeytyt polyak-
 rylaattit. Samoin kuin muut imukykyiset polymeerit, nämä
 kevyesti ristikytkeytyt polyakrylaattit käsittävät useita
 anionisia (varattuja) karboksiryhmiä, jotka on kiinnitetty
 polymeerirunkoon. Nämä varatut karboksiryhmät tekevät po-
 30 lymeerin kykeneväksi imemään itseensä vesipitoisia kehol-
 lisia juoksevia väliaineita osmoottisten voimien avulla.

Kapillaarivoimiin perustuva imukykyisyys on myös
 tärkeä tekijä useiden imukykyisten tuotteiden, kuten vaip-
 pojen, yhteydessä. Kapillaarivoimat ovat huomattavana te-
 35 kijänä useissa arkipäiväisissä ilmiöissä, esimerkiksi vuo-

taneiden nesteiden pyyhkimiseen käytetyssä paperipyyhkeessä. Kapillaariset imukykyiset aineet voivat tarjota käyttöön erinomaisen suorituskyvyn nesteen vastaanottonopeuden ja imukyvyn, so. kyvyn siirtää vesipitoista väliainetta
 5 pois alkuperäisestä kosketuskohdasta, suhteen. Itse asiassa edellä mainitut kaksikerroksisella sydämellä varustetut imukykyiset rakenteet käyttävät kuitumatriisia primääriseen kapillaarisena siirtovälineenä alunperin vastaanotetun vesipitoisen kehollisen väliaineen siirtämiseksi imukykyisen sydämen kautta, niin että sydämen kerrokseen tai vyöhykkeisiin asetettu imukykyinen hiukkasmainen polymeeri
 10 voi imeä sen itseensä ja pidättää sen.

Muina materiaaleina, jotka kykenevät saamaan aikaan kapillaariväliaineen siirron voidaan mainita avosoluiset
 15 polymeerivaahtomuovot. Itse asiassa määrättyjä polymeerivaahtomuovityyppejä on käytetty imukykyisissä tuotteissa imemään itseensä ja/tai pidättämään vesipitoisia kehollisia väliaineita. katso esimerkiksi US-patenttijulkaisu 3 563 243 (Lindquist), myönnetty 6. helmikuuta 1971 (imukykyinen pehmuste vaippoja ja vastaavia tuotteita varten,
 20 joissa pääasiallisena imevänä aineena on vesihakuinen polyuretaanivaahtomuovilevy); US-patenttijulkaisu 4 554 297 (Dabi), myönnetty 19. marraskuuta 1985 (kehollisia väliaineita imevät solukkopolymeerit, joita voidaan käyttää vaipoissa tai kuukautistuotteissa);
 25 US-patenttijulkaisu 4 740 520 (Harvey et al), myönnetty 26. huhtikuuta 1988 (imukykyiset yhdistetyt rakenteet, kuten vaipat, naisten hygieniatuotteet ja vastaavat, jotka sisältävät sienimäisiä imukykyisiä aineita, jotka on tehty määrättyistä tehokkaasti imevistä ristikytketyistä polyuretaanivaahtomuoveista).

Imukykyisten vaahtomuovien käyttö imukykyisissä tuotteissa, kuten vaipoissa, voi olla erittäin suotavaa. Sopivalla tavalla valmistetut avosoluiset vesihakuiset
 35 polymeerivaahtomuovot voivat tarjota käyttöön kapillaari-

väliaineen vastaanottoon, siirtoon ja varastointiin liittyvät ominaisuudet, joita vaaditaan käyttöä varten erittäin tehokkaasti toimivissa imukykyisissä sydämissä. Tällaisia vaahtomuoveja sisältävillä imukykyisillä tuotteilla voi olla suotava kosteuskestävyys, ne voivat tarjota käyttöön sopivan sovituksen koko tuotteen käyttöaikana ja minimoida muotoon liittyvät muutokset käytön aikana (esimerkiksi paisumisen ja pullistumisen). Lisäksi tällaisia vaahtomuovirakenteita sisältäviä imukykyisiä tuotteita voi olla helpompi valmistaa kaupallisessa mittakaavassa. Imukykyisten vaippojen sydämet voidaan esimerkiksi yksinkertaisesti meistää irti jatkuvista vaahtomuoviarkeista ja ne voidaan suunnitella siten, että niillä on huomattavasti suurempi eheys ja yhtenäisyys kuin imukykyisillä kuiturainoilla. Useat tällaisista kuiturainoista tehdyt imukykyiset sydämet hajoavat osiin käytön aikana. Tällaiset vaahtomuovit voidaan myös valaa haluttuun muotoon tai jopa muodostaa eheiksi yhtenäisiksi vaipoiksi.

Erityisen sopivia imukykyisiä vaahtomuoveja imukykyisiä tuotteita, kuten vaippoja, varten on valmistettu korkean sisäisen vaiheen käsittävistä emulsioista (High Internal Phase Emulsions, joita kutsutaan seuraavassa nimellä "HIPE"). Tässä yhteydessä viitataan esimerkiksi US-patenttijulkaisuun 5 260 345 (DesMarais et al), myönnetty 9. marraskuuta 1993, ja US-patenttijulkaisuun 5 268 224 (DesMarais et al), myönnetty 7. joulukuuta 1993. Nämä imukykyiset HIPE-vaahtomuovit tarjoavat käyttöön suotavat väliaineen käsittelyominaisuudet, mukaanlukien: (2) sangen hyvät imemis- ja väliaineen jakeluominaisuudet imetyn virtsan tai muun kehoallisen väliaineen siirtämiseksi pois alkuperäiseltä osumisvyöhykkeeltä vaahtomuovirakenteen käyttämättömään jäännökseen myöhemmin seuraavien väliainepurskauksien kompensoimiseksi, ja (b) sangen suuren varastointikapasiteetin yhdessä suhteellisen korkean väliainekapasiteetin kanssa kuormituksen, so. puristusvoimien,

alaisena. Nämä imukykyiset HIPE-vaahtomuovit ovat riittävän joustavia ja pehmeitä saadakseen aikaan hyvän käyttömukavuuden imukykyisen tuotteen käyttäjää ajatellen, ja ne voidaan tehdä sangen ohuiksi, kunnes imetty kehollinen väliaine sitten kostuttaa ne.

Eräänä tärkeänä tekijänä imukykyisten HIPE-vaahtomuovien tekemisessä kaupallisesti kiinnostaviksi käyttöä varten imukykyisissä tuotteissa, kuten vaipoissa, on niiden taloudellisuus. Imukykyisten HIPE-vaahtomuovien taloudellisuus riippuu imettyä väliaineyksikköä varten käytettyjen monomeerien määrästä ja hinnasta sekä monomeerien muuttamiseen käyttökelpoiseksi polymeerivaahtomuoviksi liittyvistä kustannuksista. Imukykyisten HIPE-vaahtomuovien tekeminen taloudellisesti houkutteleviksi saattaa vaatia (1) monomeerien pienemmän kokonaismäärän/vaahtomuoviyksikkö; (2) halvempien monomeerien käytön; (3) halvemman prosessin käytön näiden monomeerien muuttamiseksi käyttökelpoiseksi imukykyiseksi HIPE-vaahtomuoviksi; tai (4) näiden tekijöiden muodostaman yhdistelmän. Samalla imukykyisen HIPE-vaahtomuovin on täytettävä halutut ominaisuudet imukykyyn liittyvän kapasiteetin ja lujuuden suhteen puristuskuormituksen alaisena uhraamatta repeytymiskestävyyttä tai joustavuutta määrässä, jota ei voida hyväksyä. Pyrkimys vähentää tällaisten imukykyisten vaahtomuovien aiheuttamia kustannuksia, erityisesti vähentämällä käytössä olevan monomeerin kokonaismäärää, voi tehdä näiden haluttujen imukykyyn liittyvien ja mekaanisten ominaisuuksien saavuttamisen sangen vaikeaksi.

Kuten edellä on mainittu, ohuempi imukykyinen sydän on tavallisesti vaatimuksena suhteellisen ohuiden imukykyisten tuotteiden, kuten vaippojen, valmistamista varten. Sangen ohuiden imukykyisten HIPE-vaahtomuovien, jotka imevät nopeasti itseensä kehollisia nesteitä ollessaan kostutettuina, valmistus voi muodostaa erittäin haastavan tehtävän. Tämä pitää erityisesti paikkansa silloin, kun suh-

teellisen ohut HIPE-vaahtomuovi on valmistettava taloudell-
 lisella tavalla, täyttäen samalla halutut kriteeriot imu-
 kapasiteetin, sitkeyden ja lujuuden suhteen puristuskuor-
 mituksen alaisena. On esimerkiksi havaittu, että käytet-
 5 täessä vähemmän monomeeriä yksikkötilavuutta kohden, voi
 tulokseksi saatu imukykyinen HIPE-vaahtomuovi olla liian
 heikko toimiakseen oikealla tavalla.

Olisi siten suotavaa kyetä valmistamaan avosoluinen
 imukykyinen vaahtomuovimateriaali, joka: (1) sisältää riit-
 10 ttävät tai suotavat erinomaiset väliaineen käsittelyomi-
 naisuudet, mukaanlukien kapillaarisen väliainesiirtokyvyn
 ja kehosta tulevien väliaineiden kokonaisimukyvyn, niin
 että sitä on suotavaa käyttää imukykyisissä tuotteissa,
 kuten vaipoissa, aikuisten pidätyskyvyttömyyspehmusteissa
 15 tai -pikkuhousuissa, terveyssiteissä tai vastaavissa; (2)
 voi olla riittävän ohut ja kevyt normaalin varastoinnin ja
 käytön aikana ennen kuin nämä keholliset väliaineet kos-
 tuttavat sen; (3) sisältää riittävänä joustavuuden, sit-
 keyden ja lujuuden puristuskuormituksen alaisena imeäkseen
 20 nopeasti itseensä nämä keholliset väliaineet; ja (4) voi-
 daan valmistaa taloudellisella tavalla uhraamatta näitä
 haluttuja imukykyyn liittyviä ja mekaanisia ominaisuuksia
 määrässä, jota ei voida hyväksyä.

Keksinnön selostus

25 Esillä olevan keksinnön kohteena ovat kokoonpainu-
 vat polymeeriset vaahtomuovimateriaalit, jotka tullessaan
 kosketukseen vesipitoisten juoksevien väliaineiden (eri-
 tyisesti kehosta tulevien vesipitoisten väliaineiden, ku-
 ten virtsan) kanssa voivat laajentua ja imeä itseensä näi-
 30 tä väliaineita. Nämä imukykyiset polymeerivaahtomuovimate-
 riaalit käsittävät yhteenliitettyjen avointen solujen muo-
 dostaman vesihakuisen, joustavan ionittoman polymeerivaah-
 tomuovirakenteen. Tämä vaahtomuovirakenne sisältää:

35 A) vaahtomuovin määräkohtaisen erityisen pinta-
 alan, joka on suuruudeltaan vähintään noin $0,025 \text{ m}^2/\text{cm}^3$,

B) vähintään noin 0,1 painoprosenttia toksikologisesti hyväksyttävää hygroskooppista hydratoitua suolaa;

C) kokoonpainuneessa tilassaan noin 30 kPa:n tai sitä pienemmän laajennuspaineen; ja

5 D) noin 55 - noin 100 ml/g olevan vapaan imukyvyn,

E) vähintään noin 6:1 olevan laajennetun ja kokoonpainuneen paksuuden välisen suhteen;

F) noin 40 % tai pienemmän kestävyuden puristustaipuman suhteen mitattuna 0,74 psi:n massapaineen alaisena.

10 Esillä oleva keksintö tarjoaa käyttöön tiheydeltään erittäin alhaiset imukykyiset vaahtomuovit. Määrättyä laajennettua paksuutta varten nämä tiheydeltään alhaiset vaahtomuovit ovat ohuempia kokoonpainuneessa tilassaan kuin aikaisemmin tunnetut HIPE-vaahtomuovit. Nämä tiheydeltään

15 alhaiset vaahtomuovit käyttävät tehokkaammin hyväkseen käytössä olevaa polymeerimateriaalia ja aiheuttavat lopulta vähemmän jätettä kuin aikaisemmin tunnetut imukykyiset HIPE-vaahtomuovit. Tämän seurauksena esillä olevan keksinnön mukaiset tiheydeltään alhaiset imukykyiset vaahtomuovit tarjoavat käyttöön taloudellisesti edullisen keinon

20 ohuempien imukykyisten sydänten valmistamiseksi imukykyisiä tuotteita, kuten vaippoja, aikuisten pidätyskyvyttömyyspehmusteita tai -pikkuhousuja, terveyssiteitä ja vastaavia varten. Tämä saadaan aikaan säilyttäen samalla halutut imukykyyn liittyvät ja mekaaniset ominaisuudet.

25

Esillä olevan keksinnön kohteena on lisäksi menetelmä näiden tiheydeltään alhaisten imukykyisten vaahtomuovien valmistamiseksi polymerisoimalla erityinen vesi-öljyemulsiotyyppi tai HIPE, joka sisältää sangen vähän

30 öljyvaihetta ja suhteellisen suuren määrän vesivaihetta. Tämä menetelmä käsittää seuraavat vaiheet:

A) vesi-öljyemulsion muodostamisen

1) öljyvaiheesta, joka käsittää:

a) noin 85 - noin 98 painoprosenttia monomeerikomponenttia, joka kykenee muodostamaan kopolymeerin, jonka Tg-läm-

35

pötila on noin 35 °C tai pienempi, tämän monomeerikomponentin käsittäessä:

5 i) noin 45 - noin 70 painoprosenttia ainakin yhtä pääasiassa vesiliukoista yksitoimista monomeeriä, joka kykenee muodostamaan ataktista amorfista polymeeriä, jonka Tg on noin 25 °C tai alhaisempi;

10 ii) noin 10 - noin 30 painoprosenttia vähintään yhtä pääasiassa vesiliukoista yksitoimista monomeeriä, joka kykenee antamaan sitkeyden, joka on samanlainen kuin styreenin yhteydessä;

15 iii) noin 5 - 25 painoprosenttia ensimmäistä pääasiassa vesiliukoista monitoimista ristikytkeäainetta, joka on valittu divinyylisentseenien, trivinyylisentseenien, divinyylitolueenien, divinyyliksyleenien, divinyylinaftaleenien, divinyylialkyylisentseenien, divinyylifenantreenien, divinyylibifenyylien, divinyylidifenyyylimetaanien, divinyylibentsyylien, divinyylifenyylieetterien, divinyylifenyylisulfidien, divinyylifuraanien, divinyylisulfidin, divinyylisulfonin ja niiden seosten joukosta; ja

20 iv) 0 - noin 15 painoprosenttia toista pääasiassa vesiliukoista monitoimista ristikytkeäainetta, joka on valittu monitoimisten akrylaattien, metakrylaattien, akryyliamidien, metakryyliamidien ja niiden seosten joukosta; ja

25 b) noin 2 - noin 15 painoprosenttia emulgointikomponenttia, joka käsittää primäärisen emulgointiaineen, joka sisältää vähintään noin 40 painoprosenttia emulgointikomponentteja, jotka on valittu haarautuneiden rasvahappojen C₁₆-C₂₄, lineaaristen kyllästämättömien rasvahappojen C₁₆-C₁₂, ja lineaaristen kyllästettyjen rasvahappojen C₁₂-C₁₄ di-

30 glyserolimonosterien, haarautuneiden C₁₆ - C₂₄ rasvahappojen, lineaaristen kyllästettyjen C₁₆ - C₂₂ rasvahappojen ja lineaaristen kyllästettyjen C₁₂ - C₁₄ rasvahappojen sorbitaanimonosterien, haarautuneiden alkoholien C₁₆-C₂₄, lineaaristen kyllästämättömien alkoholien C₁₆-C₂₂ ja lineaaris-

ten kyllästettyjen alkoholien C_{12} - C_{14} -monoalifaattisten diglyserolieetterien ja niiden seosten joukosta; ja

2) vesivaiheesta, joka käsittää vesipitoisen liuoksen, joka sisältää: (a) noin 0,2 - noin 20 painoprosenttia vesiliukoista elektrolyyttiä, ja (b) tehokkaan määrän polymerisaatioinitiaattoria;

3) vesivaiheen ja öljyvaiheen tilavuus/painoprosentin ollessa suuruusluokkaa noin 55:1 - noin 100:1; ja

B) monomeerikomponentin polymerisoinnin vesi-öljyemulsion öljyvaiheessa polymeerisen vaahtomuovimateriaalin muodostamiseksi.

Polymerisoidusta vaahtomuovimateriaalista voidaan tämän jälkeen poistaa vettä siinä määrin, että tulokseksi saadaan kokoonpainunut polymeerivaahtomuovimateriaali, joka laajenee uudelleen tullessaan kosketukseen vesipitoisten juoksevien väliaineiden kanssa.

Esillä olevan keksinnön mukainen menetelmä mahdollistaa näiden tilavuudeltaan alhaisten vaahtomuovien muodostamisen HIPE:stä kahden tekijän yhteisvaikutuksen ansiosta. Yksi tekijä käsittää voimakkaampien emulgointiaineiden, erityisesti diglyserolimono-oleaatin, diglyserolimonoisostearaatin ja sorbitaanimono-oleaatin muodostamat emulgointiaineet, jotka sisältävät runsaasti pinta-aktiivisia komponentteja. Nämä voimakkaammat emulgointiaineet voivat vakauttaa HIPE:n näihin erittäin korkeisiin vesi-öljysuhteisiin silloinkin, kun HIPE:ä kaadetaan ja/tai polymerisoidaan suhteellisen korkeissa lämpötiloissa. Toisena tekijänä on monomeerikomponentin tasapainoitettu koostumus, sen sisältäessä enemmän monitoimista ristikytkeäainetta ja vähemmän monomeeriin liittyvää polystyreenin kaltaista sitkeyttä haluttujen tavoitteiden saavuttamiseksi lujuuden suhteen puristuskuormituksen alaisena uhraamatta repäisykestävyyttä tai joustavuutta määrässä, jota ei voida hyväksyä. Toisen ristikytkeäaineen ja erityisesti diolin diakrylaattien ja dimetakrylaattien mukana-

olo, jotka sisältävät vähintään kaksi, edullisesti neljä, ja kaikkein sopivimmin kuusi hiiliatomia, on erityisen käyttökelpoinen asia halutuilla ominaisuuksilla varustettuja vaahtomuoveja valmistettaessa.

5 Piirustusten lyhyt kuvaus

Kuvio 1 esittää mikrovalokuvaa (250-kertaisena suurennauksena) näyttäen reunakuvannon esillä olevaa keksintöä edustavan imukykyisen polymeerivaahhtomuovin leikatusta osasta laajennetussa tilassaan, tehtynä HIPE-materiaalista, joka sisältää 56:1 suuruisen vesi-öljypainosuhteen ja jota on kaadettu lämpötilassa 44 °C, monomeerikomponentin käsittäessä painosuhteessa 7:22:63:8 teknistä styreenidivinyylibentseeniä (noin 55 % DVB:tä ja noin 45 % etyyli-styreeniä) :2-etyyliheksyyliakrylaattia:1,4-butaanidiolidimetakrylaattia, jolloin myös käytettiin 6 % (öljyvaiheen painosta laskettuna) diglyserolimono-oleaattiemulgointiainetta (DGMO);

Kuvio 2 esittää mikrovalokuvaa (1 000-kertaisena suurennoksena) kuvion 1 mukaisesta vaahtomuovista;

20 Kuvio 3 esittää mikrovalokuvaa (250-kertaisena suurennoksena) näyttäen reunakuvannon erään toisen esillä olevaa keksintöä edustavan imukykyisen polymeerin leikatusta osasta kokoonpainuneessa tilassa, jolloin HIPE:ä on kaadettu lämpötilassa 44 °C ja vesi-öljypainosuhteen ja monomeerikomponentin painosuhteen ollessa samoja kuin kuviossa 1 ja 6 % DGMO-emulgointiaineen ollessa käytössä HIPE:nä;

Kuvio 4 esittää mikrovalokuvaa (1 000-kertaisena suurennoksena) kuvion 3 mukaisesta vaahtomuovista;

30 Kuvio 5 esittää leikkausta kertakäyttövaipasta, jossa käytetään esillä olevan keksinnön mukaista imukykyistä polymeerivaahhtomuovia, tiimalasin muotoisena väliaineen varastointi/jakelukomponenttina kaksikerroksisen rakenteen sisältävässä imukykyisessä vaippasydämessä;

Kuvio 6 esittää leikkauskuvantoa tiukasti istuvasta tuotteesta, kuten kertakäyttöisistä urheiluhousuista, joissa käytetään esillä olevan keksinnön mukaista imukykyistä polymeerivaahtomucvia imukykyisenä sydämenä;

5 Kuvio 7 esittää perspektiivikuvantoa myös kaksinkertaisen sydänrakenteen käsittävän vaipparakenteen komponenteista, jotka sisältävät tiimalasin muotoisen juoksevan väliaineen saantikerroksen asetettuna muunnetun tiimalasin muotoisen imukykyisen vaahtomuovin muodostavan väliaineen
10 varastointi/jakelukerroksen päälle.

Keksinnön yksityiskohtainen selostus

Tiheydeltään alhainen polymeerivaahtomuovi

A. Vaahtomuovin yleiset ominaisuudet

Esillä olevan keksinnön mukaiset polymeerivaahtomuovit, joita voidaan käyttää imukykyisissä tuotteissa ja
15 rakenteissa, sisältävät suhteellisen avoimen solurakenteen. Tämä merkitsee sitä, että tämän vaahtomuovin yksittäiset solut ovat täydellisessä vapaassa yhteydessä vieressä oleviin soluihin. Tällaisissa pääasiassa avosoluissa vaahtomuovirakenteissa olevat solut sisältävät solujen väliset aukot tai "ikkunat", jotka ovat riittävän suuria salliakseen väliaineen helpon siirtymisen solusta toiseen vaahtomuovirakenteen sisällä.

Nämä pääasiassa avosoluiset vaahtomuovirakenteet
25 ovat yleensä verkkomaisia, jolloin yksittäiset solut muodostetaan toisiinsa liitettyjen kolmiulotteisten haarautuvien rainojen avulla. Nämä haarautuneet rainat muodostavan polymeerimateriaalin säikeitä voidaan kutsua "tuiksi". Tyypillisen tukityyppisen rakenteen sisältäviä avosoluisia
30 vaahtomuoveja on esitetty esimerkin tavoin kuvioiden 1 ja 2 mikrovalokuvissa. Esillä olevan keksinnön tarkoituksia varten vaahtomuovimateriaali on "avosoluinen", jos vähintään 80 % vaahtomuovirakenteessa olevista ainakin 1 μ m kokoisista soluista on väliaineyhteydessä vähintään yhden
35 vieressä olevan solun kanssa.

Avosoluisuuden lisäksi nämä polymeerivaahtomuovit ovat riittävän vesihakuisia antaakseen vaahtomuoville mahdollisuuden imeä itseensä vesipitoisia juoksevia väliaineita seuraavassa ilmoitetuissa määrissä. Vaahtomuovirakenteiden sisäpinnat on tehty vesihakuisiksi vaahtomuovirakenteeseen polymerisaation jälkeen jääneiden vesihakuisiksi tekevien aktiivisten pinta-aineiden avulla tai käyttämällä valittuja polymerisaation jälkeisiä vaahtomuovin käsittelymenetelmiä, joita selostetaan seuraavassa.

Se määrä, johon asti nämä polymeerivaahtomuovit ovat "vesihakuisia", määritetään "tartuntajännityksen" avulla kosketuksen yhteydessä imukykyiseen testausnesteseen. Näiden vaahtomuovien aiheuttama tartuntajännitys voidaan määrittää kokeellisesti käyttämällä menetelmää, jossa testausnesteen, esimerkiksi synteettisen virtsan, vastaanotettu painomäärä mitataan näytettä varten, jonka mitat ja kapillaari-imun ominaispinta-ala tunnetaan. Tällainen menetelmä on selostettu yksityiskohtaisemmin vireillä olevassa US-patenttihakemuksen sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, TEST METHODS osassa, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Esillä olevan keksinnön yhteydessä käyttökelpoisten imukykyisten materiaalien tartuntajännitysarvo on noin 15 - noin 65 dyneä/cm, edullisesti noin 20 - noin 65 dyneä/cm, tämän arvon ollessa määritettynä pintajännitykseltään 65 ± 5 dyneä/cm olevan synteettisen virtsan kapillaarisen imukyvyn avulla.

Esillä olevan keksinnön mukaisia polymeerivaahtomuoveja voidaan valmistaa kokoonpainuneina (so. laajentumattomina) polymeerivaahtomuoveina, jotka tullessaan kosketukseen vesipitoisten juoksevien väliaineiden kanssa laajentuvat ja imevät itseensä tällaisia väliaineita. Tällaisia kokoonpainuneita polymeerivaahtomuoveja valmistetaan tavallisesti asettamalla polymerisoidusta HIPE-vaahtomuovista tuleva vesivaihe puristusvoimien ja/tai lämpö-

kuivatuksen ja/tai tyhjössä tapahtuvan vedenpoiston alaiseksi. Kokoonpuristamisen ja/tai lämpökuivatuksen/tyhjövedenpoiston jälkeen polymeerinen vaahtomuovi on kokoonpaineudessa eli laajentumattomassa tilassa.

5 Kokoonpainuneen HIPE-vaahtomuovin solukkorakenne, josta vesi on poistettu puristuksen avulla, on esitetty kuvioiden 3 ja 4 mukaisessa mikrovalokuvassa. Kuten näistä kuvioista näkyy, vaahtomuovin solukkorakenne on vääntynyt, verrattuna erityisesti kuvioiden 1 ja 2 esittämiin laajentuneisiin HIPE-vaahtomuovirakenteisiin. Kuten kuvioista 3
10 ja 4 voidaan myös havaita, tässä kokoonpuristetussa vaahtomuovirakenteessa olevat ontelot tai huokoset (mustat alueet) ovat litistyneitä tai venyneitä.

Kokoonpuristuksen ja/tai lämpökuivatuksen/tyhjövedenpoiston jälkeen kokoonpuristunut polymeerivaahtomuovi
15 voi laajentua uudelleen ollessaan kostutettuna vesipitoisten juoksevien väliaineiden avulla. Hämmästyttävää kyllä, nämä polymeerivaahtomuovit pysyvät tässä kokoonpaineudessa tai laajentumattomassa tilassa huomattavan pitkän ajan, esimerkiksi vähintään jopa yhden vuoden. Näiden polymeerivaahtomuovien kyvyn pysyä tässä kokoonpaineudessa/laajentumattomassa tilassa uskotaan johtuvan kapillaarivoimista, ja erityisesti vaahtomuovirakenteen sisällä kehittyneistä kapillaarivoimista. Tässä yhteydessä käytetty ilmaisu "kapillaaripaineet" viittaa nesteeseen ja ilman rajapinnassa olevaan paine-eroon, joka johtuu linssimäisestä käyristymästä vaahtomuovissa olevien huokosten rajoissa.
20 [Katso Chatterjee, "Absorbency", Textile Science and Technology, Osa 7, 1985, s. 36.]
25

30 Käytännössä sopivaan määrään asti tapahtuneen kokoonpuristamisen ja/tai lämpökuivatuksen/tyhjövedenpoiston jälkeen nämä polymeerivaahtomuovit sisältävät jäämävettä, joka käsittää sekä tässä yhteydessä esiintyvään hydroskooppiseen hydratoituun suolaan liittyvän veden että vaahtomuovin sisään imeytyvän vapaan veden. Tämän jäämäveden us-
35

kotaan (hydratoitujen suolojen auttamana) kohdistavan kappillaaripaineita tuloksena olevaan kokoonpainuneeseen vaahtomuovirakenteeseen. Esillä olevan keksinnön mukaiset kokoonpainuneet polymeerivaahtomuovit voivat sisältää jäämävettä vähintään noin 4 %, yleensä noin 4 - 40 % vaahtomuovin painosta laskettuna, sen ollessa varastoituna ympäristölämpötilassa 72 °F (22 °C) ja 50 % suhteellisessa kosteudessa. Suositeltavien kokoonpainuneiden polymeerivaahtomuovien jäämävesipitoisuus on noin 5 - noin 25 % vaahtomuovin painosta laskettuna.

Eräänä tärkeänä parametrina näiden vaahtomuovien yhteydessä on niiden lasittumislämpötila (Tg). Tg edustaa lasittumisprosessin keskikohtaa polymeerin lasimaisen ja kumimaisen olotilan välillä. Vaahtomuovit, joiden Tg on niiden käyttölämpötilaa korkeampi, voivat olla hyvin kestäviä, mutta myös sangen jäykkiä ja mahdollisesti alttiita murtumiselle. Tällaisilta vaahtomuoveilta kuluu yleensä pitkän aikaa palautumiseen laajennettuun tilaan ollessaan kostutettuina nestemäisillä juoksevilla väliaineilla, jotka ovat kyseisen polymeerin Tg-lämpötilaa kylmemmässä lämpötilassa, varastoinnin jälkeen kokoonpainuneessa tilassa pitempänä aikoina. Mekaanisten ominaisuuksien, erityisesti lujuuden ja joustavuuden, halutun yhdistelmän saavuttaminen tekee yleensä välttämättömäksi monomeerityyppeihin ja -tasoihin liittyvän sangen valinnaisen alueen soveltamisen näiden haluttujen ominaisuuksien saavuttamiseksi.

Esillä olevan keksinnön mukaisia vaahtomuoveja varten Tg:n olisi oltava mahdollisimman alhainen, kunhan vaahtomuovilla on vain hyväksyttävä lujuus käyttölämpötiloissa. Siten käyttöön valitaan mahdollisuuksien mukaan monomeerejä, joiden avulla saadaan tulokseksi vastaavat alhaisemmillä Tg-lämpötiloilla varustetut homopolymeerit. On havaittu, että alkyyli-ryhmän ketjupituus akrylaatti- ja metakrylaattikomoneereissa voi olla pitempi kuin mitä voitaisiin ennustaa homologisen homopolymeerisarjan Tg:n

perusteella. On erityisesti havaittu, että alkyyliakrylaatti tai -metakrylaattihomopolymeerien homologisella sarjalla on minimaalinen Tg kahdeksan hiiliatomin ketjupituudella. Sen sijaan esillä olevan keksinnön kopolymeerien minimaalinen Tg esiintyy noin 12 hiiliatomin ketjupituudella. (Vaikka alkyylillä substituoituja styreenimonomerejä voidaan käyttää alkyyliakrylaattien tai -metakrylaattien sijasta, niiden käyttö on nykyisin erittäin rajoitettua.)

10 Polymeerin lasittumisalueen muoto voi myös olla tärkeä asia, eli siis kapeneeko tai levenee se lämpötilan funktiona. Tämä lasittumisalueen muoto on erityisen tärkeä tapauksissa, jolloin polymeerin käyttölämpötila (tavallisesti ympäristö- tai keholämpötila) on Tg-lämpötilan suuruinen tai lähellä sitä. Laajempi lasittumisalue voi esimerkiksi merkitä epätäydellistä lasittumista käyttölämpötiloissa. Yleensä, jos lasittuminen tapahtuu epätäydellisesti käyttölämpötilassa, polymeerillä on suurempi jäykkyys ja vähäisempi joustavuus. Toisaalta taas, jos
20 lasittuminen tapahtuu täydellisesti käyttölämpötilassa, polymeeri palautuu nopeammin takaisin kokoonpuristumisen jälkeen ollessaan vesipitoisten juoksevien väliaineiden kostuttama. On siten suotavaa valvoa Tg:tä ja polymeerin lasittumisalueen leveyttä haluttujen mekaanisten ominaisuuksien saavuttamiseksi. Yleensä ottaen on suotavaa, että
25 polymeerin Tg on vähintään noin 10 °C käyttölämpötilaa alhaisempi. (Tg ja lasittumisalueen leveys saadaan selville häviötangentti/lämpötilakäyrästä dynaamisen mekaanisen analyysimittauksen (DMA) mukaisesti, kuten seuraavassa testausmenetelmäosassa selostetaan.)
30

B. Vaahtomuovirakenteen sisällä esiintyvät puristuspaineet ja -voimat

Kokoonpainuneessa tilassa olevan vaahtomuovirakenteen sisällä kehittyneet kapillaaripaineet ovat vähintään
35 yhtä suuria kuin kokoonpuristuneen polymeerin joustavan

palautumisen tai kimmomodulin aiheuttamat voimat. Toisin sanoen kokoonpainuneen vaahtomuovin suhteellisen ohuena pitämiseen tarvittavan kapillaaripaineen määrittää vastavoima, jonka kokoorpuristettu vaahtomuovi saa aikaan yrittäessään "ponnahtaa takaisin". Polymeerivaahtomuovien joustava palautumispyrkimys voidaan määrittää rasitus/venymäkokeiden avulla, kun laajentunut vaahtomuovi on puristettu kokoon noin 1/6:een (17 prosenttiin) alkuperäisestä laajennetusta paksuudestaan ja pidetty sen jälkeen kokoonpuristetussa tilassa höllennetyn rasitusarvon mittaamiseen asti. Vaihtoehtoisesti ja esillä olevan keksinnön tarkoituksia varten tämä höllennetty rasitusarvo määritetään mittausten avulla polymeerivaahtomuovien yhteydessä, joka on kosketuksessa vesipitoisten juoksevien väliaineiden, kuten veden kanssa. Tätä vaihtoehtoista höllennettyä rasitusarvoa kutsutaan seuraavassa vaahtomuovin "laajennuspaineeksi". Laajennuspaine esillä olevan keksinnön mukaisia kokoonpainuneita polymeerivaahtoja varten on noin 30 kilopascalia (kPa) tai alhaisempi ja yleensä noin 7 - noin 20 kPa:ta. Yksityiskohtainen selostus vaahtomuovien laajennuspaineen määrittäystä varten tarkoitettusta menetelmästä on annettu vireillä olevan US-patenttihakemuksen sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, osassa TEST METHODS, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona.

Esillä olevan keksinnön mukaisia tarkoituksia varten on vaahtomuovien määräkohtainen ominaispinta-ala havaittu erityisen käyttökelpoiseksi kokoonpainuneeseen tilaan jäävien vaahtomuovirakenteiden kokemusperäistä määrittämistä varten. Katso vireillä oleva US-patenttihakemus sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992 (liitetty mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona), jossa vaahtomuovien määräkohtaista ominaispinta-alaa selostetaan yksityiskohtaisesti. "Vaahtomuovien määräkohtainen ominaispinta-ala" käsittää vaahtomuovirakenteen

kapillaari-imun ominaispinta-alan kerrottuna sen tiheydellä laajennetussa tilassa. Tämä vaahtomuovin määrälliseen arvon mukaisesti määritetty ominaispinta-ala saadaan käyttämällä (a) kapillaari-imun ominaispinta-alaa, joka on
 5 mitattu kuivuneen vaahtomuovirakenteen kostutuksen aikana, ja (b) laajentuneen vaahtomuovirakenteen tiheyttä kostutuksen jälkeen kyllästykseen asti, sen sijaan että mitataisiin suoraan kuivunut kokoonpainunut vaahtomuovirakenne. Tällöinkin on havaittu, että määrätty minimaalinen
 10 ominaispinta-ala vaahtomuovitilavuutta kohden on korjattavissa vaahtomuovirakenteen kyvyn mukaisesti pysyä kokoonpainuneessa tilassa. Esillä olevan keksinnön mukaisten polymeerivaahtomuovien, joiden ominaispinta-ala/vaahtomuovin tilavuus on vähintään noin $0,0025 \text{ m}^2/\text{cm}^3$, edullisesti
 15 noin $0,05 \text{ m}^2/\text{cm}^3$ ja kaikkein sopivimmin noin $0,07 \text{ m}^2/\text{cm}^3$, on havaittu kokemusperäisesti pysyvän kokoonpainuneessa tilassa.

"Kapillaari-imun ominaispinta-ala" merkitsee yleisesti ottaen määrätyn vaahtomuovin muodostavan polymeeriverkon testausnesteen pääsypinta-alan suhdetta vaahtomuovimateriaalin rungon (rakenteellisen polymeerimateriaalin kiinteällä jäämämateriaalilla lisättynä) yksikkömassaan. Kapillaari-imu ominaispinta-ala määritetään sekä vaahtomuovissa olevien solukkoyksiköiden mittojen että polymeerin tiheyden perusteella, tämän määrittystavan muodostaessa
 20 siten keinon vaahtomuoviverkon aikaansaaman kiinteän pinnan kokonaismäärän määrittämiseksi siinä määrin kuin tämä pinta ottaa osaa imukykyiseen toimintaan.

Kapillaari-imun ominaispinta-ala ilmoittaa erityisesti sen, onko riittäviä kapillaaripaineita kehittynyt vaahtomuovirakenteen sisällä sen pitämiseksi kokoonpainuneessa tilassa vesipitoisten juoksevien väliaineiden suorittamaan kostutukseen asti. Vaahtomuovirakenteen sisällä kehittynyt kapillaaripaine on verrannollinen kapillaari-
 30 imun ominaispinta-alaan. Olettaen, että muut tekijät, ku-

ten vaahtomuovin tiheys ja tartuntajännitys pysyvät vakioina, merkitsee tämä sitä, että kun kapillaari-imun ominaispinta-ala lisääntyy (tai vähenee), vaahtomuovirakenteen sisällä oleva kapillaaripaine myös vastaavasti lisääntyy (tai vähenee).

Esillä olevan keksinnön tarkoituksia varten kapillaari-imun ominaispinta-ala määritetään pintajännitykseltään alhaisen nesteen (esimerkiksi etanolin) kapillaarisen vastaanottomäärän mittaamisen avulla, tämän nesteen sisältyessä painoltaan ja mitoiltaan tunnetussa vaahtomuovinäytteessä. Tällainen vaahtomuovin ominaispinta-alaan liittyvä kapillaari-imumenetelmä on selostettu yksityiskohdaisesti vireillä olevan US-patenttihakemuksen sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992 osassa TEST METHODS, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Mitä tahansa muuta sopivaa vaihtoehtoista menetelmää kapillaari-imun ominaispinta-alan määrittämiseksi voidaan myös käyttää.

Esillä olevan keksinnön mukaisten imukykyisinä aineina käytettävissä sopivien kokoonpainuneiden polymeerivaahtomuovien kapillaari-imun ominaispinta-ala on vähintään noin $3 \text{ m}^2/\text{g}$. Tämä kapillaari-imun ominaispinta-ala on yleensä alueella noin 3 - noin $15 \text{ m}^2/\text{g}$, edullisesti noin 4 - noin $13 \text{ m}^2/\text{g}$ ja kaikkein sopivimmin noin 5 - noin $11 \text{ m}^2/\text{g}$. Vaahtomuovit, jotka sisältävät tällaiset kapillaari-imun ominaispinta-alaan liittyvät arvot (laajennetussa tilassa esiintyvien tiheyksien ollessa noin $0,010$ - noin $0,018 \text{ g/cm}^3$), käsittävät yleensä erityisen edullisen tasapainon imukykyyn, väliaineen pidätykseen ja imeytymiseen tai jakeluun liittyvien ominaisuuksien välillä vesipitoisia juoksevia väliaineita, kuten virtsaa varten. Lisäksi tällaiset kapillaari-imun ominaispinnat sisältävät vaahtomuovit kykenevät kehittämään riittävän kapillaaripaineen vaahtomuovin pitämiseksi kokoonpainuneessa laajentumatto-

massa tilassa näiden vesipitoisten juoksevien väliaineiden aiheuttamaan kostutukseen asti.

C. Vapaa imukyky

Esillä olevan keksinnön mukaisten imukykyisten
 5 vaahtomuovien eräänä toisena tärkeänä ominaisuutena on niiden vapaa imukyky. "Vapaalla imukyvyllä" tarkoitetaan testausväliaineen (synteettisen virtsan) kokonaismäärää, jonka määrätty vaahtomuovinäyte kykenee imemään solukkorakenteensa sisään näytteessä olevan kiinteän materiaalin
 10 yksikkömassaa kohden. Ollakseen erityisen käyttökelpoisia vesipitoisten väliaineiden imemistä varten tarkoitetuissa imukykyisissä tuotteissa, esillä olevan keksinnön mukaisen imukykyisten vaahtomuovien imukyvyn olisi oltava noin 55 - noin 100 ml, sopivimmin noin 55 - noin 75 ml synteettistä virtsaa/g kuivaa vaahtomuovimateriaalia. Menetelmä
 15 vaahtomuovin vapaan imukyvyn määrittämiseksi selostetaan seuraavassa TEST METHODS -osan yhteydessä.

D. Laajennustekijä

Ollessaan vesipitoisten juoksevien väliaineiden
 20 alaisina esillä olevan keksinnön mukaiset kokoonpaineutuneet vaahtomuovit laajentuvat ja imevät itseensä näitä juoksevia väliaineita. Esillä olevan keksinnön mukaiset vaahtomuovit sisältävät laajentuneessa tilassaan enemmän juoksevaa väliainetta kuin useimmat muut vaahtomuovit. Kun
 25 näistä vaahtomuoveista poistetaan vesi kokoonpuristamisen yhteydessä paksuuteen, joka on noin 1/6 (17 %) tai vähemmän niiden täysin laajentuneesta paksuudesta, ne pysyvät jopa ohuempina kuin mikä on mahdollista aikaisemmin tunnettujen HIPE-vaahtomuovien yhteydessä, mikä lisää niiden
 30 varastointiin ja joustavuuteen liittyvää tehokkuutta. Tämä johtuu laajennettujen vaahtomuovien alhaisemmasta tiheydestä. Näiden vaahtomuovien "laajennustekijä" on ainakin noin kuusinkertainen, so. vaahtomuovin paksuus laajennetussa tilassaan on vähintään noin kuusinkertainen sen kokoonpaineutuneessa tilassa olevaan paksuuteen verrattuna.
 35

Esillä olevan keksinnön mukaisten kokoonpainuvien vaahtomuovien laajennustekijä on yleensä noin 6 - noin 10-kertainen. Vertailun vuoksi mainittakoon, että tekniikan tason mukaisten tiheydeltään korkeampien vaahtomuovien laajennustekijä on yleensä vain 4 - 5-kertainen.

Esillä olevan keksinnön tarkoituksia varten vaahtomuovien, joista on puristettu vesi pois, laajentuneen ja kokoonpainuneen paksuuden välinen suhde voidaan kokemuksellisesti määrittää seuraavasta kaavasta:

10

laajentunut paksuus = kokoonpainunut paksuus x 0,133 x W:O suhde,

15

jossa laajentunut paksuus tarkoittaa vaahtomuovin paksuutta laajentuneessa tilassa, kokoonpainunut paksuus vaahtomuovin paksuutta kokoonpainuneessa tilassa, ja W:O suhde vesi-öljysuhdetta HIPE:ssä, josta vaahtomuovi on tehty. Siten tyypillisessä vaahtomuovissa, joka on tehty vesi-öljysuhteeltaan 60:1 olevasta emulsiosta, ennalta arvioitu laajennustekijä olisi 8,0, so. laajentunut paksuus olisi kahdeksankertainen vaahtomuovin kokoonpainuneeseen paksuuteen verrattuna. Laajennustekijän mittausmenetelmä selostetaan myöhemmin TEST METHODS -osastossa.

20

E. Kestävyys puristustaivutukselle

25

Esillä olevan keksinnön mukaisten polymeerivaahtomuovien eräänä tärkeänä mekaanisena ominaispiirteenä on niiden kestävyys laajennetussa tilassa puristustaivutusta vastaan (RTCD). Tämä vaahtomuovien RTCD-arvo on riippuvainen polymeerimodulista sekä vaahtomuoviverkon tiheydestä ja rakenteesta. Polymeerimodulin määrittävät puolestaan:

30 a) polymeerin koostumus, b) olosuhteet, joiden alaisena vaahtomuovi on polymerisoitu (esimerkiksi saadun polymerisaation täydellisyys erityisesti ristikytkenän suhteen) ja c) määrä, johon asti polymeeri plastisoidaan jäämämateriaalin, esimerkiksi emulgointiaineiden, avulla, jotka

35 jäävät vaahtomuovirakenteeseen prosessikäsittelyn jälkeen.

Ollakseen käyttökelpoisia imukykyisissä tuotteissa, kuten vaipoissa, esillä olevan keksinnön mukaisilla vaah-
tomuoveilla on oltava sopiva kestävyys muodonmuutokselle
tai kokoonpuristumiselle, joka aiheutuu tällaisten imuky-
5 kyisten materiaalien osallistuessa käytännössä juoksevien
väliaineiden imemiseen ja pidätykseen. Vaahtomuovit, joil-
la ei ole riittävää kestävyyttä RTCD:n vaatimassa mielessä
saattavat kyetä ottamaan vastaan ja varastoimaan hyväksyt-
täviä määriä kehollista juoksevaa väliainetta kuormitta-
10 mattomissa olosuhteissa, mutta ne luovuttavat tällaista
väliainetta liian helposti puristusrasituksen alaisina,
jonka vaahtomuovin sisältävien imukykyisten tuotteiden
käyttäjän liikkeet ja toiminta aiheuttavat.

Esillä olevan keksinnön mukaisten polymeeristen
15 vaahtomuovien sisältämä RTCD voidaan arvioida määrittämäl-
lä rasitus, joka niihin kohdistuu kyllästetyn vaahtomuovi-
näytteen ansiosta, joka pidetään määrätyn rajoittavan pai-
neen alaisena tiettyä lämpötilaa ja ajanjaksoa varten.
Tällaisen testaustyyppin toteuttamista varten tarkoitettu
20 menetelmä selostetaan seuraavassa TEST METHODS -osassa.
Käyttökelpoisia vaahtomuoveja käyttöä varten imukykyisinä
aineina ovat ne, joiden sisältämä RTCD saa aikaan 5,1
kPa:n rajoittavassa paineessa rasituksen, joka on yleensä
noin 40 % tai vähemmän vaahtomuovirakenteen puristusvoi-
25 masta, sen ollessa kyllästettynä vapaaseen imukykykapasi-
teettiinsa synteettisellä virtsalla, jonka pintajännitys
on 65 ± 5 dyneä/cm. Näiden olosuhteiden alaisena aikaan-
saatu rasitus on noin 2 - noin 25 %, edullisesti noin 4 -
noin 15 %, ja kaikkein sopivimmin noin 6 - noin 10 %.

30 **F. Polymeerivaahtomuovin muut ominaisuudet**

Vaahtomuovisolut, erityisesti sellaiset, jotka on
muodostettu polymerisoimalla monomeeriä sisältävä öljyvai-
he, joka ympäröi suhteellisen vähän monomeeriä sisältäviä
vesivaihepisaroita, ovat usein muodoltaan pääasiassa pal-
35 lomaaisia. Tällaisten pallomaisten solujen koko tai "läpi-

mitta" on tavallisesti käytettynä parametrinä vaahtomuovien yleistä luonnehdintaa varten. Koska tietyssä polymeeri-
vaahtomuovissa olevat solut eivät välttämättä ole kooltaan
suunnilleen samanlaisia, keskimääräinen solukoko, so. lä-
5 pimitta, joudutaan usein määrittelemään.

Useita erilaisia tekniikoita on käytettävissä vaahtomuovien keksimääräisen solukoon määrittäystä varten. Käyt-
tökelpoisin tekniikka vaahtomuovien solukoon määrittämi-
seksi käsittää kuitenkin yksinkertaisen mittaustoimenpi-
teen, joka perustuu vaahtomuovinäytteen pyyhkäisyelekt-
ronimikrovalokuvaan. Esimerkiksi kuvio 1 esittää esillä
olevan keksinnön mukaista tyypillistä HIPE-vaahtomuovira-
kennetta laajennetussa tilassaan. Mikrovalokuvan päälle on
asetettu asteikko, joka edustaa mittaa 20 μm . Tätä asteik-
koa voidaan käyttää keskimääräisen solukoon määrittämiseen
15 kuva-analyysimenetelmän avulla.

Tässä yhteydessä selostetut solukoon mittaukset perustuvat laajennetussa tilassaan olevan vaahtomuovin keskimääräiseen solukokoon esimerkiksi kuvion 1 esittämäl-
20 lä tavalla. Vaahtomuovit, joita voidaan käyttää imukykyi-
sinä aineina vesipitoisia juoksevia väliaineita varten
esillä olevan keksinnön mukaisesti, sisältävät noin 50 μm
tai pienemmän keskimääräisen solukoon, jonka tyypillinen
arvo on noin 5 - noin 35 μm .

"Vaahtomuovin tiheys" (so. grammoina vaahtomuovia/
vaahtomuovin ilmatilavuuden kuutiosenttimetri) on määri-
tetty tässä yhteydessä kuivassa olotilassa. Imettyjen ve-
siliukoisten jäämämateriaalien, esimerkiksi vaahtomuoviin
HIPE-polymerisaation, pesun ja/tai vesihakaiseksi tekemi-
sen jälkeen jääneiden aineiden määrä jätetään huomioonot-
tamatta vaahtomuovin tiheyttä laskettaessa tai ilmaistaes-
sa. Vaahtomuovin tiheys käsittää kuitenkin myös muitakin
vesiliukoisia jäämämateriaaleja, kuten polymerisoidussa
vaahtomuovissa olevia emulgointiaineita. Tällaiset jäämä-

materiaalit voivat käytännössä muodostaa huomattavan osan vaahtomuovimateriaalista.

Mitä tahansa sopivaa gravimetristä menetelmää kiinteään vaahtomuovirakenteen määrän määrittämiseksi vaahtomuovirakenteen yksikkötilavuutta kohden voidaan käyttää vaahtomuovin tilavuuden mittaamista varten. Esimerkiksi gravimetrinen ASTM-menetelmä, jota on selostettu yksityiskohtaisemmin vireillä olevan US-patenttihakemuksen sarja n:ro 989 270 (Dier et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, TEST METHODS -osassa (tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona), muodostaa erään käyttökelpoisen menetelmän tiheyden määrittämistä varten. Kokoonpainuneessa tilassaan esillä olevan keksinnön mukaisten polymeerivaahtomuovien, joita voidaan käyttää imukykyisinä aineina, kuivapainoarvot ovat noin 0,1 - noin 0,2 g/cm³, sopivimmin noin 0,11 - noin 0,15 g/cm³, ja kaikkein edullisimmin noin 0,12 - noin 0,14 g/cm³. Laajentuneessa tilassa olevien esillä olevan keksinnön mukaisen, imukykyisinä aineina käytettäväksi sopivien polymeerivaahtomuovien kuivapainoarvot ovat noin 0,010 - noin 0,018 g/cm³, sopivimmin noin 0,013 - noin 0,018 g/cm³.

Sopivilla imukykyisillä vaahtomuoveilla on yleensä erityisen suotavat ja käyttökelpoiset vesipitoisten juoksevien väliaineiden käsittelyyn ja imukykyyn liittyvät ominaisuudet. Kaikkein tärkeimmät tällaiset imukykyisiin vaahtomuoveihin liittyvät ominaisuudet ovat seuraavat: A) juoksevan väliaineen pystysuora imeytyminen vaahtomuovirakenteen kautta; B) vaahtomuovin imukyky määrätyillä vertailuimeytymiskorkeuksilla; C) imukykyisten vaahtomuovirakenteiden kyky poistaa (erottaa) juoksevaa väliainetta kilpailevista imukykyisistä rakenteista, joiden kanssa juokseva väliaine on kosketuksessa.

Pystysuora imeytyminen, so. juoksevan väliaineen imeytyminen painovoiman vaikutussuunnan suhteen vastakkaisessa suunnassa, on erityisen suotava ominaisuus tässä

yhteydessä kysymykseen tulevia imukykyisiä vaahtomuoveja varten. Näitä vaahtomuoveja käytetään usein imukykyisissä vaahtomuoveissa siten, että imettävää juoksevaa väliainetta on siirrettävä tuotteen sisällä suhteellisesti alemmas-
 5 ta asennosta suhteellisesti ylempään asentoon tuotteen imukykyisen sydämen sisällä. Siten näiden vaahtomuovien kyky imeä itseensä juoksevaa väliainetta painovoiman vaikutusta vastaan liittyy erityisesti niiden toimintaan imukykyisinä komponentteina imukykyisissä tuotteissa.

10 Pystysuora imeytyminen määritetään mittaamalla aika, joka kuluu varastosäiliössä olevalta värilliseltä testausnesteeltä (esimerkiksi synteettiseltä virtsalta) 5 cm pystysuoran välimatkan imeytymiseen vaahtomuovin kooltaan määrätyn testauskaistaleen kautta. Tämä pystysuora imeytymismenetelmä on selostettu yksityiskohtaisemmin vireillä
 15 olevassa US-patenttihakemuksessa sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992 (tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan viiteaineistona tähän yhteyteen), kuitenkin lämpötilassa 31 °C 37 °C:en sijasta. Ol-
 20 lakseen erityisen käyttökelpoinen virtsan imemiseen tarkoitetuissa imukykyisissä tuotteissa, esillä olevan keksinnön mukaiset vaahtomuovista tehdyt imukykyiset aineet imevät itseensä sopivimmin synteettistä virtsaa (65 ± 5 dyneä/cm) 5 cm korkeuteen asti noin 30 minuutissa. On vie-
 25 läkin edullisempaa, että esillä olevan keksinnön mukaiset suositeltavat imukykyiset vaahtomuoviaineet imevät itseensä synteettistä virtsaa 5 cm korkeuteen asti noin viidessä minuutissa.

Pystysuoran imukyvyn testauksen avulla mitataan
 30 testausväliaineen määrä/g imukykyistä vaahtomuovia, joka pidetään jokaisen tuuman (2,54 cm) sisällä pystysuorassa osassa samaa standardikokoista vaahtomuovinäytettä, jota käytetään pystysuorassa imeytymiskokeessa. Tällainen määritys tehdään yleensä sen jälkeen kun näytteen on sallittu
 35 imeä itseensä pystysuorassa suunnassa testausväliainetta

tasapainotilaan asti (esimerkiksi noin 18 tunnin kuluttua). Pystysuoran imeytymiskokeen tavoin tämä pystysuora imukykytestaus on selostettu yksityiskohtaisemmin vireillä olevassa US-patenttihakemuksen sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, TEST METHODS -osassa, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona.

Esillä olevan keksinnön mukaisten käyttökelpoisten imukykyisten vaahtomuovien eräänä toisena tärkeänä ominaisuutena on niiden kapillaarin imupaine. Kapillaarinen imupaine tarkoittaa vaahtomuovin kykyä imeä itseensä väliainetta pystysuorassa suunnassa. [Katso P.K. Chatterjee ja H.V. Nguyen "Absorbency", Textile Science and Technology, osa 7; P.K. Chatterjee, Ed; Elsevier: Amsterdam, 1985; luku 2.] Esillä olevan keksinnön tarkoituksia varten kiinnostuksen kohteena oleva imukyky käsittää hydrostaattisen painekorkeuden, jonka yhteydessä pystysuorasti imeytyneen juoksevan väliaineen kuormitus on 50 % vapaasta imukyvystä tasapainotilassa lämpötilassa 31 °C. Tätä hydrostaattista painekorkeutta edustaa korkeudeltaan h oleva väliainepatsas (esimerkiksi synteettinen virtsa). Ollakseen erityisen käyttökelpoinen vesipitoisten juoksevien väliaineiden imemiseen tarkoitetuissa imukykyisissä tuotteissa, esillä olevan keksinnön mukaisten suositeltavien imukykyisten vaahtomuovien kapillaarinen imupaine on vähintään noin 24,1 cm (9,5 tuumaa). (Esillä olevan keksinnön mukaisten vaahtomuovien imupaineet ovat yleensä noin 30 - noin 40 cm.)

II. Polymeerivaahtomuovien valmistus HIPE:stä, joka sisältää suhteellisen korkeat vesi-öljysuhteet

A. Yleistä

Esillä olevan keksinnön mukaisia polymeerivaahtomuoveja voidaan valmistaa polymerisoimalla vesi-öljyemulsioita, jotka sisältävät sangen suuren vesi- ja öljyvaiheen välisen suhteen ja jotka tunnetaan tavallisesti ni-

mellä "HIPE". Polymeerivaahantomuovimateriaaleja, jotka ovat tuloksena tällaisten emulsioiden polymerisaatiosta, kutsutaan seuraavassa "HIPE-vaahtomuoveiksi".

HIPE-vaahtomuovien muodostamiseksi käytettyjen vesi- ja öljyvaiheiden suhteelliset määrät ovat useiden muiden parametrien ohella tärkeitä tulokseksi saatujen polymeerivaahantomuovien rakenteellisia, mekaanisia ja suorituskykyyn liittyviä ominaisuuksia määritettäessä. Eri-tyisesti veden ja öljyn välinen suhde emulsiossa voi vai-
 10 kuttaa vaahtomuovin tiheyteen, solukokoon ja kapillaari-
 imun ominaispinta-alaan sekä vaahtomuovin muodostavien
 "tukien" mittoihin. Emulsioiden, joita käytetään valmista-
 maan esillä olevan keksinnön mukaisia HIPE-vaahtomuoveja,
 vesi- ja öljyvaiheen tilavuus/painosuhte on yleensä noin
 15 55:1 - noin 100:1, sopivimmin noin 55:1 - noin 75:1 ja
 kaikkein edullisimmin noin 55:1 - 65:1.

1. Öljyvaihekomponentit

HIPE:n jatkuva öljyvaihe käsittää monomeerit, jotka on polymerisoitu kiinteään vaahtomuovirakenteen muodostami-
 20 seksi. Tämä monomeerikomponentti kykenee muodostamaan ko-
 polymeerin, jonka Tg on noin 35 °C tai alhaisempi, yleensä
 noin 15° - noin 30°. (Menetelmä Tg:n määrittämiseksi dynaa-
 misen mekaanisen analyysin (DME:n) avulla selostetaan myö-
 hemmin TEST METHODS -osassa.) Tämä monomeerikomponentti
 25 sisältää: (a) vähintään yhden yksitoimisen monomeerin,
 jonka ataktisen amorfisen polymeerin Tg on noin 25 °C tai
 alhaisempi (katso Brandup. J; Immergut, E.H. "Polymer Han-
 dbook", 2. painos, Wiley-Interscience, New York, NY, 1975,
 III-139); (b) vähintään yhden yksitoimisen komonomeerin
 30 vaahtomuovin sitkeyden tai repeytymiskestävyyden paranta-
 miseksi, (c) ensimmäisen monitoimisen ristikytkeäaineen;
 (d) toisen vaihtoehtoisen ristikytkeäaineen. Yksitoimi-
 sen monomeerin (-meerien) ja komonomeerin (-meerien) sekä
 monitoimisen ristikytkeäaineen (-aineiden) erityisten
 35 tyyppien ja määrien valinta voi olla tärkeä asia imuky-

kyisten HIPE-vahtomuovien toteuttamiseksi, jotka sisältävät rakenteen sekä mekaanisten ja väliaineen käsittelyyn liittyvien ominaisuuksien muodostaman halutun yhdistelmän, joka tekee tällaisista materiaaleista sopivia käyttöä varten esillä olevan keksinnön yhteydessä.

Monomeerikomponentti käsittää yhden tai useamman monomeerin, joiden tarkoituksena on aikaansaada kumimaiset ominaisuudet tuloksena olevaan polymeeriseen vahtomuovirakenteeseen. Tällaiset monomeerit kykenevät tuottamaan molekyylipainoltaan korkeita (yli 10 000) ataktisia amorfisia polymeerejä, joiden Tg:t ovat noin 25 °C tai alhaisemmat. Tyypiltään tällaiset monomeerit käsittävät esimerkiksi (C₄-C₁₄)-alkyyliakrylaatit, kuten butyyliakrylaatin, heksyyliakrylaatin, oktyyliakrylaatin, 2-etyyliheksyyliakrylaatin, nonyyliakrylaatin, desyyliakrylaatin, dodesyyli(lauryyli)akrylaatin, isodesyyliakrylaatin, tetradesyyliakrylaatin, aroyyli- ja alkaryyliakrylaatit, kuten bent-syyliakrylaatin ja nonyyli-fenyliakrylaatin, (C₆-C₁₆)-alkyyli-metakrylaatit, kuten heksyyli-metakrylaatin, oktyyli-metakrylaatin, nonyyli-metakrylaatin, desyyli-metakrylaatin, isodesyyli-metakrylaatin, dodesyyli(lauryyli)-metakrylaatin, tetradesyyli-metakrylaatin, akryylimaidit, kuten N-okta-desyyliakryyliamidin, (C₄-C₁₂)-alkyylistyreenit, kuten p-n-oktyylistyreenin ja näiden monomeerien yhdistelmät. Näistä monomeereistä isodesyyliakrylaatti, dodesyyliakrylaatti ja 2-etyyliheksyyliakrylaatti ovat kaikkein suositeltavimpia. Yksitoiminen monomeeri (-meerit) käsittää yleensä 45 - noin 70 %, sopivimmin noin 50 - noin 65 % monomeerikomponentin painosta.

HIPE:iden öljyvaiheessa käytetty monomeerikomponentti käsittää yhden tai useamman yksitoimisen monomeerin, joka kykenee antamaan tuloksena olevalle polymeerivahtomuovirakenteelle sitkeyden, jota voidaan verrata styreenin antamaan sitkeyteen. Sitkeämmillä vahtomuoveilla on kyky muuttaa huomattavasti muotoaan rikkoutumatta.

Nämä yksitoimiset komonomeerityypit voivat sisältää styreenipohjaiset komonomeerityypit (esimerkiksi styreenin ja etyylistyreenin) tai muita monomeerityyppejä, kuten metyy-
 limetakrylaatin, johon liittyvä homopolymeeri on tunnettu
 yleisesti sitkeydestään. Tyypiltään tällainen suositeltava
 yksitoiminen komonomeeri käsittää styreenipohjaisen mono-
 meerin, styreenin ja etyylistyreenin ollessa kaikkein edu-
 llisimpia tällaisia polymeerejä. Yksitoiminen "sitkeyttä
 antava" komonomeeri käsittää normaalisti noin 10 - noin
 30 %, edullisesti noin 15 % - noin 23 %, kaikkein sopivim-
 min noin 18 % - noin 22 % monomeerikomponentin painosta.

Tietyissä tapauksissa "sitkeyttä antava" komonomeeri voi myös antaa halutut kumimaiset ominaisuudet tulokse-
 na olevalle polymeerille. C₄-C₁₂-alkyylistyreenit ja eri-
 tyisesti p-n-oktyylistyreeni ovat esimerkkejä tällaisista
 komonomeereistä. Tällaisia komonomeerejä varten määrä,
 joka voidaan sisällyttää monomeerikomponenttiin, käsittää
 tyypillisen monomeerin ja komonomeerin yhdistelmän.

Monomeerikomponentti sisältää myös ensimmäisen (ja
 vaihtoehtoisesti toisen) monitoimisen ristikytkeäaineen.
 Samoin kuin yksitoimisten monomeerien ja komonomeerien
 yhteydessä, ristikytkeäaineiden erityinen tyyppi ja mää-
 rä on erittäin tärkeä asia suositeltavien polymeerivahto-
 muovien mahdolliseksi toteuttamiseksi, jotka sisältävät
 rakenteellisten, mekaanisten ja väliaineen käsittelyyn
 liittyvien ominaisuuksien halutun yhdistelmän.

Ensimmäinen monitoiminen ristikytkeäaine voidaan
 valita suuresta määrästä monomeerejä, jotka sisältävät
 kaksi tai useampia aktivoituja vinyyliryhmiä, kuten divi-
 nyylibentseenit, trivinyylibentseenit, divinyylitolueenit,
 divinyyliksyleenit, divinyylinaftaleenit, divinyylialkyy-
 libentseenit, divinyylifenantreenit, divinyylibifenyyli-
 nit, divinyylifenyylimetaanit, divinyylibentsyyli-
 nit, divinyylifenyyli-
 fenyylietterit, divinyylifenyyli-
 sulfidit, divinyylifuraani-
 nit, divinyylisulfidi, divinyylisulfoni, ja niiden seok-

set. Divinyylibentseeni on yleensä saatavissa seoksena etyylistyreenin kanssa suhteessa noin 55:45. Näitä suhteita voidaan käyttää öljyvaiheen rikastamiseksi yhdellä tai jollain muulla komponentilla. On yleensä edullista rikastaa seos etyylistyreenikomponentilla vähentäen samalla styreenin määrää monomeeriseoksessa. Divinyylibentseenin ja etyylistyreenin välinen edullinen suhde on noin 30:70 - 55:45, suotavimmin noin 35:65 - noin 45:55. Suurempien etyylistyreenimäärien käyttö heikentää vaadittua sitkeyttä lisäämättä tulokseksi saadun kopolymerin Tg:tä siinä määrin kuin styreeni tekee. Tätä ensimmäistä ristikytkeäainetta voidaan yleensä sisällyttää HIPE:n öljyvaiheeseen noin 5 - 25 %, edullisesti noin 12 - noin 18 %, kaikkein suotavimmin noin 12 - noin 16 % monomeerikomponentin painosta (100 % peruspaino).

Vaihtoehtoinen toinen ristikytkeäaine voidaan valita monitoimisten akrylaattien, metakrylaattien, akryyliamidien, metakryyliamidien ja niiden seosten joukosta. Nämä aineet käsittävät di-, tri- ja tetra-akrylaatit sekä myös di-, tri- ja tetra-metakrylaatit, di-, tri- ja tetra-akryyliamidit sekä di-, tri- ja tetra-metakryyliamidit ja näiden ristikytkeäaineiden seokset. Sopivia akrylaatti- ja metakrylaatti-ristikytkeäaineita voidaan saada dioleista, trioleista ja tetraoleista, sisältäen 1,10-dekaanidiolin, 1,8-oktaanidiolin, 1,6-heksaanidiolin, 1,4-butaanidiolin, 1,3-butaanidiolin, 1,4-but-2-eenidiolin, etyleeniglykolin, dietyleeniglykolin, trimetylolipropaanin, pentaerytritolin, hydrokinonin, katekolin, resorsinolin, trietyleeniglykolin, polyetyleeniglykolin, sorbitolin ja vastaavat. (Akryyliamidi- ja metakryyliamidiristikytkeäaineet voidaan saada vastaavista diamiineista, triamiineista ja tetra-amiineista.) Suositeltavat diolit sisältävät vähintään 2, edullisesti 4 ja kaikkein suotavimmin 6 hiiliatomia. Tämä toinen ristikytkeäaine voidaan yleensä sisällyttää HIPE:n öljyvaiheeseen määrässä 0 - noin 15 %,

sopivimmin noin 7 - noin 13 % monomeerikomponentin painosta.

Sitoutumatta mihinkään teoriaan uskotaan, että tämä toinen ristikytKentäaine saa aikaan homogeenisemmin ristikytKetyn rakenteen, joka lujittuu tehokkaammin kuin silloin, jos pelkästään joko ensimmäistä tai toista ristikytKentäainetta käytettäisiin vertailukelpoisilla pitoisuustasoilla. Toinen ristikytKentäaine myös laajentaa lasikumisiiirtymäaluetta. Tämä laajempi siirtymäalue voidaan muodostaa määrättyjen lujuus- ja joustavuusvaatimusten mukaisesti tiettyjen käyttölämpötilojen yhteydessä valvomalla molempien käytössä olevien ristikytKentäainetyyppien suhteellista määrää. Siten vaahtomuovi, joka sisältää vain ensimmäistä ristikytKentäainetyyppiä, käsittää suhteellisen kapean siirtymäalueen, jota voidaan käyttää suurta joustavuutta vaadittaessa ja jos T_g on hyvin lähellä lopullista käyttölämpötilaa. Toisen ristikytKentäaineen määrän lisääminen laajentaa siirtymäaluetta silloinkin, jos todellinen siirtymälämpötila ei itsessään ole muuttunut.

HIPE:iden öljyvaiheen pääosa käsittää edellä mainitut monomeerit, komonomeerit ja ristikytKentäaineet. On olennaisen tärkeää, että nämä monomeerit, komonomeerit ja ristikytKentäaineet ovat pääasiassa vesiliukoisia, niin että niiden liukoisuus esiintyy öljyvaiheessa vesivaiheen sijasta. Tällaisten pääasiassa veteen liukenemattomien monomeerien käyttö varmistaa sen, että ominaisuuksiltaan ja stabiliteetiltaan sopivat HIPE:t tulevat toteutetuiksi. On tietenkin erittäin suotavaa, että tässä yhteydessä käytettävät monomeerit, komonomeerit ja ristikytKentäaineet ovat tyypiltään sellaisia, että tulokseksi saatu polymeerivaah-
tomuovi on sopivalla tavalla myrkytön ja kemiallisesti sopivan vakaa. Näiden monomeerien, komonomeerien ja ristikytKentäaineiden olisi sopivimmin sisällettävä vain vähän tai ei ollenkaan myrkyllisyyttä, jos niitä esiintyy hyvin

alhaisina jäämápitoisuuksina polymerisaation jälkeisen vaahtomuovin käsittelyn ja/tai käytön aikana.

Eräs HIPE:n öljyvaiheen eräänä olennaisena komponenttina on se, että sisältää ainakin primäärisen emulgointiaineen. Sopiviksi primääriseksi emulgointiaineiksi on havaittu aineet, jotka: (1) ovat liukoisia HIPE:n öljyvaiheeseen; (2) saavat aikaan minimaalisen öljyvaihe/vesivaiheen pintojen välisen jännityksen (IFT), joka on suuruudeltaan noin 0,06 - noin 5 dyneä/cm, sopivimmin noin 0,1 - 3 dyneä/cm; (3) saavat aikaan kriittisen aggregaatiopitoisuuden(CAC), joka on suuruudeltaan noin 5 painoprosenttia tai vähemmän; (4) muodostavat HIPE:t, jotka ovat riittävän vakaita yhteensulautumista vastaan asianomaisten pisarakokojen ja prosessiolosuhteiden yhteydessä (esimerkiksi HIPE:n muodostus- ja polymerisaatiolämpötiloissa); ja (5) sisältävät sopivimmin suuren määrän "aktiivista pintojen välistä" komponenttia tai komponentteja, jotka kykenevät alentamaan pintojen välistä jännitystä HIPE:n öljy- ja vesivaiheen välillä. Sitoutumatta mihinkään teoriaan uskotaan, että pintojen välisten aktiivisten komponenttien määrän olisi oltava riittävän korkea ainakin suunnilleen yksikerroksisen peitteen saamiseksi sisäisille öljyvaihepisaroille suositeltavien pisarakokojen, vesi:öljysuhteiden ja emulgointiainetasojen yhteydessä. Nämä primääriset emulgointiaineet : (6) käsittävät sula- ja/tai kiinteät-nestemäiset kidevaihesiirtymälämpötilat, joiden suuruus on noin 30 °C tai alhaisempi; (7) ovat veteen hajoavia; (8) ovat pääasiassa veteen liukenemattomia tai eivät ainakaan huomattavammin erotu vesivaiheeseen käyttöolosuhteiden alaisena. On suotavaa, että primäärinen emulgointiaine saa aikaan riittävän kostuvuuden levitettynä vesipaiselle pinnalle (esimerkiksi polymeerivaahtoon), jolloin synteettisen virtsan etenevä kosketuskulma on (sopivimmin huomattavasti) pienempi kuin 90°. (IFT:n ja CAC:in mittausmenetelmä selostetaan TEST METHOHD -osassa seuraavassa.)

Nämä primääriset emulgointiaineet sisältävät tyypillisesti vähintään noin 40 %, sopivimmin ainakin 50 % ja kaikkein edullisimmin ainakin 70 % emulgointikomponentteja, jotka on valittu haaroitettujen C_{16} - C_{24} -rasvahappojen, lineaaristen kyllästämättömien C_{16} - C_{22} -rasvahappojen tai lineaaristen kyllästettyjen C_{12} - C_{14} -rasvahappojen diglyserolimonoestereiden, kuten diglyserolimono-oleaattien (so. $C_{18:1}$ -rasvahappojen diglyserolimonoesterien), kookoshappojen diglyserolimonomyristaattien, diglyserolimonoisostearaatin ja diglyserolimonoesterien, haaroitettujen C_{16} - C_{24} -rasvahappojen, lineaaristen kyllästämättömien C_{16} - C_{22} -rasvahappojen, tai lineaaristen kyllästettyjen C_{12} - C_{14} -sorbitaanimonoesterien, kuten kookosrasvahapoista saadun sorbitaanimono-oleaatin, sorbitolimonomyristaatin ja sorbitaanimonoesterien, haaroitettujen C_{16} - C_{24} -alkoholien, lineaaristen kyllästämättömien C_{16} - C_{22} -alkoholien diglyserolimonoalifaattieetterien ja näiden emulgointikomponenttien seosten joukosta. Suositeltavia primäärisiä emulgointiaineita ovat diglyserolimono-oleaatti (joka sisältää esimerkiksi yli noin 40 %, suotavimmin yli noin 50 % ja kaikkein edullisimmin yli noin 70 % diglyserolimono-oleaattia), sorbitaanimono-oleaatti (joka sisältää yli noin 40 %, edullisesti yli noin 50 % ja kaikkein suotavimmin yli noin 70 % sorbitaanimono-oleaattia), ja diglyserolimonoisostearaatti (joka sisältää esimerkiksi yli noin 40 %, edullisesti yli noin 50 % ja kaikkein suotavimmin yli noin 70 % diglyserolimonoisostearaattia).

Lineaaristen kyllästettyjen, lineaaristen kyllästämättömien ja haaroitettujen rasvahappojen diglyserolimonoestereitä, jotka ovat käyttökelpoisia esillä olevan keksinnön mukaisina emulgointiaineina, voidaan valmistaa esteroimalla diglyseroli rasvahappojen avulla käyttäen alalla yleisesti tunnettuja menetelmiä. Katso esimerkiksi polyglyseroliesterien valmistusta varten tarkoitettu menetelmä, joka on selostettu vireillä olevassa US-patenttiha-

kemuksessa sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Diglyserolia voidaan valmistaa kaupallisesti tai sitä voidaan erottaa runsaasti glyserolia sisältävistä polyglyseroleista. Lineaarisia kyllästettyjä, lineaarisia kyllästämättömiä ja haaroitettuja rasvahappoja voidaan saada käyttöön kaupallisesti. Esterointireaktion avulla saatuja sekoitettuja esterituotteita voidaan tislata fraktionaalisesti tyhjän alaisina yhden tai useamman kerran tislausfraktioiden saamiseksi, jotka sisältävät runsaasti diglyserolimonoestereitä. Esimerkiksi A CMS-15A (C.V.C. Products Inc.; Rochester, N.Y., USA) jatkuvaa 14 tuuman keskipakomolekyyli-tislauslaitetta voidaan käyttää fraktionaalista tislausta varten. Syötetty polyglyseroliesterimateriaali ollessaan kuumennuksen alaisena yleensä annostellaan kaasunpoistoyksikön kautta ja johdetaan sen jälkeen kulkemaan kaasunpoistoyksikön kuumennettuun haihdutuskartioon, jossa tyhjötislaus suoritetaan. Tisle kootaan kelloruukkupinnalle, jota voidaan kuumentaa tisleen poistamisen helpottamiseksi. Tislettä ja jäämämateriaalia poistetaan jatkuvasti siirtopumppujen välityksellä. Tulokseksi saadun sekoitetun esterituotteen sisältämä rasvahappokoostumus voidaan määrittää erittäin erotuskykyisen kaasukromatografian avulla.

Katso vireillä oleva US-patenttihakemus sarja nro 989 720 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Tulokseksi saadun sekoitetun esterituotteen polyglyseroli- ja polyglyseroliesterijakautuma voidaan määrittää kapillaarisen superkriittisen kromatografian välityksellä. Katso vireillä oleva US-patenttihakemus sarja nro 989 702 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona.

Lineaarisia kyllästettyjä, lineaarisia kyllästämättömiä tai haaroitettuja monoalifaattisia diglyserolieettereitä voidaan myös valmistaa ja niiden koostumus määrittää käyttäen alalla yleisesti tunnettuja menetelmiä. Katso

5 myös vireillä oleva US-patenttihakemus sarja nro 08/370 920 (Stephen A. Goldman et al), jätetty sisään 10. tammikuuta 1995, tapaus nro 5 540, tämän hakemuksen ollessa

liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Lineaaristen, haaroitettujen ja kyllästämättömien rasvahappojen sorbitaaniestereitä voidaan myös valmistaa kaupallisesti käyttäen alalla tunnettuja menetelmiä. Katso esimerkiksi

10 US-patenttijulkaisu 4 103 047 (Zaki et al), jätetty sisään 25. heinäkuuta 1978 (liitetty mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona), erityisesti palsta 4, rivi 32 -

15 palsta 5, rivi 13. Sekoitettu sorbitaaniesterituote voidaan fraktionaalaisesti tyhjötislata koostumusten saamiseksi, jotka sisältävät runsaasti sorbitaanimonoestereitä. Sorbitaaniesterien koostumukset voidaan määrittää alalla yleisesti tunnettujen menetelmien, kuten pienmolekyyllisen

20 geeliläpäisykromatografian välityksellä. Katso vireillä oleva US-patenttihakemus sarja nro 08/370 920 (Stephen S. Goldman et al), jätetty sisään 10. tammikuuta 1991, tapaus nro 5 540 (otettu mukaan tässä yhteydessä viiteaineistona), jossa selostetaan tämän menetelmän käyttö mono-

25 alifaattisia polyglyserolieettereitä varten.

Näiden primääristen emulgointiaineiden lisäksi voidaan sekundäärisiä emulgointiaineita myös sisällyttää emulgointikomponenttiin. Nämä sekundääriset emulgointiaineet ovat vähintään yhdessä liukenevia primäärisen emulgointiaineen kanssa öljyvaiheessa ja niitä voidaan käyttää

30 (1) lisäämään HIPE:n stabiilisuutta hajaantuneiden vesipisaroiden yhteensulautumisen yhteydessä erityisesti korkeiden vesi-öljysuhteiden ja HIPE:n korkeampien muodostus- ja polymerisointilämpötilojen vallitessa, (2) muuttamaan

35 minimaalista IFT:tä öljy- ja vesivaiheen välillä alueella

noin 0,06 - noin 5 dyneä/cm, (3) alentamaan emulgointikomponentin CAC:tä, tai (4) lisäämään pintojen välisten aktiivisten komponenttien pitoisuutta. Sopivat sekundääriset emulgointiaineet voivat olla kahtaisionityyppisiä ja sisältää fosfatidyylikoliinin ja fosfatidyylikoliinia sisältävät koostumukset, kuten lesitiinin ja alifaattiset beta-iinit, kuten laurylibetaiinin, kationiset tyypit, mukaanlukien pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -dialifaattiset, lyhytketjuiset C_1 - C_{12} -dialifaattiset kvaternaariset ammoniumsuolat, kuten ditalidimetyyliammoniumkloridi, bistridesyylidimetyyliammoniumkloridi ja ditalidimetyyliammoniummetyylisulfaatti, pitkäketjuinen C_{12} - C_{22} -dialkoyyli(alkenoyyli)-2-hydroksietyyli, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -dialifaattiset kvaternaariset ammoniumsuolat, kuten ditaliyyli-2-hydroksietyylidimetyyliammoniumkloridi, pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -dialifaattiset kvaternaariset imidatsoliniumammoniumsuolat, kuten metyyli-1-tali-aminoetyyli-2-tali-imidatsoliniumimetyylisulfaatti, jametyyli-1-oleyyliamidietyyli-2-oleyyli-imidatsoliniumimetyylisulfaatti, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -dialifaattiset, pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -monoalifaattiset kvaternaariset bentsyyliammoniumsuolat, kuten dimetyylistearyylibentsyyliammoniumkloridi ja dimetyylitalibentsyyliammoniumkloridi, pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -dialkoyyli(alkenoyyli)-2-aminoetyyli-, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -monoalifaattiset ja lyhytketjuiset C_1 - C_4 -monohydroksialifaattiset kvaternaariset ammoniumsuolat, kuten ditaliyyli-2-aminoetyylimetyyli-2-hydroksipropyliammoniummetyylisulfaatti ja dioleyyli-2-aminoetyylimetyyli-2-hydroksietyyliammoniummetyylisulfaatti, anionityypit sisältäen natriumsulfonimeripihkahapon dialifaattiset esterit, kuten natriumsulfonimeripihkahapon dioktyyliesterin ja natriumsulfonimerkipihkahapon bistridesyyliesterin, dodesyylibentseenin sulfonihapon amiinisulfaatit ja näiden sekundääristen emulgointiaineiden seokset. Näitä sekundäärisiä emulgointiaineita voidaan saada kaupallisesti tai valmistaa käyttäen alalla tunnettuja menetelmiä.

Suosittelavia sekundäärisiä emulgointiaineita ovat ditalidimetyyliammoniummetyylisulfaatti ja ditalidimetyyliammoniummetyylikloridi. Kun näitä vaihtoehtoisia sekundäärisiä emulgointiaineita sisältyy emulgointikomponenttiin, painosuhte primäärisen ja sekundäärisen emulgointiaineen välillä on sopivimmin noin 50:1 - noin 1:4, edullisesti noin 30:1 - noin 2:1.

HIPE:iden muodostamiseen käytetty öljyvaihe käsittää noin 85 - noin 98 painoprosenttia monomeerikomponenttia ja noin 2 - noin 15 painoprosenttia emulgointikomponenttia. Öljyvaihe käsittää sopivimmin noin 90 - noin 97 painoprosenttia monomeerikomponenttia ja noin 3 - noin 10 painoprosenttia emulgointikomponenttia. Öljyvaihe voi myös sisältää muita vaihtoehtoisia komponentteja. Eräs tällainen vaihtoehtoinen komponentti käsittää tyypiltään yleisen öljyliukoisen polymerisointi-initiaattorin, jonka alaan perehtyneet henkilöt hyvin tuntevat ja joka on selostettu US-patenttijulkaisussa 5 290 820 (Bass et al), myönnetty 1. maaliskuuta 1994, tämän julkaisun ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona.

Suosittelava vaihtoehtoinen komponentti käsittää antioksidantin, kuten Hindered Amine Light Stabilizer:in (HALS), esimerkiksi bis-(1,2,2,5,5-pentametyylipiperidinyyli)sebasaatin (Tinuvin-765) tai Hindered Phenolic Stabilizer:in (HPS), kuten Irganox-1976:n ja t-butyylihydroksikiniinin. Eräs toinen suositeltava vaihtoehtoinen komponentti käsittää pehmentimen, kuten dioktyyliatselaatin, dioktyylisebasaatin tai dioktyyliadipaatin. Muut vaihtoehtoiset komponentit käsittävät täyteaineet, väriaineet, loisteaineet, samennusaineet, ketjusiirtoaineet ja vastaavat.

2. Vesivaihekomponentit

HIPE:n epäjatkuvana sisäisenä vesivaiheena on yleensä vesipitoinen liuos, joka sisältää yhden tai useamman liuenneen komponentin. Yhtenä vesivaiheen olennaisena

liuenneena komponenttina on vesiliukoinen elektrolyytti. Liuennut elektrolyytti minimoi pääasiassa öljyyn liukenevien monomeerien, komonomeerien ja ristikytkeäineiden liukenemisen myös vesivaiheeseen. Tämän uskotaan puolestaan minimoivan sen määrän, johon asti polymeerimateriaali täyttää kennoikkunat öljyn ja veden rajapinnoissa, jotka vesivaihepysarat muodostavat polymerisaation aikana. Siten elektrolyytin läsnäolon ja vesivaiheen tulokseksi saadun ionikestävyyden uskotaan määrittävän, voivatko tulokseksi saadut suositeltavat polymeerivaahdot olla avosoluja, ja missä määrin.

Mitä tahansa elektrolyyttiä, joka kykenee antamaan ionikestävyyden vesivaiheelle, voidaan käyttää. Suositeltavia elektrolyyttejä ovat mono-, di- tai trivalenttiset epäorgaaniset suolat, kuten alkalimetallien ja maa-alkalimetallien vesiliukoiset halidit, esimerkiksi kloridit, nitraatit ja sulfaatit. Esimerkkeinä voidaan mainita natriumkloridi, kalsiumkloridi, natriumsulfaatti ja magnesiumsulfaatti. Kaliumsulfaattia on kaikkein edullisinta käyttää esillä olevan keksinnön yhteydessä. Elektrolyyttiä käytetään yleensä HIPE:iden vesivaiheessa pitoisuudessa, joka on noin 0,2 - noin 20 painoprosenttia vesivaiheesta. Elektrolyytti käsittää suotavimmin noin 1 - noin 10 % vesivaiheen painosta.

HIPE:t sisältävät yleensä myös tehokkaan määrän polymerisaatioinitiaattoria. Tällainen initiaattorikomponentti lisätään yleensä HIPE:iden vesivaiheeseen ja se voi käsittää minkä tahansa tavanomaisen veteen liukenevan vaapaaradikaali-initiaattorin. Nämä initiaattorit käsittävät peroksidiseokset, kuten natrium-, kalium-, ja ammoniumper-sulfaatit, vetyperoksidin, natriumperasetaatin, natriumperkarbonaatin ja vastaavat. Tavanomaisia redoksi-initiaattorijärjestelmiä voidaan myös käyttää. Tällaiset järjestelmät muodostetaan yhdistämällä edellä mainitut perok-

sidiseokset pelkistysaineisiin, kuten natriumbisulfiittiin, L-askorbiinihappoon ja rautasuoloihin.

Initiaattoria voi olla jopa 20 mooliprosenttia öljyvaiheessa olevien polymerisoitavien monomeerien sisältämiin kokonaismooleihin perustuen. On edullisempaa, jos initiaattoria on läsnä noin 0,001 - noin 10 mooliprosenttia öljyvaiheessa olevien polymerisoitavien monomeerien kokonaismoolimäärästä laskettuna.

10 **3. Vesihakuiseksi tekevät aktiiviset pinta-aineet ja hydratoitavat suolat**

HIPE-vaahtomuovirakenteen muodostava polymeeri on sopivimmin pääasiassa vapaa polaarisisistä funktionaalisista ryhmistä. Tämä merkitsee sitä, että polymeerivaahto on suhteellisen vesipakoista luonteeltaan. Näitä vesipakoisia vaahtomuoveja voidaan käyttää vesipakoisten juoksevien väliaineiden absorptiota haluttaessa. Näiden aineiden käyttö sisältää tapaukset, joissa öljyinen komponentti on sekotettu veteen ja kun öljyinen komponentti halutaan erottaa ja eristää, kuten öljyvuotojen yhteydessä.

20 Kun näitä vaahtomuoveja on määrä käyttää imukykyisinä aineina vesipitoisia juoksevia väliaineita, kuten vuotaneita mehuja, maitoa ja virtsaa varten, ne vaativat yleensä käsittelyä vaahtomuovin tekemiseksi suhteellisesti vesihakuisemmaksi. Tämä voidaan saada aikaan käsittelemällä HIPE-vaahtomuovia vesihakuiseksi tekevällä pinta-aktiivisella aineella tavalla, joka selostetaan myöhemmin.

30 Nämä vesihakuiseksi tekevät pinta-aktiiviset aineet voivat käsittää minkä tahansa materiaalin, joka lisää polymeerisen vaahtomuovipinnan vedellä kostutettavuutta. Ne ovat alalla yleisesti tunnettuja ja ne saattavat sisältää useita erilaisia pinta-aktiivisiä aineita, jotka ovat sopivimmin tyypiltään ei-ionisia. Ne ovat yleensä nestemäisessä muodossa ja ne voidaan liuottaa tai hajottaa vesihakuiseksi tekevään liuokseen, joka levitetään HIPE-vaahtomuovin pintaan. Tällä tavoin vesihakuiseksi tekeviä

vesihakuisia pinta-aktiivisia aineita voivat suositeltavat HIPE-vaahtomuovit imeä itseensä määrissä, jotka ovat sopivia niiden pintojen tekemiseksi pääasiassa vesihakuisiksi, mutta kuitenkin heikentämättä olennaisesti vaahtomuovin haluttuja joustavuus- ja puristustaipumisominaisuuksia. Tällaiset pinta-aktiiviset aineet voivat käsittää kaikki edellä selostetut HIPE:n öljyvaihe-emulgointiaineina käytettävät aineet, kuten diglyserolimono-oleaatin, sorbitaanimono-oleaatin ja diglyserolimonoisostearaatin. Tällaisia vesihakuisiksi tekeviä pinta-aktiivisia aineita voidaan sisällyttää vaahtomuoviin HIPE:n muodostuksen ja polymerisaation aikana tai käsittelemällä polymeerivaahtoa pinta-aktiivisen aineen liuoksella tai suspensiolla sopivan kanttoaineen tai liuottimen yhteydessä. Suositeltavat vaahtomuovit sisältävät tällaisia pinta-aktiivisen aineen jäämääriä, jotka pysyvät vaahtomuovirakenteessa, noin 5 - noin 10 %, edullisesti noin 0,5 - noin 6 % vaahtomuovin painosta.

Eräänä toisena materiaalina, joka on yleensä sisällytetty HIPE-vaahtomuovirakenteeseen, on hydratoitava, yleensä hygroskooppinen tai vetistytvä veteen liukeneva epäorgaaninen suola. Tällaiset suolat sisältävät esimerkiksi myrkyllisyydeltään hyväksyttävät maa-alkalimetallisuolat. Tyypiltään tällaisia suoloja ja niiden käyttöä yhdessä öljyyn liukenevien pinta-aktiivisten aineiden, kuten vaahtomuovin vesihakuisiksi tekevän aineen kanssa, on selostettu yksityiskohtaisemmin US-patenttijulkaisussa 5 352 711 (DesMarais), myönnetty 4. lokakuuta, tämän julkaisun selityksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Tyypiltään tällaiset suositeltavat suolat sisältävät kalsiumhalidit ja kalsiumkloridit, joita, kuten edellä on mainittu, voidaan käyttää myös vesivaihe-elektrolyyttinä HIPE:ssä.

Hydratoitavat epäorgaaniset suolat voidaan helposti ottaa mukaan käsittelemällä vaahtomuoveja tällaisten suo-

lojen vesipitoisilla liuoksilla. Näitä suolaliuoksia voidaan yleensä käyttää vaahtomuovien käsittelyyn jäämävesivaiheen poistamisprosessin loppuunsaorittamisen yhteydessä vastapolymerisoiduista vaahtomuoveista tai osana tätä prosessia. Vaahtomuovien käsittely tällaisilla liuoksilla saa aikaan edullisesti hydratoitavien epäorgaanisten suolojen, kuten kalsiumkloridin, kerrostumisen jäämämäärinä, jotka ovat suuruudeltaan vähintään 0,1 % vaahtomuovin painosta ja yleensä alueella noin 0,1 - noin 12 %, sopivimmin noin 7 - noin 10 % vaahtomuovin painosta. Näiden sangen vesipakoisten vaahtomuovien käsittely vesihakuisiksi tekevillä pinta-aktiivisilla aineilla (yhdessä hydratoitavien suolojen kanssa tai ilman niitä) toteutetaan yleensä määrässä, joka tarvitaan vaahtomuovin tekemiseksi sopivalla tavalla vesihakuisiksi. Jotkut suositeltavaa HIPE-tyyppiä olevat vaahtomuovit ovat kuitenkin valmistettuina sopivasti vesihakuisia ja saattavat sisältää riittävät määrät hydratoitavia suoloja, eivätkä siten vaadi mitään lisäkäsittelyä vesihakuisiksi tekevien pinta-aktiivisten aineiden tai hydratoitavien suolojen avulla. Tällaiset edulliset HIPE-vaahtomuovit käsittävät erityisesti materiaalit, joiden yhteydessä HIPE:ssä on käytetty määrättyjä edellä selostettuja öljyvaihe-emulgointiaineita ja kalsiumkloridia. Näissä tapauksissa polymeerivaahtomuovi on sopivalla tavalla vesihakuinen ja käsittää jäämävesivaihenesteen, joka sisältää tai kerrostaa riittäviä määriä kalsiumkloridia vaahtomuovin tekemiseksi vesipakoiseksi senkin jälkeen, kun polymeerivaahtomuovista on poistettu vesi tai se on kuivattu seuraavassa selostetulla tavalla.

B. Prosessiolosuhteet HIPE-vaahtomuovien saamiseksi

Vaahtomuovin valmistus käsittää yleensä seuraavat vaiheet: 1) vakaan korkean sisäisen vaiheen sisältävän emulsion (HIPE) valmistamisen; 2) tämän vakaan emulsion polymerisoinnin/kovettamisen olosuhteiden alaisena, jotka ovat sopivia kiinteän polymeerivaahtomuovirakenteen muo-

dostamiseksi, 3) tämän kiinteään polymeerivaahdonmuovirakenteen vaihtoehtoisen pesemisen ja tarpeen vaatiessa sen käsittelymisen vesihakaiseksi tekevällä pinta-aktiivisella aineella ja/tai hydratoitavalla suolalla tarvittavan vesihakaiseksi tekevän pinta-aktiivisen aineen/hydratoitavan suolan kerrostamiseksi, ja 4) veden poistamisen sen jälkeen tästä polymeerisestä vaahdonmuovirakenteesta.

1. HIPE:n muodostus

HIPE muodostetaan yhdistämällä öljy- ja vesivaihekomponentit keskenään edellä mainituissa suhteissa. Öljyvaihe sisältää tyypillisesti vaaditut monomeerit, komonomereit, ristikytkeäaineet ja emulgointiaineet sekä vaihtoehtoiset komponentit, kuten pehmentimet, antioksidantit, liekinhidastimet ja ketjusiirtoaineet. Vesivaihe käsittää yleensä elektrolyytit ja polymerisointi-initiaattorit.

HIPE voidaan muodostaa yhdistetyistä öljy- ja vesivaiheista asettamalla nämä yhdistetyt vaiheet leikkaussekoituksen alaisiksi. Leikkaussekoitusta käytetään vakaana emulsion muodostamista varten tarvittavassa määrässä sopivana aikana. Tällainen prosessi voidaan toteuttaa joko erämenettelyn avulla tai jatkuvalla tavalla ja se suoritetaan yleensä olosuhteissa, jotka ovat sopivia emulsion muodostamiseksi, jossa vesivaihepisarat ovat siinä määrin hajaantuneet, että tulokseksi saatu polymeerivaahdonmuovi sisältää vaaditut rakenteelliset ominaisuudet. Öljy- ja vesivaiheyhdistelmän emulgointi sisältää usein sekoitus- tai hämmennyslaitteen, kuten ohjaussiivikon, käytön.

Eräs suositeltava menetelmä HIPE:n muodostamiseksi käsittää jatkuvan prosessin, jossa vaadittu öljy- ja vesivaihe yhdistetään ja emulgoidaan. Tällaisen prosessin yhteydessä muodostetaan öljyvaiheen käsittävä nestevirtaus. Samanaikaisesti muodostetaan myös erillinen vesivaiheen käsittävä nestevirtaus. Nämä molemmat erilliset virtaukset yhdistetään sitten sopivassa sekoituskammiossa -vyöhyk-

keellä siten, että saavutetaan edellä mainitulla tavalla vaaditut vesi- ja öljyvaiheen painosuhteet.

Nämä yhdistetyt virtaukset asetetaan sekoituskammiossa tai -vyöhykkeellä yleensä leikkaussekoituksen alaiseksi käyttämällä esimerkiksi rakenteeltaan ja mitoiltaan sopivaa ohjaussiivikkoa. Leikkaus kohdistetaan yhdistettyyn öljy/vesivaiheeseen yleensä sopivalla nopeudella. Vakaa nestemäinen HIPE voidaan muodostamisensa jälkeen sitten vetää pois sekoituskammioista tai -vyöhykkeeltä.

Tämä suositeltava menetelmä HIPE:iden muodostamiseksi jatkuvan prosessin avulla on selostettu yksityiskohtaisemmin US-patenttijulkaisussa 5 149 720 (DesMarais et al), myönnetty 22. syyskuuta 1992, tämän julkaisun ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Katso myös vireillä oleva US-patenttihakemus sarja n:ro 08/370694 (Thomas A. DesMarais), jätetty sisään 10. tammikuuta 1995, tapaus nro 5 543 (liitetty mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona), jossa selostetaan parannettu jatkuva prosessi, joka sisältää kierrätyssilmukan HIPE:ä varten.

20 **2.HIPE:n polymerisointi/kovetus**

Muodostettu HIPE yleensä kootaan tai kaadetaan sopivaan reaktioastiaan, -säiliöön tai -alueelle polymerisointia tai kovettamista varten. Eräässä sovellusmuodossa tämä reaktioastia käsittää polyetyleenistä tehdyn ammeen, josta mahdollisesti polymerisoitu/kovetettu kiinteä vaah-

25 tomuovimateriaali voidaan helposti poistaa lisäkäsittelyä varten haluttuun määrään asti toteutetun polymerisoinnin/kovetuksen jälkeen. Lämpötila, jossa HIPE kaadetaan astian sisään, on sopivimmin suunnilleen sama kuin polymerisointi/kovetuslämpötila.

30 Sopivat polymerisointi/kovetusolosuhteet vaihtelevat emulsion öljy- ja vesivaiheen monomeeripitoisuudesta ja muusta koostumuksesta (erityisesti käytetyistä emulgointijärjestelmistä) ja käytettyjen polymerisointi-initi-

35 aattorien tyypistä ja määrästä riippuen. Sopivat polymeri-

sointi/kovetusolosuhteet käsittävät usein kuitenkin HIPE:n säilyttämisen yli 30 °C, sopivimmin yli 35 °C olevissa korkeissa lämpötiloissa, ajanjakson aikana, joka kestää noin 2 - 64, edullisesti noin 4 - noin 48 tuntia. HIPE voidaan myös kovettaa asteittaisesti, kuten on selostettu US-patenttijulkaisussa 5 189 070 (Brownscombe et al) myönnetty 23. helmikuuta 1993, tämän julkaisun ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Näiden HIPE:iden yhteydessä käytettyjen lujempien emulgointijärjestelmien tarjoamana yhtenä erityisenä etuna on se, että polymerisointi/kovetusolosuhteet voidaan toteuttaa korkeammissa lämpötiloissa 50 °C tai sen yli, edullisemmin noin 60 °C tai sitä korkeammissa lämpötiloissa. HIPE voidaan tavallisesti polymerisoida/kovettaa noin 66 - noin 99 °C, edullisemmin noin 65 - noin 95 °C lämpötiloissa.

Huokoinen vedellä täytetty avosoluinen HIPE-vaahtomuovi saadaan tulokseksi tavallisesti polymerisoinnin/kovetuksen jälkeen reaktioastiassa, kuten ammeessa. Tämä polymerisoitu HIPE-vaahtomuovi leikataan tai viipaloidaan yleensä levymäiseen muotoon. Polymerisoidusta HIPE-vaahtomuovista tehtyjä levyjä on helpompi käsitellä myöhemmin seuraavien käsittely/pesu- ja vedenpoistovaiheiden aikana sekä HIPE-vaahtomuovin valmistamiseksi käyttöä varten imukykyisissä tuotteissa. Polymerisoitu HIPE-vaahtomuovi yleensä leikataan/viipaloidaan leikkauspaksuutta noin 0,08 - noin 2,5 cm varten. Tämän jälkeen tapahtuva vedenpoisto vaahtomuovin kokoonpuristamisen avulla z-suunnassa johtaa tyypillisesti kokoonpainuneisiin HIPE-vaahtomuoveihin, joiden paksuus on noin 10 - noin 17 % leikkauspaksuudesta laskettuna.

3. HIPE-vaahtomuovin käsittely/pesu

Muodostettu polymerisoitu HIPE-vaahtomuovi täytetään yleensä jäämävesivaihemateriaalilla, jota käytetään HIPE:n valmistuksen yhteydessä. Tämän jäämävesivaihemateriaalin (joka käsittää yleensä elektrolyytin, jäämäemul-

gointiaineen, ja polymerisointi-initiaattorin muodostaman vesipitoisen liuoksen) olisi oltava ainakin osittain poistettuna ennen vaahtomuovin lisäkäsittelyä ja käyttöä. Tämä alkuperäinen vesivaihemateriaali poistetaan tavallisesti
 5 kokoonpuristamalla vaahtomuovirakennetta jäämänesteen puristamiseksi ulos ja/tai pesemällä vaahtomuovirakenne vedellä tai muilla vesipitoisilla pesuliuoksilla. Usein voidaan käyttää monia kokoonpuristus- ja pesuvaiheita, jotka käsittävät esimerkiksi 2 - 4 jaksoa.

10 Sen jälkeen kun alkuperäinen vesivaihemateriaali on poistettu vaadittuun määrään asti, HIPE-vaahtomuovia voidaan tarvittaessa käsitellä käyttäen esimerkiksi jatkuvaa pesua vesipitoisen liuoksen avulla, joka käsittää sopivan vesihakuiiseksi tekevän pinta-aktiivisen aineen ja/tai hydratoitavan suolan. Käyttökelpoisia vesihakuiiseksi tekeviä
 15 pinta-aktiivisia aineita ja hydratoitavia suoloja on selostettu edellä. Kuten on mainittu, HIPE-vaahtomuovin käsittely vesihakuiiseksi tekevällä pinta-aktiivisella aineella/hydratoitavalla suolalla jatkuu tarpeen vaatiessa siihen asti, kunnes haluttu määrä vesihakuiiseksi tekevää
 20 ainetta/hydratoitavaa suolaa on otettu käyttöön ja vaahtomuovilla on haluttu tartuntajännitysarvo mitä tahansa valittua testausnestettä varten.

4. Vedenpoisto vaahtomuovista

25 Kun HIPE-vaahtomuovi on käsitelty/pesty, siitä yleensä poistetaan vesi. Vesi voidaan poistaa puristamalla vaahtomuovia kokoon jäämäveden puristamiseksi siitä ulos asettamalla vaahtomuovi tai sen sisältämä vesi suuruudeltaan noin 60 - 200 °C olevien lämpötilojen tai mikroaaltokäsittelyyn tai tyhjövedenpoistoon tai kokoonpuristukseen
 30 liittyvien ja lämpökuivaus/mikroaalto/tyhjövedenpoistotekniikoiden avulla. Näistä HIPE-vaahtomuoveista vesi poistetaan yleensä paksuuteen asti, joka on noin 1/16 (17 %) tai sitä pienempi niiden täysin laajennettuun paksuuteen verrattuna. Vedenpoistovaihetta jatketaan yleensä HIPE-vaah-
 35

tomuovin käyttökelpoiseksi tulemiseen asti ja kunnes se on kuiva käyttöä varten sopivassa määrässä. Tällaisten kokoonpuristettujen vaahtomuovien, joista vettä on poistettu, vesi(kosteus)pitoisuus on noin 50 - noin 500 %, edullisesti noin 50 - 200 % sen kuivapainosta. Siten kokoonpuristetut vaahtomuovit voidaan lämpökuivata kosteuspuuteen noin 5 - noin 40 %, edullisesti noin 5 - noin 15 % asti kuivapainoon verrattuna.

III. Polymeerivaahtomuovien käyttötavat

A. Yleistä

Esillä olevan keksinnön mukaiset polymeerivaahtomuovit ovat suuressa määrin käyttökelpoisia imukykyisinä sydäminä kertakäyttövaipoissa sekä muissa imukykyisissä tuotteissa. Näitä vaahtomuoveja voidaan käyttää ympäristöllisinä jäteöljyä imevinä aineina, siteiden tai sideharsojen absorboivina komponentteina, maalien levittämiseksi erilaisiin pintoihin, pölyluutien päissä, kosteissa luutapäissä, juoksevien väliaineiden jakelulaitteissa, pakkauksissa, kengissä, hajua/kosteutta imevissä aineissa, tyy-nyissä, käsineissä ja useina muina käyttötapoina.

B. Imukykyiset tuotteet

Esillä olevan keksinnön mukaiset polymeerivaahtomuovit ovat erityisen käyttökelpoisia ainakin osana imukykyisiä rakenteita (esimerkiksi imukykyisiä sydämiä), jotka on tarkoitettu erilaisiin imukykyisiin tuotteita varten. "Imukykyisellä tuotteella" tarkoitetaan tässä yhteydessä kuluttajaa varten tarkoitettua tuotetta, joka kykenee ime-
mään itseensä huomattavia määriä virtsaa tai muita juokse-
via väliaineita (s. nesteitä), kuten vesipitoista ulostet-
ta (voimakkaan suolistotoiminnan seurauksena), jota pidä-
tyskyvytön käyttäjä tai tuotteen käyttäjä erittää. Esi-
merkkinä tällaisista imukykyisistä tuotteista voidaan mai-
nita kertakäyttöiset vaipat, pidätyskyvyttömyysvaatekappa-
leet, kuukautisvälineet, kuten tamponit tai terveyssiteet,
kertakäyttöiset urheiluhousut, vuodepehmusteet ja vastaa-

vat. Tässä yhteydessä mainitut imukykyiset vaahtomuovirakenteet ovat erityisen sopivia käyttöä varten vaippojen, pidätyskyvyttömyyspehmusteiden tai -vaatekappaleiden, vuodepeitteiden ja vastaavien yhteydessä.

5 Yksinkertaisimmassa muodossaan esillä olevan keksinnön mukaisen imukykyisen tuotteen on vain sisällettävä tavallisesti suhteellisen vähän nestettä läpäisevä takalevy ja siihen liittyvä yksi tai useampi imukykyinen vaahtomuovirakenne. Tämä imukykyinen vaahtomuovirakenne ja takalevy liitetään yhteen siten, että imukykyinen vaahtomuovirakenne asetetaan takalevyn ja imukykyisen tuotteen käyttäjän väliaineenpoistoalueen väliin. Nestettä läpäisemättömät takalevyt voidaan tehdä mistä tahansa materiaalista, esimerkiksi polyetyleenistä tai polypropyleenistä, jonka
10 paksuus on noin 1,5 tuuman tuhannesosaa (0,038 mm), mikä auttaa väliaineen pitämisessä imukykyisen tuotteen sisällä.

On tavanomaisempaa, että nämä imukykyiset tuotteet sisältävät myös nestettä läpäisevän päällislevyelementin, joka peittää imukykyisen tuotteen sen sivun, joka koskettaa käyttäjän ihoa. Rakenteeltaan tällainen tuote sisältää imukykyisen sydämen, joka käsittää yhden tai useamman keksinnön mukaisen vaahtomuovirakenteen asennettuna takalevyn ja päällislevyn sisään. Nestettä läpäisevät päällislevyt
20 voivat käsittää minkä tahansa materiaalin, kuten polyesterin, polyolefiinin, raionin tai vastaavan, joka on pääasiassa huokoinen ja sallii kehollisen väliaineen helpon pääsyn lävitseen allaolevaan imukykyiseen sydämeen asti. Päällislevyn materiaalilla ei sopivimmin ole mitään taipumusta vesipitoisten juoksevien väliaineiden pitämiseksi
25 päällislevyn ja käyttäjän ihon välisellä kosketusalueella.

Esillä olevan keksinnön mukaisten imukykyisten tuotesuoritusmuotojen sisältämä imukykyinen sydän voi käsittää pelkästään yhden tai useamman vaahtomuovirakenteen.
35 Imukykyinen sydän voi olla tehtynä esimerkiksi yhdestä

ainoasta yhtenäisestä vaahtomuovikappaleesta, joka on muotoiltu halutulla tai tarvittavalla tavalla sopiakseen parhaiten sen imukykyisen tuotetyypin yhteyteen, jonka kanssa sitä on määrä käyttää. Imukykyinen sydän voi vaihtoehtoisesti sisältää useita vaahtomuovikappaleita tai hiukkasia, jotka voivat tarttua kiinni toisiinsa tai jotka voidaan yksinkertaisesti rajoittaa sitoutumattomaksi aggregaatiksi, jota päällä oleva suojakudos tai imukykyisen tuotteen päällis- ja takalevy pitävät yhdessä.

10 Tässä yhteydessä selostettujen imukykyisten tuotteiden sisältämä imukykyinen sydän voi myös käsittää muita, esimerkiksi tavanomaisia elementtejä tai materiaaleja esillä olevan keksinnön mukaisen yhden tai useamman imukykyisen vaahtomuovirakenteen lisäksi. Tässä yhteydessä selostetuissa imukykyisissä tuotteissa voidaan esimerkiksi käyttää imukykyistä sydäntä, joka käsittää tässä yhteydessä selostettujen imukykyisten vaahtomuovirakenteiden hiukkasten tai kappaleiden ja tavanomaisten imukykyisten materiaalien, kuten a) puumassan tai muiden selluloosakuitujen, ja/tai b) polymeeristen geelinmuodostusaineiden hiukkasten tai kuitujen muodostaman yhdistelmän, esimerkiksi ilma-asetetun seoksen.

Eräässä suoritusmuodossa, joka käsittää tässä yhteydessä selostetun imukykyisen vaahtomuovin ja muiden imukykyisten materiaalien yhdistelmän, imukykyiset tuotteet voivat sisältää monikerroksisen imukykyisen sydänrakenteen, jonka sydänkerros on tehty yhdestä tai useammasta esillä olevan keksinnön mukaisesta vaahtomuovirakenteesta, jolloin tätä sydänkerrosta voidaan käyttää yhdessä yhden tai useamman erillisen lisäsydänkerroksen kanssa, jotka käsittävät muut imukykyiset rakenteet tai materiaalit. Nämä muut imukykyiset rakenteet tai materiaalit voivat esimerkiksi sisältää ilma- tai märkäasetetut puumassasta tai muista selluloosakuiduista tehdyt rainat. Nämä muut imukykyiset rakenteet voivat myös koostua muista vaahto-

muovityypeistä, esimerkiksi imukykyisistä vaahtomuoveista tai jopa sienimateriaaleista, joita voidaan käyttää juoksevan väliaineen saanti/jakelukomponentteina, joita on selostettu esimerkiksi vireillä olevassa US-patenttihakemuksessa sarja nro 08/370 695 (Keith J. Stone et al), jätetty sisään 10. tammikuuta 1995, tapaus nro 5 544, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Nämä toiset imukykyiset rakenteet voivat myös sisältää, esimerkiksi 80 painoprosenttiin asti, tyyppiltään imukykyisissä tuotteissa, jotka on tarkoitettu vastaanottamaan ja pidättämään vesipitoisia juoksevia väliaineita, yleisesti käytetyn polymeerisen geelinmuodostusaineen hiukkasia tai kuituja. Tyyppiltään tällaisia geelinmuodostusaineita ja niiden käyttöä imukykyisissä tuotteissa on selostettu yksityiskohtaisemmin uudelleen julkaistussa US-patenttijulkaisussa 32 649 (Brandt et al), joka on julkaistu uudelleen 19. huhtikuuta 1988 ja liitetty mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona.

Näiden imukykyisten tuotteiden eräässä suoritusmuodossa käytetään monikerroksista imukykyistä sydäntä, joka sisältää tuotteen käyttäjän väliaineenpoistoalueelle asetetun väliaineen käsittelykerroksen. Tämä väliaineen käsittelykerros voi olla ilmastetun huovikemateriaalin, mutta kuitenkin edullisesti väliaineen saanti/jakelukerroksen muodossa, joka käsittää muunnetuista selluloosakuiduista, esimerkiksi jäykistetyistä kiharoiduista selluloosakuiduista tehdyn kerroksen ja vaihtoehtoisesti noin kymmeneen painoprosenttiin asti polymeerisen geelinmuodostusaineen muodostamaa mainittua väliaineen saanti/jakelukerrosta. Tällaisen suositeltavan imukykyisen tuotteen väliaineen saanti/jakelukerroksessa käytetyt muunnetut selluloosakuidut käsittävät edullisesti puumassakuidut, jotka on jäykistetty ja kiharoitu kemiallisen ja/tai lämpökäsittelyn avulla. Tällaiset muunnetut selluloosakuidut ovat tyyppiltään samoja kuin US-patenttijulkaisussa nro 4 935 622

(Lash et al), myönnetty 19. kesäkuuta 1990, selostetuissa imukykyisissä tuotteissa käytetyt kuidut, tämän patentti-asiakirjan ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona.

- 5 Nämä monikerroksiset imukykyiset sydämet sisältävät myös toisen, so. alemman, väliaineen varastointi/uudelleenjakelukerroksen, joka on tehty esillä olevan keksinnön mukaisena vaahtomuovirakenteena. Esillä olevan keksinnön tarkoituksia varten monikerroksisen imukykyisen sydämen
- 10 "ylempi" kerros käsittää kerroksen, joka on suhteellisesti lähempänä käyttäjän kehoa, so. lähinnä tuotteen päällislevyä olevan kerroksen. Käsite "alempi" taas tarkoittaa monikerroksisen imukykyisen sydämen kerrosta, joka on suhteellisesti kauempana käyttäjän kehosta, esimerkiksi lähinnä tuotteen takalevyä olevan kerroksen. Tämä alempi
- 15 väliaineen varastointi/jakelukerros on yleensä asetettu imukykyisen sydämen sisälle väliaineen (ylemmän) käsittelykerroksen alle väliaineyhteyteen sen kanssa. Imukykyisiä tuotteita, joita voidaan käyttää esillä olevan keksinnön mukaisissa imukykyisissä vaahtomuovirakenteissa alemmassa
- 20 väliaineen varastointi/uudelleenjakelukerroksessa väliaineen ylemmän saanti/jakelukerroksen alapuolella ja jotka käsittävät jäykistetyt kiharretut selluloosakuidut, on selostettu yksityiskohtaisemmin US-patenttijulkaisussa
- 25 5 147 345 (Young et al), myönnetty 15. syyskuuta 1992, tämän patenttijulkaisun ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona. Monikerroksisia imukykyisiä sydämiä voidaan myös valmistaa vireillä olevan US-patenttijakemuksen sarja nro 08/370 900 (Gary Dean Lavon et al),
- 30 jätetty sisään 10. tammikuuta 1995, tapaus nro 5 547 (tämän asiakirjan ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona), mukaisesti, jolloin väliaineen varastointi/uudelleenjakelukerros on tehty esillä olevan keksinnön mukaisesta imukykyisestä vaahtomuovista.

Kertakäyttövaippoja, käsittäen esillä olevan keksinnön mukaiset vaahtomuovirakenteet voidaan valmistaa käyttämällä tavanomaisia vaipanvalmistustekniikoita, mutta korvaamalla tai supplementoimalla kuitenkin puumassakuituraina ("ilmahuopa") tai muunnetut imukykyiset selluloosa-sydänaineet, joita käytetään yleensä tavanomaisissa vaipoissa, yhdellä tai useammalla esillä olevan keksinnön mukaisella vaahtomuovirakenteella. Esillä olevan keksinnön mukaisia vaahtomuovirakenteita voidaan siten käyttää vaipoissa yhtenä ainoana kerroksena tai useita kerroksia käsittävinä sydänrakenteina, kuten edellä on selostettu. Esillä olevan keksinnön mukainen edustava kertakäyttövaipan suoritusmuoto on esitetty kuviossa 5. Tällainen vaippa sisältää imukykyisen sydämen 50, joka käsittää ylemmän juoksevan väliaineen saantikerroksen 51, ja alla olevan väliaineen varastointi/uudelleenjakelukerroksen 52, joka sisältää esillä olevan keksinnön mukaisen imukykyisen vaahtomuovirakenteen. Päällislevy 53 on asetettu sydämen yhden pinnan päälle sen laajuusena ja nestettä läpäisemättömän takalevy 54 on asetettu laajuudeltaan samana sydämen sen pinnan päälle, joka on vastakkainen päällislevyn peittämään pintaan nähden. Takalevyn leveys on sopivimmin sydämen leveyttä suurempi tarjoten siten käyttöön takalevyn sivuosat, jotka ulottuvat sydämen yli. Vaippa on tehty edullisesti tiimalasin muotoisena rakenteena.

Eräs toinen imukykyinen tuotetyyppi, jossa voidaan käyttää esillä olevan keksinnön mukaisia imukykyisiä vaahtomuovirakenteita, käsittää muotoon sopivat tuotteet, kuten urheiluhousut. Tällaiset muotoon sopivat tuotteet käsittävät yleensä joustavan huovikealustan, joka on muotoiltu pikkuhousujen tai shortsien muodossa olevaksi alustakerrokseksi. Esillä olevan keksinnön mukainen imukykyinen vaahtomuovirakenne voidaan sitten kiinnittää tällaisen alustakerroksen haarakappalealueelle toimimaan imukykyisenä "sydämenä". Tämä imukykyinen sydän päällystetään usein

suojakudoksella tai muulla nestettä läpäisevällä huovike-materiaalilla. Tällainen sydänpäällyste toimii siten "päällislevynä" muotoon sopivaa imukykyistä tuotetta varten.

5 Joustava alusta, joka muodostaa muotoon sopivan tuotteen alustakerroksen, voi olla tehtynä vaatteesta tai paperista tai jostain muusta huovike-alustamateriaalista tai muotokalvoista ja se voi olla joustotettu tai muulla tavoin venyvä. Tällaisten urheiluhousujen jalka- tai vyö-
10 tärönauhat voivat olla joustotettuja tavanomaisella tavalla tuotteen sopivuuden lisäämiseksi. Tällainen alustakerros tehdään yleensä sopivimmin nestettä läpäisemättömäksi tai ainakin nestettä vaivoin läpäiseväksi käsittelemällä tai päällystämällä sen yksi pinta laminoimalla tämä jous-
15 tava alustakerros jollain toisella nestettä pääasiassa läpäisemättömällä alustakerroksella koko alustan tekemiseksi suhteellisesti nestettä läpäisemättömäksi. Tässä tapauksessa itse alusta toimii "takalevynä" muotoon sopivaa tuotetta varten. Tällaisia tyypillisiä urheiluhousuja
20 on selostettu US-patenttijulkaisussa 4 619 649 (Roberts), myönnetty 28. lokakuuta, tämän patenttiasiakirjan ollessa liitettynä mukaan viiteaineistona tähän yhteyteen.

Tyypillinen muotoon sopiva tuote kertakäyttöisten urheiluhousujen muodossa on esitetty kuviossa 6. Tämä tuote käsittää ulkokerroksen 60, joka on kiinnitetty verhous-
25 kerrokseen 61 tartunnan avulla kehävyöhykkeitään pitkin. Sisävuoraus 61 voidaan esimerkiksi kiinnittää ulkokerrokseen 60 yhden jalkanauha-alueen 62 kehää, toisen jalkanauha-alueen 63 ja vyötärönauhan 64 kehää pitkin. Tuotteen haarakappalealueelle on kiinnitetty yleensä suorakulmainen imukykyinen sydän 65, joka käsittää esillä olevan keksinnön mukaisen imukykyisen vaahtomuovirakenteen.
30

IV. Testausmenetelmät

A. Dynaaminen mekaaninen analyysi (DMS)

DMA-analyysiä käytetään määrittämään polymeerien Tg:t polymeerivaahdot mukaanlukien. Vaahtomuovinäytteet
 5 viipaloidaan paksuudeltaan 3 - 5 mm oleviksi kappaleiksi ja pestään 3 - 4 kertaa tislatussa vedessä, merkiten mui-
 tiin telojen kosketuspintojen kautta kulkeva juokseva vä-
 liaine jokaisen pesukerran välillä. Tulokseksi saatujen
 vaahtomuovikappaleiden annetaan kuivua ilmassa. Kuivatut
 10 vaahtomuovikappaleet varustetaan sydämällä läpimitaltaan
 25 mm olevien sylinterien aikaansaamiseksi. Nämä sylinte-
 rit analysoidaan käyttäen Rheometrics RSA-II dynaamista
 mekaanista analyysilaitetta kokoonpuristusmoodin avulla
 käyttäen läpimitaltaan 25 mm olevia rinnakkaisia levyjä.
 15 Käytössä olleet laiteparametrit olivat seuraavat:

Lämpötilavaihe 85 - -40 °C:een 2,5 °C vaiheina

Liotusvälit 125-160 sekunnin lämpötilamuutosten
 välillä

Dynaaminen rasitusasetus 0,1 - 1,0 % (tavallisesti
 20 0,7 %)

Taajuusasetus 1,0 radiaania/s

Automaattinen jännitysasetus staattisen voimaseu-
 rannan dynaamisessa voimamoodissa alkuperäisellä staatti-
 sella voimalla, joka on asetettu arvoon 5 g.

25 Lasittumislämpötila otetaan häviötangentti/lämpöti-
 lakäyrän maksimikohdassa.

B. Kestävyys puristustaipumaa vastaan (RTCD)

Kestävyys puristustaipumaa vastaan voidaan määrit-
 tää mittaamalla rasituksen määrä (prosenttivähennys pak-
 30 suudessa) vaahtomuovinäytteessä, joka on kyllästetty ja
 laajennettu synteettisen virtsan avulla sen jälkeen, kun
 0,074 psi:n (5,1 kPa:n) massapaine on kohdistettu näyttee-
 seen. Puristustaipumia vastaan vaikuttavan kestävyuden
 mittaukset suoritetaan yleensä saman näytteen avulla sa-

manaikaisesti kun vapaa imukyky ja laajennustekijä mitataan seuraavassa selostetulla tavalla.

Tämän menetelmän yhteydessä käytetty synteettinen Jayco-virtsä valmistetaan liuottamalla seos, joka käsittää
 5 2,0 kg KCl:ää, 2,0 g Na₂SO₄:ää, 0,85 g NH₄H₂PO₄:ää, 0,15 g (NH₄)HPO₄:ää, 0,19 g CaCl₂:ta ja 0,23 g MgCl₂:ta, 1,0 litraan tislattua vettä.

Vaahtomuovinäytteet, synteettinen Jayco-virtsä ja
 10 käytössä ollut mittauslaitteisto tasapainotetaan kokonaisuudessaan 31 °C:n lämpötilaan. Kaikki mittaukset suoritetaan myös tässä lämpötilassa.

Kokoonpainuneessa tilassaan oleva vaahtomuovinäytelevy laajennetaan ja kyllästetään vapaaseen imukykyynsä
 15 asti liottamalla se synteettistä Jayco-virtsaa sisältämässä hauteessa. Kolmen minuutin kuluttua sylinteri, jonka kehäpinta-ala on 1 tuumaa² (6,5 cm²), leikataan irti tästä kyllästetystä laajennetusta levystä terävän pyöreän meistin avulla. Lieriömäistä näytettä liotetaan synteettisessä virtsassa 31 °C:ssa vielä kuuden minuutin ajan. Sen jälkeen
 20 näyte otetaan pois synteettisestä virtsasta ja asetetaan tasaiselle graniittiperustukselle mittatulkkin alle, joka on sopiva mäytteen paksuuden mittaamista varten. Mittatulkki on asetettu kohdistamaan 0,08 psi:n suuruinen paine näytteeseen. Mitä tahansa jalalla varustettu mittatulkkia,
 25 jonka kehäpinta-ala on vähintään 1 tuumaa² (6,5 cm²) ja joka kykenee mittaamaan paksuuden 0,001 tuuman (0,25 mm:n) tarkkuudella, voidaan käyttää. Esimerkkeinä tällaisista mittatulkeista voidaan mainita Ames malli 482 (Ames Co; Waltham, MA) tai Ono-Sokki malli EG-225 (Ono-Sokki Co.,
 30 Ltd; Japani).

Kahden - kolmen minuutin kuluttua laajentunut paksuus (X1) tallennetaan muistiin. Sen jälkeen jalkaan kohdistetaan tietty voima, niin että kyllästetty vaahtomuovinäyte joutuu 0,74 psi:n (5,1 kPa:n) suuruisen paineen
 35 alaiseksi 15 minuutin ajan. Tämän ajan kuluttua mittatulk-

kia käytetään mittaamaan lopullinen näytepaksuus (X_2). Alkuperäisen ja lopullisen paksuusmittauksen perusteella aiheutettu prosenttirasitus voidaan laskea näytteestä seuraavasti: $[(X_1 - X_2) / X_1] \times 100 =$ prosenttivähennys paksuudessa.

5 C. Vapaa imukyky

Vapaa imukyky voidaan määrittää mittaamalla synteettisen virtsan määrä, jonka vaahtomuovinäyte on imenyt itseensä tullessaan kyllästetyksi ja laajennetuksi synteettisen virtsan avulla. Vapaaseen imukykyyn tähtäävät mittaukset tehdään yleensä samalla näytteellä samanaikaisesti puristustaipumakestävyyden ja laajennustekijän mittauksen kanssa.

Vaahtomuovinäytteet ja synteettinen Jayco-virtsatahapainoitetaan lämpötilaan 31 °C. Mittaukset tehdään ympäristölämpötilassa.

Kokoonpainuneessa tilassaan oleva vaahtomuovinäyte laajennetaan ja kyllästetään vapaaseen imukykyynsä liotamalla sitä synteettisessä Jayco-virtsahauteessa. Kolmen minuutin kuluttua sylinteri, jonka kehäpinta-ala on 1 tuumaa² (6,5 cm²), leikataan irti tästä kyllästetystä laajennetusta levystä terävän pyöreän meistin avulla. Lieriö-
mäistä näytettä liotetaan synteettisessä virtsassa 31 °C:ssa vielä kolmen minuutin ajan. Sen jälkeen näyte otetaan pois synteettisestä virtsasta ja asetetaan digitaaliseen vaa'alle. Mitä tahansa punnitusastialla varustettua vaakaa, tämän punnitusastian ollessa pinta-alaltaan
näytettä suurempi ja vaa'an erotuskyvyn ollessa yksi milligramma tai pienempi, voidaan käyttää. Esimerkkeinä tällaisista vaa'ista voidaan mainita Mettler PM 480 ja Mettler PC 440 (Mettler Instrument Corp; Highstown, NJ, USA).

Määrän vaahtomuovinäytteen painon (W_w) määrittämisen jälkeen tämä näyte asetetaan kahden hienon muoviverkkoseulan väliin meljän kertakäyttöisen paperipyyheliinan päälle. Näytettä puristetaan kolme kertaa vierittämällä muovitelaa lujasti yläseulan päällä. Sen jälkeen näyte poiste-

taan, sitä liuotetaan tislatussa vedessä noin kahden minuutin ajan ja puristetaan verkkoseulojen välissä samoin kuin aikaisemmin. Sen jälkeen se asetetaan kertakäyttöisten paperipyyheliinoiden (neljä kummallakin puolella) muodostaman kahdeksan kerroksen väliin ja puristetaan 20 000 naulan voimalla Carverin laboratoriopuristimessa. Tämän jälkeen näyte poistetaan paperipyyhkeistä, kuivataan Fisherin konvektiouunissa lämpötilassa 82 °C 20 minuutin ajan ja kuivapaino (W_d) merkitään muistiin.

10 Vapaan imukyvyn (FAC) ilmaisee märkápaino (W_w) miinus kuivapaino (W_d), jaettuna kuivapainolla (W_d), so. $FAC = [(W_w - W_d) / W_d]$.

D. Laajennustekijä

15 Laajennustekijä voidaan määrittää mittaamalla vaah-
tomuovinäytteen paksuus kokoonpainuneessa ja laajentuneessa tilassa. Laajentuneen paksuuden ja alkuperäisen kokoonpainuneen paksuuden välinen suhde ilmoittaa laajennustekijän. Nämä molemmat mittaukset toteutetaan mukavalla tavalla saman näytteen avulla samanaikaisesti RTCD:n ja vapaan imukyvyn mittauksen kanssa, kuten edellä on selostettu.

20 Vaahtomuovinäytteet, synteettinen Jayco-virtsa ja käytössä oleva laitteisto tasapainotetaan kokonaisuudessaan lämpötilaan 31 °C. Kaikki mittaukset toteutetaan myös tässä lämpötilassa.

25 Kokoonpainuneessa tilassaan oleva vaahtomuovinäyte asetetaan tasaiselle graniittiperustalle mittatulkkin alle, joka on sopiva mäytteen paksuuden mittaamista varten. Mittatulkki on asetettu kohdistamaan 0,08 psi:n suuruinen paine näytteeseen. Mitä tahansa jalalla varustettu mittatulkki, jonka kehápinta-ala on vähintään 1 tuumaa² (6,5 cm²) ja joka kykenee mittaamaan paksuuden 0,001 tuuman (0,25 mm:n) tarkkuudella, voidaan käyttää. Esimerkkeinä tällaisista mittatulkeista voidaan mainita Ames malli 482 (Ames Co; Waltham, MA) tai Ono-Sokki malli EG-225 (Ono-

Sokki Co., Ltd; Japani). Alkuperäinen paksuus (X_0) tallennetaan muistiin.

Tämän jälkeen vaahtomuovinäytelevy laajennetaan ja kyllästetään vapaaseen imukykyynsä asti liottamalla sitä synteettistä Jayco-virtsaa sisältämässä hauteessa. Kolmen minuutin kuluttua sylinteri, jonka kehäpinta-ala on 1 tuumaa² (6,5 cm²), leikataan irti tästä kyllästetystä laajennetusta levystä terävän pyöreän meistin avulla. Lieriö-
mäistä näytettä liotetaan synteettisessä virtsassa 31 °C:ssa vielä kuuden minuutin ajan. Sen jälkeen näyte otetaan pois synteettisestä virtsasta ja asetetaan tasaiselle graniittiperustukselle mittatulkin alle, joka on sopiva mätteen paksuuden mittaamista varten, kuten edellä on selostettu.

Laajennustekijä (EF) lasketaan kaavasta $EF = X_1/X_0$.

E. Pintojen välinen jännitysmenetelmä (IFT, linko-valupudotus)

Pintojen välinen jännitys (IFT) mitataan 50 °C:ssä käyttäen linkovalupudotusmenetelmää, joka on selostettu vireillä olevassa US-patenttihakemuksessa sarja nro 989 720 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992 (liitetty mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona), lukuunottamatta sitä, että: (1) monomeeriseos, jota käytetään öljyvaiheen valmistamisessa, sisältää styreeniä, divinyylibentseeniä (55 % tekninen laatu), 2-etyyliheksyyliakrylaattia ja 1,4-butaanidiolidimetakrylaattia painosuhteessa 14:14:60:12; (2) emulgointiaineen pitoisuus öljyvaiheessa vaihtelee laimennuksen johdosta ylemmästä pitoisuusarvosta, joka on yleensä noin 5 - 10 painoprosenttia, alempaan pitoisuusarvoon, jonka yhteydessä IFT lisääntyy arvoon, joka on vähintään noin 10 dyneä/cm suurempi kuin minimi IFT, tai noin 18 dyneen/cm, riippuen siitä, kumpi arvo on pienempi; (3) tasaista viivaa, joka kulkee IFT:n ja emulgointiaineen pitoisuuslogaritmin esittävässä graafisessa kuviossa, käytetään määrittämään minimi IFT; (4) kriitti-

nen aggregaattipitoisuus (CAC) määritetään ekstrapoloimalla IFT/pitoisuuslogaritmikuvion yleensä suoraviivainen osa (so. käyrän osa, jota käytetään tavallisesti molekyylikoh-
 5 taisen pinta-alan laskemiseen rajapinnassa, katso esimerkiksi Surfactants and Interfacial Phenomena, toinen painos, Milton J. Rosen, 1989, sivut 64 - 69) korkeampaan pitoisuuteen asti, jolloin emulgointiaineen pitoisuus tällä ekstrapoloidulla linjalla IFT:n minimiarvoa varten otetaan CAC-arvona. Yleensä käytetään arvoltaan noin 5 - 10 paino-
 10 prosentin suuruista ylempää emulgointiainepitoisuutta. On suotavaa, että käytössä oleva ylempi emulgointiainepitoisuus on vähintään kaksinkertainen (edullisemmin ainakin noin kolminkertainen) emulgointiaineen CAC-arvoon verrattuna. Emulgointiaineita varten, joiden liukenevuus öljy-
 15 vaiheeseen ympäristölämpötilassa on alle viisi painoprosenttia, ylempää pitoisuusrajaa voidaan alentaa, kunhan tämä pitoisuus on yhä vähintään kaksinkertainen emulgointiaineen CAC-arvoon verrattuna lämpötilassa 50 °C.

F. Kapillaariset imupaineet

20 Kapillaarinen isoterminen imukäyrä muodostetaan käyttäen pystysuoraa imeytysmiskykytestiä, joka on selostettu vireillä olevan US-patenttihakemuksen sarja nro 989 270 (Dyer et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992, TEST METHODS -osassa, tämän hakemuksen ollessa liitettynä
 25 mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona, lukuunottamatta sitä, että käytetty lämpötila on 31 °C 37 °C sijasta. Tämä käyrä esittää kunkin segmentin imukyvyn imeytymiskorkeuden funktiona ja sen yhteydessä käytetään etäisyyttä vesisäiliön yläpäästä kunkin segmentin keskikohtaan asti korkeutta h varten. Kapillaarin imupaine mitataan vaahtomuovin korkeutena, jossa imukyky on puolet vaahtomuovin vapaasta imukyvystä.

V. Erityisiä esimerkkejä

Nämä esimerkit esittävät esillä olevan keksinnön mukaisten kokoonpainuneiden HIPE-vahtomuovien erityistä valmistusta.

Esimerkki 1

5 Vaahtomuovin valmistus HIPE:stä

A) HIPE:n valmistus

Vedetöntä kalsiumkloridia (36,32 kg) ja kaliumper-
sulfaattia (189 g) liuotetaan 378 litraan vettä. Tällöin
tulokseksi saadaan vesivaihevirtaus käyttöä varten HIPE:n
10 jatkuvassa muodostusprosessissa.

Monomeeriyhdistelmään, joka sisältää styreeniä
(420 g), divinyylibentseeniä 55 %, tekninen luokka
(1 320 g), 2-etyyliheksyyliakrylaattia (3780 g) ja 1,4-bu-
taanidiolidimetakrylaattia (480 g), lisätään erittäin puh-
15 dasta diglyserolimono-oleaattia (360 g) ja Tinuviiniä 765
(30 g) [bis(1,2,2.5,5-pentametyylipiperidinyyli)sebasaa-
tia]. Tämä diglyserolimono-oleaattiemulgointiaine valmis-
tetaan seuraamalla polyglyseroliestereitä varten tarkoi-
tettua yleistä menetelmää, joka on selostettu vireillä
20 olevassa US-patenttihakemuksessa sarja nro 989 270 (Dyer
et al), jätetty sisään 11. joulukuuta 1992. Polyglyseroli-
seos, joka käsittää noin 97 % tai enemmän diglyserolia ja
3 % tai vähemmän triglyserolia (Solvay Performance Chemi-
cals; Greenwich, Conn., USA) esteroidaan rasvahappojen
25 avulla, joiden rasvahappokoostumus käsittää suunnilleen
71 % C 18:1, 4 % C18:2, 9 % C16:1, 5 % C 16:0 ja 11 % mui-
ta rasvahappoja (Emersol-233LL, Emery/Henkel) polyglysero-
li: rasvahapon painosuhteessa noin 60:40, käyttäen natri-
umhydroksidia katalyyttinä lämpötilassa noin 225 °C mekaa-
30 nisen hämmennyksen, typpipirskotuksen ja vähitellen li-
sääntyvän tyhjän ja sen jälkeen seuraavan fosforihapon
neutraloinnin, noin 85 °C:een tapahtuvan jäähdytyksen ja
reagoimattomien polyglyserolien tason laskemista varten
tapahtuvan laskeutuksen yhteydessä. Polyglyseroliesteri-
35 reaktiotuote tislataan ensin fraktionaalisesti kahden sar-

jaan kytketyn CMS-15A keskipakomolekyylytisluslaitteen avulla reagoimattomien polyglyserolien ja rasvahappojen määrien vähentämiseksi ja sen jälkeen uudelleen tisluslaitteiden välityksellä tislusfraktioiden saamiseksi, jotka sisältävät runsaasti diglyserolimonoestereitä. Tyypilliset olosuhteet lopullista tislustoimenpidettä varten käsittävät syöttönopeuden noin 15 naulaa tunnissa, noin 21 - 26 mikronia olevan kaasunpoistotyhjön, noin 6 - 12 mikronia olevan kelloruukkutyhjän, noin 170 °C olevan syöttölämpötilan ja noin 180 °C:en jäämälämpötilan. Paljon diglyserolimonoestereitä sisältävät tislusfraktiot yhdistetään, jolloin tulokseksi saadaan (superkriittisen väliainekromatografian määrittämä) reaktiotuote, joka käsittää noin 50 % diglyserolimono-oleaattia, 27 % muita diglyserolimonoestereitä, 20 % polyglyseroleja ja 3 % muita polyglyseroliestereitä. Tuloksena oleva diglyserolimono-oleaattiemulgointiaine saa aikaan minimaalisen öljyvaihe/vesivaihe pintojen välisen jännitysarvon, joka on suuruudeltaan noin 1,0 dyneä/cm ja sisältää noin 0,9 painoprosentin kriittisen aggregaattipitoisuuden. Sekoituksen jälkeen reaktiotuotteen annetaan laskeutua yön yli. Pinnalle nouseva neste otetaan pois ja sitä käytetään öljyvaiheessa emulgointiaineena HIPE:ä muodostettaessa. (Noin 20 g tahmeaa jäämämateriaalia heitetään pois.)

Erilliset virtaukset öljyvaihetta (25 °C) ja vesivaihetta (42 - 44 °C) syötetään dynaamiseen sekoituslaitteeseen. Nämä yhdistetyt virtaukset sekoitetaan perinpohjaisesti dynaamisessa sekoituslaitteessa ohjaussiivikon avulla. Tätä toimintaa varten sopiva ohjaussiivikko käsittää lieriömäisen akselin, jonka pituus on noin 21,6 cm ja läpimitta noin 1,9 cm. Akseli sisältää neljä tappiriviä, kaksi 17 tapin ja kaksi 16 tapin riviä, jokaisen tapin läpimitan ollessa 0,5 cm ja niiden ulottuessa ulospäin akselin keskilinjasta 1,6 cm pituuteen asti. Ohjaussiivikko on asennettu lieriömäiseen holkkiin, joka muodostaa

dynaamisen sekoituslaitteen, ja tapit sisältävät 0,8 mm välyksen tämän lieriömäisen holkin seinien suhteen.

Kierukkamainen staattinen sekoitin on asennettu alavirtaan dynaamisesta sekoituslaitteesta vastapaineen aiheuttamiseksi dynaamisessa sekoittimessa ja komponenttien paremmaksi sisällyttämiseksi emulsioon, joka lopuksi muodostetaan. Tällaisen staattisen sekoittimen pituus on 14 tuumaa (35,6 cm) ja ulkoläpimitta 0,5 tuumaa (1,3 cm). Staattisena sekoittimena toimii TAH Industries malli 070 821, jota on muutettu leikkaamalla pois 2,4 tuumaa (6,1 cm).

Yhdistetty sekoituslaitteisto täytetään öljy- ja vesivaiheella suhteessa kolme osaa vettä ja yksi osa öljyä. Dynaaminen sekoituslaite tyhjennetään ilmvirtausta varten täydellisen täytön yhteydessä. Virtausnopeudet täytön aikana ovat 1,89 g/s öljyvaihetta ja 5,68 cm³/s vesivaihetta.

Kun laitteisto on täytetty, sekoitus alkaa dynaamisessa sekoituslaitteessa, siivikon nopeuden ollessa 1800 kierr/min. Vesivaiheen virtausnopeus lisääntyy sitten tasaisesti nopeuteen 45,4 cm³/s asti, öljyvaiheen virtausnopeuden vähentyessä arvoon 0,82 cm³/s noin kahden minuutin kuluessa. Dynaamisen ja staattisen sekoittimen aikaansaama vastapaine tässä vaiheessa on 13,4 PSI:tä (92 kPa:ta). Siivikon nopeus vähenee sitten jatkuvasti arvoon 1200 RPM asti 120 sekunnin aikana. Vastapaine putoaa arvoon 5,4 PSI:tä (37 kPa:ta). Tässä vaiheessa siivikon nopeus on pysyvästi lisääntynyt arvoon 1 800 kierr/min asti. Järjestelmän vastapaine lisääntyy arvoon 6,5 PSI:tä (44 kPa:ta) ja pysyy sen jälkeen vakiona. Tulokseksi saatu HIPE sisältää noin 55:1 olevan vesi-öljysuhteen.

B) Polymerisointi/HIPE:n kovetus

Staattisesta sekoittimesta tuleva HIPE kerätään pyöreään polupropyleeniammeeseen, jonka läpimitta on 17 tuumaa (43 cm) ja korkeus 7,5 tuumaa (10 cm) ja joka si-

sältää samankeskisen sovitteen, joka on tehty Celcon-muovista. Sovitteen kantäläpimitta on 5 tuumaa (12,7 cm), sen yläosan läpimitan ollessa 4,75 tuumaa (12 cm) ja korkeuden 6,75 tuumaa (14,14 cm). HIPE:ä sisältävät ammeet pidetään huoneessa, jonka lämpötila säilytetään 65 °C:ssa 18 tunnin kovettumisaikaa varten, jolloin tulokseksi saadaan polymerinen HIPE-vaahtomuovi.

C) Vaahtomuovin pesu ja vedenpoisto

Kovetettu HIPE-vaahtomuovi poistetaan ammeista.

10 Vaahtomuovin jäämävesivaihe (joka sisältää liuonneet emulgointiaineet, elektrolyytin, initiaattorijäämät ja initiaattorin) on noin 50 - 60-kertainen (50-60X) polymerisoitujen monomeerien painoon verrattuna. Vaahtomuovi paloitellaan terävän edestakaisin liikkuvan sahanterän avulla

15 levyiksi, joiden paksuus on 0,145 tuumaa (0,368 cm). Nämä levyt asetetaan sitten kokoonpuristuksen alaiseksi kahden huokoisen kosketustelan muodostaman sarjan välityksellä, joka on varustettu tyhjöllä, joka asteittaisesti vähentää vaahtomuovin jäämävesivaihepitoisuuden noin kuusinkertaiseksi (6X) polymerisoitujen monomeerien painoon nähden.

20 Tässä vaiheessa levyt sitten kyllästetään uudelleen 1,5 % CaCl_2 -liuoksella lämpötilassa 60 °C ja puristetaan kolmen tyhjöllä varustetun huokoisen telan muodostaman sarjan välityksellä nelinkertaiseen vesivaihepitoisuuteen. Vaahtomuovin CaCl_2 -pitoisuus on 8 - 10 %.

HIPE-vaahtomuovi pysyy kokoonpuristettuna viimeisen kosketuspinnan jälkeen noin 0,019 tuuman (0,048 cm) paksuuteen. Sen jälkeen vaahtomuovia kuivataan ilmassa noin 16 tunnin ajan. Tällainen kuivaus vähentää kosteuspitoisuuden noin 9 - 17 prosenttiin polymerisoidun materiaalin painosta. Tässä vaiheessa vaahtomuovilevyt ovat erittäin hyvin vanutettavia. Kokoonpainuneessa tilassa olevan vaahtomuovin tiheys on noin 0,14 g/cm³. Synteettisessä Jayco-virtsassa laajennetun vaahtomuovin vapaa imukyky on noin

30 54 ml/g ja lasittumislämpötila 19 °C.

35

Esimerkki 2**Vaahtomuovin valmistaminen HIPE:stä****A) HIPE:n valmistus**

5 Vedetöntä kalsiumkloridia (36,32 g) ja kaliumper-
sulfaattia (189 g) liuotetaan 378 litraan vettä. Tällöin
tulokseksi saadaan vesivaihevirtaus käyttöä varten HIPE:n
jatkuvasti muodostusprosessissa.

10 Monomeeriyhdistelmään, joka sisältää tislattua di-
vinyylibentseeniä (40 % divinyylibentseeniä ja 60 % etyy-
listyreeniä) (2 100 g), 2-etyleeniheksyyliakrylaattia
(3 300 g) ja heksadiolidiakrylaattia (600 g), lisätään
erittäin puhdasta diglyserolimono-oleaattia (360 g) ja
Tinuviiniä 765 (30 g). Diglyserolimono-oleaattiemulgointi-
aine (Grindsted Products, Brabrand, Tanska), joka käsittää
15 noin 81 % diglyserolimono-oleaattia, 1 % muita diglysero-
limonoestereitä, 3 % polyglyseroleja ja 15 % muita poly-
glyseroliestereitä, saa aikaan minimaalisen öljyvaihe/ve-
sivaihe pintojen välisen jännityksen, jonka arvo on noin
2,5 dyneä/cm ja jonka kriittinen aggregaattipitoisuus on
20 noin 2,9 painoprosenttia. Sekoituksen jälkeen tämän emul-
gointiaineseoksen annetaan laskeutua yön yli. Mitään näky-
vää jäämää ei muodostu ja koko seos vedetään pois ja sitä
käytetään öljyvaiheessa emulgointiaineena HIPE:ä muodos-
tettaessa.

25 Erilliset virtaukset öljyvaihetta (25 °C) ja vesi-
vaihetta (53 - 55 °C) syötetään esimerkin 1 mukaiseen dy-
naamiseen sekoituslaitteeseen. Osa tästä dynaamisesta se-
koituslaitteesta lähtevästä materiaalista vedetään pois ja
kierrätetään kierrätyssilmukan avulla, kuten on esitetty
30 ja selostettu vireillä olevan patenttihakemuksen sarja nro
08/370 694 (Thomas A. DesMarais), jätetty sisään 10. tam-
mikuuta 1995, tapaus nro 5 543 (tämän patenttihakemuksen
ollessa liitettynä mukaan tähän yhteyteen viiteaineistona)
sisältämässä kuviossa, öljy- ja vesivaihevirtausten tulo-
35 kohtaan dynaamiselle sekoitusvyöhykkeelle.

Yhdistetty sekoitus- ja kierrätyslaite täytetään öljy- ja vesivaiheella suhteessa kolme osaa vettä yhteen osaan öljyä. Dynaaminen sekoituslaite tyhjennetään ilmasta täyttäen samalla tämä laite täydellisesti. Virtausnopeudet täytön aikana ovat 3,78 g/s öljyvaihetta ja 11,35 cm³/s vesivaihetta sekä noin 15 cm³/s kierrätysilmukassa.

Kun laitteisto on täytetty, vesivaiheen virtausnopeus supistetaan puoleen paineen muodostumisen vähentämiseksi tuuletusreiän ollessa suljettuna. Sen jälkeen aloitetaan sekoitus dynaamisessa sekoituslaitteessa, siivikon toimiessa nopeudella 1 800 kierr/min. Vesivaiheen virtausnopeutta lisätään sitten tasaisesti arvoon 45,4 cm³/s asti noin yhden minuutin aikana, ja öljyvaiheen virtausnopeus vähennetään arvoon 0,757 g/s noin kahden minuutin aikana. Kierrätysnopeutta lisätään tasaisesti noin arvoon 45 cm³/s asti viimeisen ajanjakson aikana. Dynaamisen ja staattisen sekoittimen aiheuttava vastapaine on noin 10 PSI:tä (69 kPa:ta). Waukesha-pumpun nopeutta sitten tasaisesti vähennetään noin 11 cm³/s olevan kierrätysnopeuden saamiseksi.

B) HIPE:n polymerisointi/kovetus

Staattisesta sekoittimesta tuleva muodostettu emulsio kootaan pyöreään polypropyleeniammeeseen, jonka läpimitta on 17 tuumaa (43 cm) ja korkeus 7,5 tuumaa (10 cm) ja joka sisältää Celcon-muovista tehdyn samankeskisen sovitteen. Tämän sovitteen kantaläpimitta on 5 tuumaa (12,7 cm), sen yläosan läpimitan ollessa 4,75 tuumaa (12 cm) ja korkeuden 6,75 tuumaa (14,14 cm). HIPE:ä sisältävät ammeet pidetään huoneessa, jonka lämpötila säilytetään 65 °C:ssa 18 tunnin ajan emulsion polymerisointia varten säiliöissä, jolloin tulokseksi saadaan polymeerinen vaahtomuovi.

C) Vaahtomuovin pesu ja vedenpoisto

Kovetettu HIPE-vaahtomuovi poistetaan ammeista. Vaahtomuovin jäämävesivaihe (joka sisältää liunneet emul-

gointiaineet, elektrolyytin, initiaattorijäämät ja initiaattorin) on noin 50 - 60-kertainen (50-60X) polymerisoitujen monomeerien painoon verrattuna. Vaahtomuovi paloittel-
 laan terävän edestakaisin liikkuvan sahanterän avulla le-
 5 vyiksi, joiden paksuus on 0,160 tuumaa (0,406 cm). Nämä
 levyt asetetaan sitten kokoonpuristuksen alaiseksi kahden
 huokoisen kosketustelan muodostaman sarjan välityksellä,
 joka on varustettu tyhjöllä, joka asteittaisesti vähentää
 vaahtomuovin jäämävesivaihepitoisuuden noin kuusinkertai-
 10 seksi (6X) polymerisoitujen monomeerien painoon nähden.
 Tässä vaiheessa levyt sitten kyllästetään uudelleen 1,5 %
 CaCl_2 -liuoksella lämpötilassa 60 °C ja puristetaan kolmen
 tyhjöllä varustetun huokoisen telan muodostaman sarjan
 välityksellä nelinkertaiseen vesivaihepitoisuuteen. Vaaht-
 15 tomuovin CaCl_2 -pitoisuus on 8 - 10 %.

HIPE-vaahtomuovi pysyy kokoonpuristettuna viimeisen
 kosketuspinnan jälkeen noin 0,02 tuuman (0,050 cm) paksuu-
 teen. Sen jälkeen vaahtomuovia kuivataan ilmassa noin 16
 tunnin ajan. Tällainen kuivaus vähentää kosteuspitoisuuden
 20 noin 9 - 17 prosenttiin polymerisoidun materiaalin painos-
 ta. Tässä vaiheessa vaahtomuovilevyt ovat erittäin hyvin
 vanutettavia. Vaahtomuovi käsittää myös noin viisi paino-
 prosenttia jäämädiglyserolimono-oleaattiemulgointiainetta.
 Kokoonpainuneessa tilassa olevan vaahtomuovin tiheys on
 25 noin 0,14 g/cm³. Synteettisessä Jayco-virtsassa laajennetun
 vaahtomuovin vapaa imukyky on noin 60 ml/g ja lasittumis-
 lämpötila 23 °C.

Esimerkki 3

HIPE-vaahtomuovien valmistus erilaisista monomee- 30 reista

Imukykyisiä vaahtomuoveja valmistetaan HIPE:istä,
 jotka sisältävät erilaisia monomeerikomponentteja, käyttä-
 en esimerkkien 1 ja 2 kaltaisia edellä selostettuja mene-
 telmiä. Monomeerimuodostelmat, vesi-öljysuhteet (W:O) ja
 35 näiden vaahtomuovien fysikaaliset ominaisuudet (RTCD),

laajennustekijä ja T_g) on esitetty seuraavassa taulukossa
1.

0
1
2
3
4
5
6

7
8
9
0
1
2

Taulukko 1

Näyte	Koostumus STY: EST: DVB: EHA: DA*	Toinen risti- kyt- kentä- aine tyyppi (DA)*	W:O suh- de**	RTCD (%)	Laa- jen- nuste- kijä (X)	Tg (°C) ***
1	16: 7,2: 8,8: 55:13	BDMA	60,7	11,5	8,3	35
2	11,25: 13,75: 60:5	EGDMA	55,8	8,0	6,5	27
3	7:9,9: 12,1: 63:8	BDMA	55,9	9,5	7,5	18
4	10: 11,25: 13,75: 55:10	HDDA	62,6	5,8	6,5	31
5	0:21: 14:55: 10	HDDA	60,6	6,7	6,8	22
6	0:21: 14:55: 10	HDDA	59,6	8,8	7,4	23
7	9,5: 11,5: 14:55: 10	HDDA	59,8	6,3	7,7	22
8	0: 14,4: 17,6: 68:0		55,9	11,1	7,4	

*STY = styreeni

EST = etyylistyreeni

DVB = divinyylibentseeni

EHA = 2-etyyliheksyyliakrylaatti

BDMA = 1,4-butaanidiolidimetakrylaatti

EGDMA = etyyliglykolidimetakrylaatti

HDDA = 1,6-heksaanidiolidiakrylaatti

** tilavuus/paino

*** DMA:n avulla

Esimerkki 4**HIPE-vaahtomuovista tehty vaippa**

Kertakäyttövaippa valmistetaan käyttäen kuvion 7 esittämän laajennetun ja osiin hajoitetun perspektiivikuvannon mukaista rakennetta ja komponentteja. Tällainen vaippa käsittää päällislevyn 70 väliainetta läpäisemättömän takalevyn 71 ja tämän päällislevyn ja takalevyn väliin asetetun kaksikerroksisen imukykyisen sydämen. Tämä kaksikerroksinen imukykyinen sydän käsittää muunnetun tiimalasin muotoisen väliaineen varastointi/uudelleenjakelukerroksen 72, joka sisältää esimerkkien 1, 2 tai 3 mukaiset kokoonpainuneet vaahtomuovit asetettuina muunnetun tiimalasin muotoisen väliaineen saantikerroksen 73 alapuolelle. Noin kymmentä grammaa tästä kokoonpainuneesta HIPE-vaahtomuovista käytetään muodostamaan tämä varastointi/jakelukerros 72, jonka pinta-ala on noin 52,5 tuumaa² (339 cm²) ja paksuus noin 0,1 tuumaa (0,25 cm) kokoonpainuneessa tilassaan.

Päällislevy 70 sisältää kaksi pääasiassa yhdensuuntaista joustavaa jalkaestekalvosinta 74. Vaipan takalevyyn 71 on kiinnitetty kaksi joustavaa vyötärönauhaelintä 75. Takalevyn kumpaankin päähän on myös kiinnitetty kaksi polyetyleenistä tehtyä vyötärösuojaelementtiä 76. Takalevyyn on lisäksi kiinnitetty kaksi yhdensuuntaista joustavaa jalkakaistaletta 77. Polyetyleenilevy 78 on kiinnitetty takalevyn ulkosivulle tarkoituksenmukaisena kiinnityspintana kahta Y-teippikappaletta 79 varten, joita voidaan käyttää kiinnittämään vaippa käyttäjän ympärille.

Vaippasydämen saantikerros 73 voi käsittää 92 % / 8 % märkäasetetun seoksen jäykistettyjä, kierrettyjä, kiharoituja selluloosakuituja ja tavanomaisia jäykistämättömiä selluloosakuituja. Nämä jäykistetyt, kierretyt ja kiharretut selluloosakuidut on tehty eteläisen havupuun sulfaattisellusta (Foley-paperipölystä), joka on ristikytetty glutaarialdehydin kanssa määrään noin 2,5 mooli-

prosenttia asti kuivalla kuituselluloosa-anhydroglukoosipohjalla. Kuidut on ristikytetty "kuivan ristikytentämenetelmän" avulla, joka on selostettu US-patenttijulkaisussa 4 822 453 (Dean et al), myönnetty 18. huhtikuuta 1989.

Jäykistetyt kuidut ovat samanlaisia kuin kuidut, joilla on seuraavassa taulukossa 2 selostetut ominaisuudet.

10 Taulukko 2

Tyyppi = eteläinen havupuukrafti ristikytettynä glutaarialdehydin kanssa määrään 1,41 mooliprosenttia asti kuivalla kuituselluloosa-anhydroglukoosipohjalla

15 Kierroslukumäärä kuivana = 6,8 solmukohtaa/mm

Kierroslukumäärä märkänä = 5,1 solmukohtaa/mm

2-propanolin pidätysarvo = 24 %

Vedenpidätysarvo = 37 %

Kiharruskerroin = 0,63

20 Tavanomaiset jäykistämättömät selluloosakuidut, joita käytetään yhdessä STCC-kuitujen kanssa, on myös tehty Foley-paperipölystä. Nämä jäykistämättömät selluloosakuidut on jalostettu arvoon noin 200 CSF (Canadian Standard Freeness) asti.

25 Saantikerroksen 73 keskimääräinen kuivatiheys on noin 0,01 g/cm³, keskimääräinen tiheys kyllästytyn yhteydessä synteettisellä virtsalla eli kuivapainopohja noin 0,08 g/cm³, ja keskimääräinen peruspaino noin 0,03 g/cm². Noin kahdeksan grammaa väliaineen saantikerroksesta käytetään vaippasydämessä. Saantikerroksen pinta-ala on noin

30 46,8 tuumaa² (302 cm²). Sen paksuus on noin 0,44 cm. Samanlaisia tuloksia voidaan saada, jos ilma-asetetut jäykistetyt kuidut korvataan märkäasetetuilla jäykistetyillä kuiduilla imukykyisen sydämen saantikerroksessa 73. Saantikerros 73 voi myös käsittää saanti/jakeluvahtomuovin, joka on tehty vireillä olevan US-patenttihakemuksen sarja

35

nro 08/370 695 (Keith J. Stone), jätetty sisään 10. tammi-
kuuta 1995, tapaus nro 5 544, sisältämien esimerkkien 1, 2
tai 3 mukaisesti, tämän hakemuksen ollessa liitettynä mu-
kaan tähän yhteyteen viiteaineistona.

0
8
3
7
0
6
9
5

0
8
3
7
0
6
9
5

Patenttivaatimukset:

1. Kokoonpainuva polymeerinen vaahtomuovimateriaali, joka tullessaan kosketukseen vesipitoisten juoksevien väliaineiden kanssa voi laajentua ja imeä itseensä näitä väliaineita, tämän imukykyisen polymeerivaahtomuovimateriaalin käsittäessä yhteenliitettyjen avointen solujen muodostaman vesihakuisen, joustavan ionittoman polymeerivaahtomuovirakenteen. t u n n e t t u siitä, että tämä vaahtomuovirakenne sisältää:

A) vaahtomuovin määräkohtaisen erityisen pinta-alan, joka on suuruudeltaan vähintään noin $0,025 \text{ m}^2/\text{cm}^3$, sopivimmin ainakin $0,05 \text{ m}^2/\text{cm}^3$,

B) vähintään noin 0,1 painoprosenttia toksikologisesti hyväksyttävää hygroskoopista hydratoitua suolaa;

C) kokoonpainuneessa tilassaan noin 30 kPa:n tai sitä pienemmän laajennuspaineen; ja

D) noin 55 - noin 100 ml/g olevan vapaan imukyvyn,

E) vähintään noin 6:1 olevan laajennetun ja kokoonpainuneen paksuuden välisen suhteen;

F) noin 40 % tai pienemmän, sopivimmin 4 - 15 % kestävyyspuristustaipuman suhteen mitattuna 5,1 kPa:n massapaineen alaisena.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen vaahtomuovimateriaali, t u n n e t t u siitä, että:

A) kapillaarisen imun ominaispinta-ala on 3 - 15, sopivimmin 5 - 11 m^2/g ,

B) jäämävesipitoisuus on ainakin 4, sopivimmin 2 - 25 painoprosenttia,

C) tämä vaahtomuovi sisältää 1 - 10 painoprosenttia kalsiumkloridia ja 0,5 - 10 painoprosenttia vesihakuisesti tekevää pinta-aktiivista ainetta vaahtomuovirakenteen pinnan tekemiseksi vesihakuisesti,

D) kokoonpainuneessa tilassa olevan vaahtomuovin laajennuspaine on 7 - 20 kPa:ta,

E) vaahtomuovin vapaa imukyky on 55 - 75 ml/g,

F) laajentuneen ja kokoonpainuneen paksuuden suhde on 6:1 - 10:1,

5 G) kestävyys puristustaivutusta vastaan on 2 - 25 %.

3. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 - 2 mukainen vaahtomuovimateriaali, t u n n e t t u siitä, että se käsittää polymerisoidun vesi-öljymateriaalin, joka sisältää:

10 A) vesi-öljyemulsion, joka sisältää

1) öljyvaiheen, joka käsittää:

a) noin 85 - noin 98 painoprosenttia monomeerikomponenttia, joka kykenee muodostamaan kopolymerin, jonka Tg-lämpötila on noin 35 °C tai pienempi, sopivimmin 15 - 15 30 °C, tämän monomeerikomponentin käsittäessä:

i) noin 45 - noin 70 painoprosenttia ainakin yhtä pääasiassa vesiliukoista yksitoimista monomeeriä, joka kykenee muodostamaan polymeeriä, jonka Tg on noin 25 °C tai alhaisempi;

20 ii) noin 10 - noin 30 painoprosenttia vähintään yhtä pääasiassa vesiliukoista yksitoimista komonomeeriä, joka kykenee antamaan sitkeyden, joka on samanlainen kuin styreenin yhteydessä;

25 iii) noin 5 - 25 painoprosenttia ensimmäistä pääasiassa vesiliukoista monitoimista ristikytkeäainetta, joka on valittu divinyylibentseenien, trivinyylibentseenien, divinyylitolueenien, divinyyliksyleenien, divinyyli-naftaleenien, divinyylialkyylibentseenien, divinyylifenantreenien, divinyylibifenyylien, divinyylidifenyylime-taanien, divinyylibentsyylien, divinyylifenyylietterien, 30 divinyylifenyyli-sulfidien, divinyylifuraanien, divinyyli-sulfidin, divinyylisulfonin ja niiden seosten joukosta; ja

35 iv) 0 - noin 15 painoprosenttia toista pääasiassa vesiliukoista monitoimista ristikytkeäainetta, joka on valittu monitoimisten akrylaattien, metakrylaattien, ak-

ryyliamidien, metakryyliamidien ja niiden seosten joukosta; ja

b) noin 2 - noin 15, sopivimmin 3 - 10 %, painoprosenttia emulgoimiskomponenttia, joka liukenee öljyvaiheeseen ja on sopiva vakaan vesi-öljyemulsion muodostamista varten, ja

2) vesivaiheen, joka sisältää noin 0,2 - noin 20, sopivimmin 1 - 10 painoprosenttia vesiliukoista elektrolyyttiä, sopivimmin kalsiumkloridia,

3) vesivaiheen ja öljyvaiheen tilavuus/painoprosentin ollessa suuruusluokkaa noin 55:1 - noin 100:1, edullisesti 55:1 - 75:1.

4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen vaahtomuovimateriaali, t u n n e t t u siitä, että kyseinen monomeerikomponentti käsittää:

i) 50 - 65 painoprosenttia monomeeriä, joka on valittu ryhmästä, joka sisältää C_4 - C_{14} -alkyyliakrylaatteja, aryyli- ja alkaryyliakrylaatteja, C_6 - C_{16} -alkyyliakrylaatteja, C_4 - C_{12} -alkyylistyrenejä ja niiden seoksia,

ii) 15 - 23 painoprosenttia komonomeeriä, joka on valittu ryhmästä, joka käsittää styreenin, etyylistyreenin ja niiden seokset,

iii) 12 - 18 painoprosenttia divinyylibemtseeniä, ja

iv) 7 - 13 painoprosenttia mainittua toista ristikytkentäainetta, joka on valittu ryhmästä, joka käsittää 1,4-butaanidolidimetakrylaatin, etyleeniglykolidimetakrylaatin, 1,6-heksaanidolidiakrylaatin ja niiden seokset.

5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen vaahtomuovimateriaali, t u n n e t t u siitä, että mainittu monomeeri (i) on valittu ryhmästä, joka käsittää butyyliakrylaatin, heksyyliakrylaatin, oktyyliakrylaatin, 2-etyyliheksyyliakrylaatin, nonyyliakrylaatin, desyyliakrylaatin, dodesyyliakrylaatin, isodesyyliakrylaatin, tetradesyyliakrylaatin, bentsyyliakrylaatin ja nonyylifenyyliaakrylaatin, hek-

syyylimetakrylaatin, oktyylimetakrylaatin, nonyyylimetakrylaatin, desyyylimetakrylaatin, isodesyyylimetakrylaatin, dodesyyylimetakrylaatin, tetradesyyylimetakrylaatin, N-okta-desyyliakryyliamidin, p-n-oktyylystyreenin ja niiden seosten yhdistelmät.

6. Imukykyinen tuote, joka on erityisen sopiva käytettäväksi imemään itseensä ja pidättämään vesipitoisia keuhollisia väliaineita, t u n n e t t u siitä, että tämä tuote käsittää:

10 I) takalevyn; ja

II) imukykyisen sydämen, joka on liitetty mainittuun takalevyyn siten, että imukykyinen sydän on asetettu takalevyn ja tuotteen käyttäjän väliaineenpoistoalueen väliin, t u n n e t t u siitä, että imukykyinen sydän on
15 tehty minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 - 5 mukaisesta vaahtomuovimateriaalista.

7. Patenttivaatimuksen 6 mukainen imukykyinen tuote, t u n n e t t u siitä, että mainittu imukykyinen sydän käsittää: (1) väliaineen käsittelykerroksen, joka on
20 asetettu mainitulle väliaineenpoistoalueelle, ja (2) väliaineen varastointi/uudelleenjakelukerroksen, joka on väliaine yhteydessä mainitun väliaineen käsittelykerroksen kanssa ja on tehty vaahtomuovimateriaalista.

8. Vaippa, jota voidaan käyttää pidätyskyvyttömästä
25 henkilöstä tulevien vesipitoisten keuhollisten nesteiden imemiseen, t u n n e t t u siitä, että tämä vaippatuote käsittää:

I) nestettä sangen läpäisemättömän takalevyn;

II) nestettä suhteellisen hyvin läpäisevän päällis-
30 levyn;

III) mainitun takalevyn ja päällislevyn väliin asetetun imukykyisen sydämen, t u n n e t t u siitä, että mainittu imukykyisen sydän on tehty minkä tahansa patenttivaatimuksen 1 - 5 mukaisesta vaahtomuovimateriaalista.

9. Menetelmä imukykyisen polymeerivaahdon valmistamiseksi, t u n n e t t u siitä, että tämä menetelmä käsittää seuraavat vaiheet:

A) vesi-öljyemulsion muodostamisen

5 1) öljyvaiheesta, joka käsittää:

a) noin 85 - noin 98, sopivimmin 90 - 97 % painoprosenttia monomeerikomponenttia, joka kykenee muodostamaan kopolymerin, jonka Tg-lämpötila on noin 35 °C tai pienempi, sopivimmin 15 - 30 °C, tämän monomeerikomponentin
10 käsittäessä:

i) noin 45 - noin 70 painoprosenttia pääasiassa veteen liukenematonta yksitoimista monomeeriä, joka kykenee muodostamaan polymeeriä, jonka Tg on noin 25 °C tai alhaisempi;

15 ii) noin 10 - noin 30 painoprosenttia pääasiassa veteen liukenematonta yksitoimista monomeeriä, joka kykenee antamaan sitkeyden, joka on samanlainen kuin styreenin yhteydessä;

iii) noin 5 - 25 painoprosenttia ensimmäistä pääasiassa veteen liukenematonta monitoimista ristikytkeäainetta, joka on valittu divinyylibentseenien, trivinyylibentseenien, divinyyli-tolueenien, divinyyliksyleenien, divinyyli-naftaleenien, divinyyli-alkyylibentseenien, divinyyli-fenylantreenien, divinyyli-bifenyylien, divinyyli-difenylimetaanien, divinyyli-bentsyylien, divinyyli-fenyyleetterien, divinyyli-fenyylisulfidien, divinyyli-furaanien, divinyyli-sulfidin, divinyyli-sulfonin ja niiden seosten
20 joukosta; ja

iv) 0 - noin 15 painoprosenttia toista pääasiassa veteen liukenematonta monitoimista ristikytkeäainetta, joka on valittu monitoimisten akrylaattien, metakrylaattien, akryyliamidien, metakryyliamidien ja niiden seosten
30 joukosta; ja

b) noin 2 - noin 15, sopivimmin 3 - 10 painoprosenttia emulgointikomponenttia, joka liukenee öljyvaiheeseen
35

seen ja voi muodostaa sopivasti vakaan vesi-öljyemulsion, tämän emulgointiaineen käsittäessä primäärisen emulgointi-
 aineen, joka sisältää vähintään noin 40 painoprosenttia
 emulgointikomponentteja, jotka on valittu haarautuneiden
 5 rasvahappojen C_{16} - C_{24} , lineaaristen kyllästämättömien rasva-
 happojen C_{16} - C_{22} , ja lineaaristen kyllästettyjen rasvahap-
 pojen C_{12} - C_{14} -diglyserolimonoesterien, haarautuneiden C_{16} - C_{24} -
 rasvahappojen, lineaaristen kyllästettyjen C_{16} - C_{22} -rasvahap-
 pojen ja lineaaristen kyllästettyjen C_{12} - C_{14} -rasvahappojen
 10 sorbitaanimonoesterien, haarautuneiden alkoholien C_{16} - C_{24} ,
 lineaaristen kyllästämättömien alkoholien C_{16} - C_{22} ja lineaa-
 risten kyllästettyjen alkoholien C_{12} - C_{14} -monoalifaattisten
 diglyserolieetterien ja niiden seosten joukosta; ja

2) vesivaiheesta, joka käsittää vesipitoisen liuok-
 15 sen, joka sisältää: (a) noin 0,2 - noin 20, sopivimmin 1 -
 10 painoprosenttia vesiliukoista elektrolyyttiä, ja (b)
 tehokkaan määrän polymerisaatioinitiaattoria;

3) vesivaiheen ja öljyvaiheen tilavuus/painoprosen-
 tin ollessa suuruusluokkaa noin 55:1 - noin 100:1, sopi-
 20 vimmin 55:1 - 75:1, kaikkein edullisimmin 55:1 - 65:1; ja

B) monomeerikomponentin polymerisoinnin vesi-öljy-
 emulsion öljyvaiheessa polymeerisen vaahtomuovimateriaalin
 muodostamiseksi.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä,
 25 t u n n e t t u siitä, että se käsittää lisävaiheena ve-
 denpoiston vaiheen B) mukaisesta polymeerivaahtomuovima-
 teriaalista siihen määrään asti, että tulokseksi saadaan
 kokoonpainunut polymeerivaahtomuovi, joka laajenee uudel-
 leen joutuessaan kosketukseen vesipitoisten juokse-
 30 väliaineiden kanssa.

11. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 9 - 10 mukai-
 nen vaahtomuovimateriaali, t u n n e t t u siitä, että
 kyseinen monomeerikomponentti käsittää:

i) 50 - 65 painoprosenttia monomeeriä, joka on va-
 35 littu ryhmästä, joka sisältää C_4 - C_{14} -alkyyliakrylaatteja,

aryyli- ja alkaryyliakrylaatteja, C_6 - C_{16} -alkyylietakrylaatteja, C_4 - C_{12} -alkyylistyrenejä ja niiden seoksia,

5 ii) 15 - 23 painoprosenttia komonomeeriä, joka on valittu ryhmästä, joka käsittää styreenin, etyylistyreenin ja niiden seokset,

 iii) 12 - 18 painoprosenttia divinyylibentseeniä, ja

 iv) 7 - 13 painoprosenttia mainittua toista ristikytkeäainetta, joka on valittu ryhmästä, joka käsittää
10 1,4-butaanidiolidimetakrylaatin, etyleeniglykolidimetakrylaatin, 1,6-heksaanidiolidiakrylaatin ja niiden seokset.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen vaahtomuovimateriaali, t u n n e t t u siitä, että mainittu monomeeri

15 (i) on valittu ryhmästä, joka käsittää butyyliakrylaatin, heksyyliakrylaatin, oktyyliakrylaatin, 2-etyyliheksyyliakrylaatin, nonyyliakrylaatin, desyyliakrylaatin, dodesyyliakrylaatin, isodesyyliakrylaatin, tetradesyliakrylaatin, bentsyyliakrylaatin ja nonyylifenyliakrylaatin, heksyylietakrylaatin, oktyylietakrylaatin, nonyylietakrylaatin, desyylietakrylaatin, isodesyylietakrylaatin,
20 dodesyylietakrylaatin, tetradesylietakrylaatin, N-oktadesyyliakryyliamidin, p-n-oktyylistyreenin ja niiden seosten yhdistelmät.

25 13. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 9 - 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että primäärinen emulgointiaine käsittää vähintään 70 % emulgointikomponentteja, jotka on valittu ryhmästä, joka sisältää diglyserolimono-oleaatin, diglyserolimonomyristaatin, diglyserolimonoisostaraatin, kookosrasvahappojen diglyserolimonoesterit, sorbitaanimono-oleaatin, sorbitaanimonomyristaatin, kookosrasvahappojen sorbitaanimonoesterit, ja niiden seokset.

30 14. Minkä tahansa patenttivaatimuksen 9 - 13 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että emulgointikomponentti sisältää lisäksi sekundäärisen emulgointiai-
35

neen, joka on valittu ryhmästä, joka käsittää fosfatidyylikoliinit ja fosfatidyylikoliinia sisältävät koostumukset, alifaattiset betaiinit, pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -dialifaattiset, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -dialifaattiset kvaternaariset ammoniumsuolat, pitkäketjuisen C_{12} - C_{22} -dialkoyyli(alkenoyyli)-2-hydroksietyylin, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -dialifaattiset kvaternaariset ammoniumsuolat, pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -dialifaattiset kvaternaariset imidatsoliniumiammoniumsuolat, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -dialifaattiset, pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -monoalifaattiset kvaternaariset bentsyyliammoniumsuolat, pitkäketjuiset C_{12} - C_{22} -dialkoyyli(alkenoyyli)-2-aminoetyyli, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -monoalifaattiset, lyhytketjuiset C_1 - C_4 -monohydroksialifaattiset kvaternaariset ammoniumsuolat ja niiden seokset, primäärisen ja sekundäärisen emulgointiaineen painosuhteen ollessa noin 50:1 - noin 1:4.

15. Patenttivaatimuksen 14 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että sekundäärinen emulgointiaine valitaan ryhmästä, joka käsittää ditali-dimetyyliammoniumkloridin, ditali-dimetyyliammoniummetyylisulfaatin ja niiden seokset, primäärisen ja sekundäärisen emulgointiaineen painosuhteen ollessa 30:1 - 2:1.

1/5

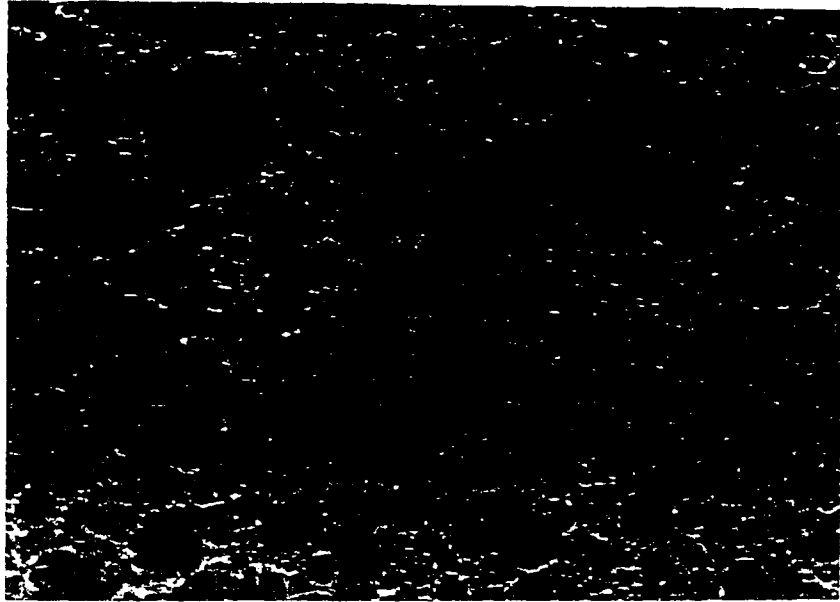


Fig. 1

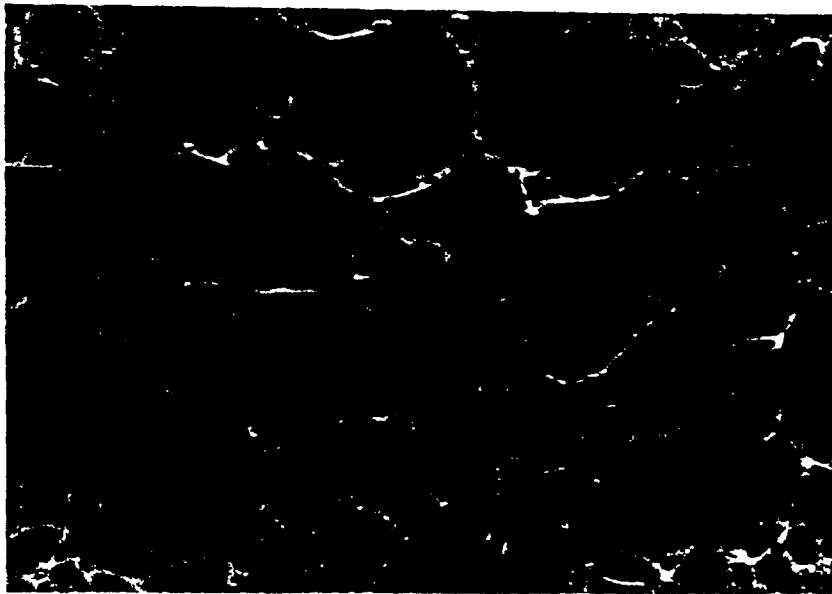


Fig. 2

2/5

100 um
MX166-2 3:12 thin edge-on view



Fig. 3

100 um
MX166-2 3:12 thin edge-on view

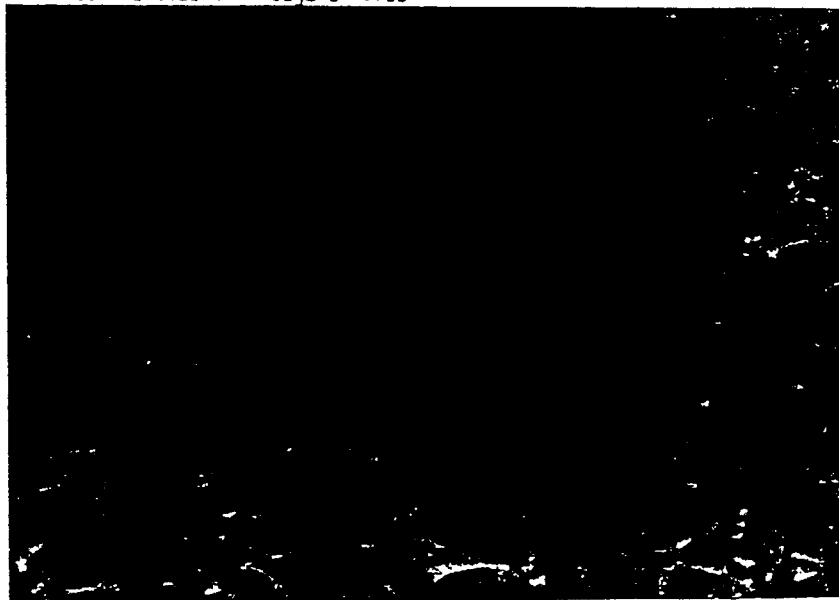


Fig. 4

3/5

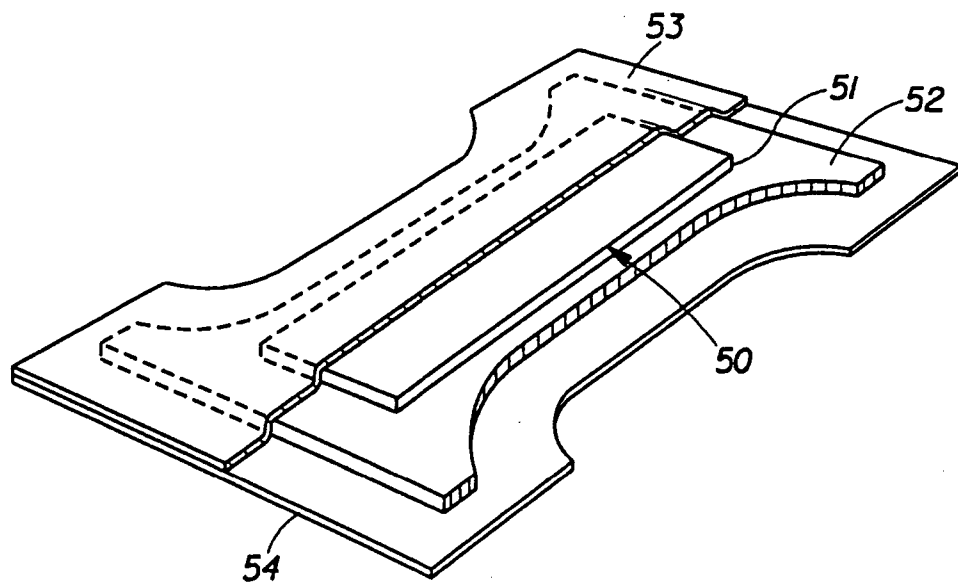


Fig. 5

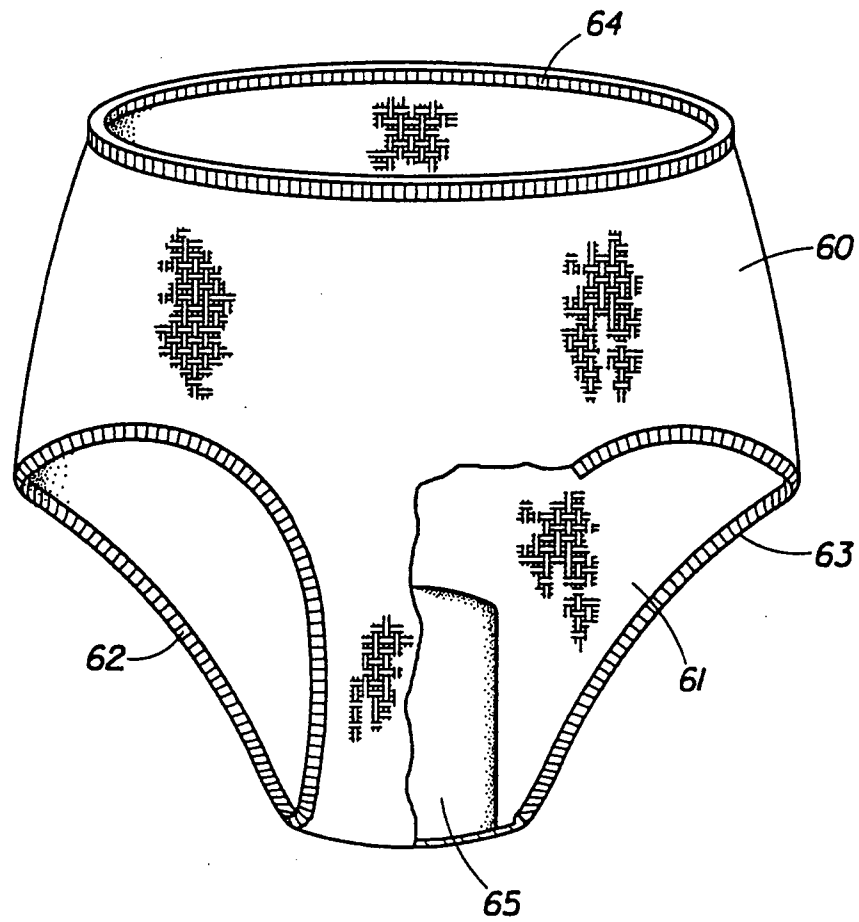


Fig. 6

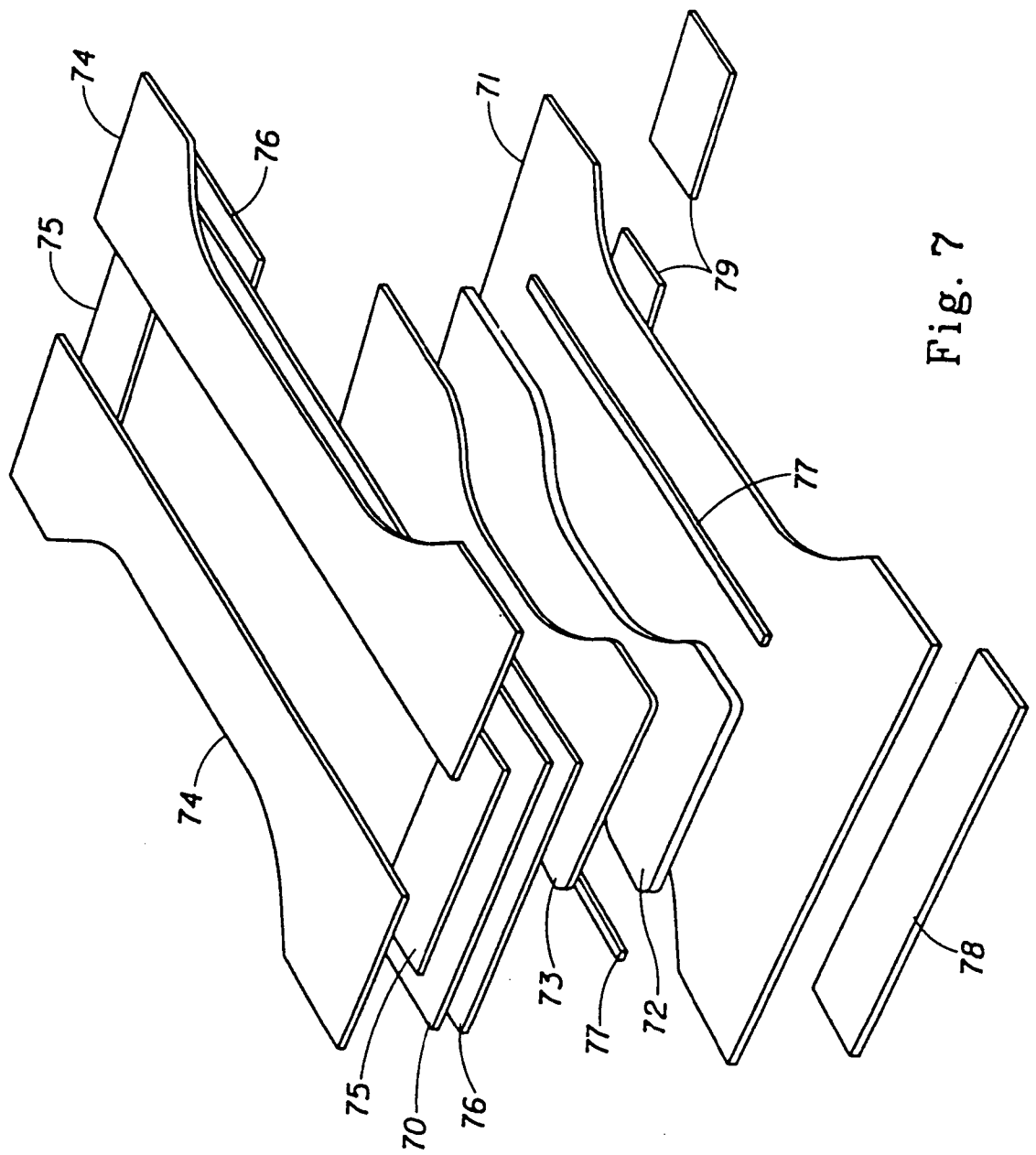


Fig. 7