

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) **FI 861902 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application **861902**

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -
International patent classification
**A62D 1/02
A62C 5/00**

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date **07.05.1986**

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date **07.05.1986**

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public **29.11.1986**

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date **12.06.2019**

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

28.05.1985 US 737938

(71) Hakija - Sökande - Applicant

1 •Minnesota Mining and Manufacturing Company, 3M Center, Saint Paul, MN 55133-3427, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

1 •Kent, Dale Wilson, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

2 •Berger, Thomas William, USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

Kolster Oy Ab, Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

**Vaarallisen materiaalin käsittely höyryä tukahduttavalla, pysyvällä, vettä sisältävällä, polymeerisellä sammutusvaahdolla
Behandling av farligt material med ånghämmande, stabilt vatten innehållande, polymeriskt släckningsskum**

Vaarallisen aineen käsittely höyryä tukahduttavalla, pysyvällä vettä sisältävällä polymeeri-ilmavaahdolla

Tämä keksintö koskee vaarallisten aineiden ja muiden kohteiden, kuten vaarallisten jätteiden säilytyspaikoissa esiintyvien ja varastointipaikoista ja kuljetusvälineistä karanneiden tai karkaavien, käsittelemiseksi. Keksintö koskee myös vaahtoja, kuten vesipohjaisia vaahtoja, ja niiden käyttöä tällaisessa käsittelyssä. Lisäksi keksintö koskee vaahtoa muodostavia vesipohjaisia nesteitä ja niistä valmistettuja ja höyryjen kurissa pitämiseen tai syttyvien nesteiden palamisen estämiseen käytettäviä kalvon muodostavia vaahtoja. Keksintö koskee myös hydrofiilisiä isosyanaattiryhmään päättyviä poly(oksialkyleeni)esipolymeerejä ja niistä valmistettuja ja kohteiden täyttämiseen tai eristämiseen käytettäviä vaahtoja.

Viime vuosina vaarallisten jätteiden, vaarallisten aineiden vuotojen ja tulenarkojen nesteiden ja muiden vaarallisten aineiden aiheuttamien onnettomuuksien uhka yleiselle terveydelle ja turvallisuudelle sekä ympäristölle on saanut osakseen enenevää huomiota ja herättänyt kansallista huolta ja keskustelua, joihin on vastattu joukolla paikallisia säännöksiä ja osavaltioiden sisäisiä ja koko liittovaltiota koskevia lakeja ja määräyksiä. Joitakin vaarallisten jätteiden säilytyspaikkoja on kutsuttu jopa "tappavan vaarallisiksi" ja "huutaviksi hätätilanteiksi". Katso National Geographic Magazine, maaliskuu 1985, 318-351 ja "In the Dumps", The Wall Street Journal, 16. toukokuuta 1985, 1, 16. Tällaisten materiaalien käsittelyyn tai torjumiseen on käytetty ja ehdotettu erilaisia menetelmiä. Katso esimerkiksi Consulting Engineer, maaliskuu 1984, 35-47.

Yhdysvalloissa on tuhansia vaarallisten jätteiden sijoituspaikkoja, kuten lammikoita, jätteidenhautauspaik-

koja ja kaatopaikkoja, joihin on varastoitu tai jätetty teollisissa ja kaupallisissa toimenpiteissä, tutkimuslaitoksissa, myymälöissä, opetus- ja sairaalalaboratorioissa ja armeijan laitoksissa syntyneitä jätettä. Tällaiset paikat ovat joko vielä toimivia, käytöstä poistettuja tai hylättyjä, ja kaasujen, höyryjen, hajujen, nesteiden ja pölyn vapautuminen tällaisista paikoista ja niiden aiheuttama ilman ja pinta- tai pohjaveden saastuminen ja maaperän kontaminoituminen on joko kontrolloimatonta tai sitä valvotaan tai hoidetaan erilaisin menetelmin, joista useilla on niiden käyttökelpoisuutta rajoittavia heikkouksia.

Eräs esimerkki erityisen vakavasti vaarallisista kaatopaikoista on McColl'in kaatopaikka (Orange County, California), joka on toisen maailmansodan aikainen hylätty kaatopaikka, jossa on happamia maaöljyliejuja, kairausliejuja öljykentiltä, jätehiilivetyjä, rikkidioksidia ja bentseeniä ja joka on yli 800 talouden asuma-alueen välittömässä läheisyydessä. Mainitulle paikalle ehdotettu puhdistusratkaisu on vaarallisen jätteen kaivaminen pois suoja-asuihin pukeutuneiden työntekijäin toimesta ja esiin-kaivetun materiaalin kuljettaminen kuorma-autoilla muualle sekä väestön mahdollinen evakuointi lähistöltä, ellei kaasujen ja hajujen päästöjä pystytään estämään. Lokakuussa 1983 ehdotettiin kahta keinoa kaatopaikkapäästöjen torjumiseksi levittämällä paikalle ja esiin nostettuun materiaaliin vaahtoa. Toinen vaahto muodostetaan vedellä laimennetusta, ilmastetusta, juoksevasta vesipohjaisesta kalvon muodostavasta konsentraatista eli vaahdonmuodostusaineesta, jota myydään nimellä LIGHT WATER Brand AFFF/ATC FC-600. Tällaisen vaahdon toistuvat tai usein tapahtuvat levittämiset voivat kuitenkin olla välttämättömiä, koska tällaisen vaahdon kestoikä on suhteellisen lyhyt vaahdon valumisen ja sitä seuraavan kokoonpainumisen ja hajoamisen vuoksi; tästä syystä vaahtoa luonnehditaan "tilapäiseksi". Toinen vaahto, "SaniBlanket", koostuu aminomuovihartsista, joka

on ilmeisesti valmistettu ureasta ja formaldehydistä, ja vaahdossa on sekaisin avoimia ja suljettuja soluja.

Kalvon muodostavat vesiliuokset, kuten mainittu LIGHT WATER-tuote ja muut palojen sammutuksessa käytettävät vaahdotuotteet, on tarkoitettu palonaroista nesteistä nousevien höyryjen ja liekkiä torjuntaan. Ne ovat pinta-aktiivisia aineita sisältäviä konsentraatteja, ja laimennettaessa vedellä ja ilmastettaessa mekaanisesti vaahdonmuodostuslaitteella, kuten ilma-aspiraattoriruiskulla, niistä syntyy juoksevaa, vesipohjaista ilmastettua vahtoa (eli ilmavaahtoa) joka levitetään helposti syttyvälle tai palavalle nesteelle vaahtopeitteeksi, josta muodostuu vesipitoinen juoksevassa tilassa oleva kalvo, joka kelluu nesteen pinnalla ja vähentää sen höyrystymistä ja eristää pinnan hapesta. Kaupallisia julkaisuja, joissa kuvataan LIGHT WATER Brand AFFF ja AFFF/ATC-tuotteita, ovat 3M Companyn julkaisut Y-FGB3(83.5)II, joka on ilmestynyt 1. huhtikuuta 1978, ja Y-FATCB(311)BE, joka on ilmestynyt helmikuussa 1981. ("AFFF" ja "ATC" ovat teollisuudessa käytettäviä lyhenteitä vesipohjaisesta kalvon muodostavasta vaahdosta ja vastaavasti alkoholityyppisestä konsentraatista). Sammutustarkoituksiin käytettäviä vaahdotuotteita käsitteleviä muita kaupallisia julkaisuja ovat Ansul Companyn julkaisu F-81105 (1981), jossa kuvataan ANSULITE ARC:ta, Angus Fire Armour Corp:n julkaisu PAM 4/84-5M, jossa kuvataan "ALCOSEAL" FFFP:tä, ja National Foam System, Inc:n julkaisu 68040 (1980), jossa kuvataan AER-O-FOAM ja AER-O-WATER-tiivisteitä. Patenttijulkaisuihin, joissa kuvataan AFFF-tyyppisiä sammutusaineita ja niiden kaltaisia tuotteita, kuuluvat US-patenttijulkaisut 3 562 156 (Francen), 3 772 195 (Francen), 4 149 599 (Chiesa) ja 4 303 534 (Hisamoto et al.).

US-patenttijulkaisu 4 237 182 (Fulmer et al) käsittelee menetelmää pinnan, kuten louhospinnan, sulkemiseksi palamista estävällä polyuretaanivaahdolla, suihkuttamalla

ilmattomalla ruiskupistoolilla tai lisäpuhallusilmaa käyttäen seosta, joka sisältää hydrofiilistä polyoksiakyleeniuretaaniesipolymeeriä ja suuren määrän vesilietettä, joka sisältää fosforiyhdistettä, alumiinioksiditrihydraattia ja hiiltä muodostavaa ainetta eli hiiliyhdistettä, kuten 5 tärkkelystä tai puuselluloosaa, ja mahdollisesti pinta-aktiivista ainetta, joka on muu kuin anioninen surfaktantti, suspendointiaineena tai sakeuttimena alumiinioksiditrihydraatille tai solujen kokoon tai rakenteeseen vaikuttavana aineena. 10

Muita viitteitä - jotka tosin koskevat erilaisten isosyanaattiryhmiin päättyvien poly(oksiakyleeni)esipolymeerien käyttöä muiden kuin ilmastettujen vaahtotuotteiden, nimittäin hiilidioksidilla muodostettujen vaahtojen (joissa joskus käytetään pinta-aktiivisia aineita solurakentaan 15 stabilointiin), valmistukseen, jotka vaahtot ovat käyttökelpoisia rakenteiden, kuten viemäriinjojen, sulkemiseen, aggregaattien, kuten maaperän, tiivistämiseen ja kontaminoituneen jäteveden käsittelyyn - ovat US-patenttijulkaisut 3 805 531 (Kistner), 3 805 532 (Kistner), 3 719 050 (Asao et al.), 3 894 131 (Speech), 4 118 354 (Harada et al.), 4 379 763 (Clemens et al.) ja 4 476 276 (Gasper). 20

Tämän keksinnön eräänä puolena on lyhyesti ilmaistuna juoksevassa muodossa olevan vesipohjaisen ilmastetun eli ilmaa sisältävän umpisoluisen, pienitiheyksisen vaahton (eli ilmavaahdon) ruiskuttaminen tai levittäminen muulla tavalla märkänä, kolmiulotteisena katteena, peitteenä tai kerroksena kohteen, kuten vaarallisen aineen, esimerkiksi vaarallisen aineen kaatopaikan tai läikkyneen, haihtuvan, helposti syttyvän nesteen muodostaman lammikon näkyvissä olevalle pinnalle, jolloin levitetty vaahto hyytelöityy tai sen viskositeetti kasvaa ilman geelinmuodostusta ja stabiloituu siten in situ märäksi, pysyväksi tai pitkään kestäväksi, sulkevaksi tai höyryä tukahduttavaksi, umpisoluiseksi hydrogeeli-ilmavaahdoksi tai vesipitoiseksi, 35

jäykkäliikkeiseksi, ilmaa sisältäväksi vaahdoksi, joka on kohteen pinnalla olevan katteen, peitteen tai kerroksen muodossa. Tällainen peittäminen johtaa kaasujen, höyryjen, hajujen, pölyjen tai nesteiden, joita voi esiintyä vaarallisessa materiaalissa tai alustassa, päästöjen, le-

5 viämisen tai vapautumisen minimointiin, tukahduttamiseen, torjumiseen, vähentämiseen tai estämiseen ja siten päällystetyn paljaana olleen pinnan fysikaaliseen immobilisointiin, lujittamiseen, tiivistämiseen, sulkemiseen tai inaktivointiin. (Termiä "ilmavaahto" käytetään teollisuudessa käytössä olevassa merkityksessään tarkoittamaan vaahtoa, joka valmistetaan sekoittamalla fysikaalisesti ilmaa nesteseen, ja tällä termillä tarkoitetaan muuta kuin kemiallista eli hiilidioksidivaahtoa tai halogeenihiilivedyllä huo-

10 koistettua vaahtoa).

Vaahto on valmistettuna ja levitettyä aluksi juokseva kaksifaasisysteemi (ilmakupla-agglomeraatti), joka koostuu epäjatkuva eli jakautetusta kaasufaasista, ts ilmasta, ja jatkuvasta, vesipitoisesta, nestemäisestä polymerifaasista, ts kuplien seinistä tai lamelleista, jotka koostuvat vedestä, johon on liuenneena tai dispergoituneena pieniä määriä orgaanista ainetta, pinta-aktiivista vaahdonmuodostusainetta ja veden kanssa reagoivaa, hydrofiilistä hyytelöivänä tai viskositeettia suurentavana aineena toimivaa poly(oksialkyleeni)-polyisosyanaattipolymeriä, jonka poly(oksialkyleeni)osa sisältää riittävästi oksietyleeniyksiköitä, $-CH_2CH_2O-$ polymeerin tekemiseksi vesiliukoiseksi ja hydrofiiliseksi. Nestefaasin vesi voi sisältää myös muita komponentteja, kuten kumi- tai muovilateksihiukkasia. Vaahdon nestefaasi muodostaa suurimman tai vallitsevan osan vaahdon painosta. Lisättäessä juokseva vaahto vaaralliseen aineeseen tai kohteeseen tai tällaisen lisäyksen jälkeen veden kanssa reagoivan polymeerin isosyanaattiryhmät reagoivat in situ stoikiometrisen määrän kanssa vaahdossa olevaa vettä, jolloin muodostuu pitem-

15

20

25

30

35

piketjuista tai silloittunutta, hydrofiilistä polyurea-
polymeeriä ja kaasumaista hiilidioksidia (joka ilmeisesti
 liukenee suurimmaksi osaksi tai käytännöllisesti katsoen
 kokonaan reagoimattomaan veteen eikä siten merkittävästi
 5 vaahdota vettä). Veden kanssa reagoivan polymeerin polyme-
 roitumisen seurauksena stabiloituu levitetystä vaahdosta
 muodostuva kolmiulotteinen, umpisolainen rakenne joko vir-
 taamattoman, hyytelöityneen ilmavaahdon tai jäykkäliikkei-
 sen ilmavaahdon muotoon. Hyytelöitynyt ilmavaahto on kaksi-
 10 faasisysteemi, joka muodostuu epäjatkevasta kaasufaasista
 (ilmafaasista) ja jatkuvasta, pehmeästä, puolikiinteästä
hydrogeelifaasista, joka koostuu sitoutuneesta vedestä ja
 veteen liukenemattomasta polyureapolymeeristä. Jäykkäliik-
 keinen ilmavaahto on kaksifaasisysteemi, joka muodostuu
 15 epäjatkevasta kaasufaasista (ilmafaasista) ja jatkuvasta
 vesipohjaisesta polymeerifaasista, joka koostuu vedestä
 ja polyureapolymeeristä. Sekä hyytelöityneessä että jäyk-
 käliikkeisessä vaahdossa oleva polyureapolymeeri sisältää
 suuren määrän mainittuja poly(oksialkyleeni)ketjuja, ja
 20 oksietyleenipitoisuus on riittävä polymeerin tekemiseksi
 hydrofiiliseksi. Hydrogeeli- tai jäykkäliikkeinen faasi
 muodostaa suurimman tai vallitsevan osan vaahdon painosta.
 Levitetystä juoksevassa vaahdossa olevat lamellit tai il-
 makuplien nestekalvo hyytelöityy tai muuttuu jäykkäliikkei-
 25 seksi, jolloin nesteen valuminen lamelleista ja sitä seu-
 raava kuplien rikkoutuminen ja vaahtorakenteen painuminen
 minimoituvat, vähenevät tai estyvät. Polyureapolymeerin
 hydrofiilisen luonteen ansiosta vaahdossa oleva vesi pi-
 dättyy tai sitoutuu ja saa aikaan yhdessä tuloksena ole-
 30 van hyytelöityneen tai jäykkäliikkeisen vaahdon umpisolu-
 luonteen kanssa stabiilin, pysyvän tai pitkään kestävän
 sulkevan tai höyryä tukahduttavan peitteen tai sulun vaa-
 rallisen materiaalin tai kohteen paljaana olleelle, käsi-
 tellylle pinnalle. Tällainen vaahtopeite estää hapen tai
 35 ilman pääsyn kosketukseen käsitellyn vaarallisen aineen
 kanssa tai pienentää täten käsitellyssä vaarallisessa ai-

neessa tai kohteessa olevan nesteen höyrystymisnopeutta ja helpottaa suuresti puhdistustoimenpiteitä, kuten materiaalin kaivamista ja kaivetun aineksen esiin nostamista, vähentämällä tulenarkojen höyryjen syttymisvaaraa, vähentämällä myrkyllisten höyryjen pitoisuutta työskentelyalueella ja vähentämällä vaarallisen materiaalin ympäristövaikutuksia.

Juokseva vahto voidaan muodostaa kätevästi sulke-
malla tai dispergoimalla mekaanisesti eli fysikaalisesti
10 ilmaa juuri valmistettuun, viskositeetiltaan alhaiseen pinta-aktiivisen aineen ja reaktiivisen poly(oksialkyleeni)-polyisosyanaattipolymeerin vesiliuokseen, esimerkiksi pump-
paanalla liuos ilmaa imevään vaahdonmuodostuslaitteeseen ja leivttämällä, esimerkiksi suihkuttamalla, tuloksena
15 oleva juokseva, pienitiheyksinen vahto vaaralliselle aineelle tai kohteelle. Liuos voidaan valmistaa käyttöhetkellä saattamalla yhteen erillisistä lähteistä tulevat kaksi nestevirtaa, joista toinen koostuu vedestä ja pinta-aktiivisesta aineesta ja toinen on tiiviste, joka sisältää veden kanssa reagoivaa polymeeriä liuotettuna vedettömään,
20 veteen liukenevaan tai sekoittuvaan, reagoimattomaan orgaaniseen liuottimeen, tai joista toinen koostuu vedestä ja toinen on vedetön tiiviste, joka sisältää pinta-aktiivista ainetta ja veden kanssa reagoivaa polymeeriä mainitussa liuottimessa. Koska vesi ja polyisosyanaattipolymeeri reagoivat keskenään joutuessaan kosketukseen toistensa, kanssa, ne tulisi pitää erillään juoksevan vaahdon valmistus- ja levityshetkeen tai sitä välittömästi edeltävään hetkeen asti. Pinta-aktiivinen aine ja veden kanssa reagoiva polymeeri voidaan yhdistää tiivisteeksi veteen liu-
30 kenemattomaan tai sekoittuvaan orgaaniseen liuottimeen, joka ei reagoi isosyanaatin kanssa.

Vaarallisten aineiden tai kohteiden käsittelemisellä, torjumisella tai hallintaan saattamisella tämän
35 keksinnön mukaisesti on seuraavia etuja tällaiseen kä-

sittelyyn tähän mennessä ehdotettuihin tai käytettyihin menetelmiin nähden: halvan ja helposti saatavan raaka-
aineen, nimittäin veden, joka voi olla makeaa tai meri-
vettä ja joka muodostaa suurimman osan vaahdon massasta
5 ja on yleensä ainoa tämän keksinnön mukaisen vaahdosysteemin sisältämä epäorgaaninen aine, käyttö; muiden aineiden, ts pinta-aktiivisen vaahdotusaineen ja veden kanssa reagoivan polymeerisen aineen, joita käytetään suhteellisen pieniä määriä ja joista monet ovat kaupallisesti saatavissa, käyttö; käsittely, jossa voidaan käyttää laitteistoa, joka ei ole erityisen paljon energiaa kuluttava eikä kallis ja on tavanomainen tai helposti muunnettava tavanomainen laitteisto, ts pumppuja, venttiilejä, säätimiä, sekoittimia, säiäiöitä, letkuja, vaahdonmuodostussuuttimia,
15 jne, joiden käyttämiseen ei tarvita erikoistunutta työvoimaa; se, ettei hyytelöitynyt tai jäykkäliikkeinen vaahdo lisää merkittävästi vaarallisen aineen tai kohteen, johon sitä levitetään, painoa eikä tilavuutta, ts paino- ja tilavuussuhde kohteen ja vaahdon välillä on suuri; sekä se,
20 että hyytelöitynyt tai jäykkäliikkeinen vaahdo on muotoutuvaa ja tarttuu monen tyyppisiin kohteisiin, se on suhteellisen vaaratonta, syövyttämätöntä, syttymätöntä, suhteellisen stabiilia ja pysyvää tai pitkäikäistä, luonnostaan valkeaa tai vaaleaa ja on värjättävissä (joten levitetty määrä on nähtävissä), ei vaadi korkeita käyttölämpötiloja eikä kuivausta, peittää, sulkee, immobilisoi, lujittaa tai tiivistää nopeasti vaarallisen aineen tai kohteen ja on nopeasti tehokas torjuntakeinona.

Tämän keksinnön mukaisten vaahtojen eri komponenttien suhteelliset määrät voivat vaihdella laajasti. Toiminnan kannalta ilmaistuna käytettävä pinta-aktiivisen vaahdotusaineen määrä on sellainen määrä, joka saa aikaan vaahdotusaineen ja hyytelöinti- tai viskositeettia suurentavan aineen vaahdotettavan vesiliuoksen muuttumisen il-
35 mastettaessa vaahdoksi, jolla niin suuri laajenemissuhde,

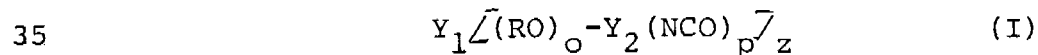
että mainitun vaahdon tiheys on alle 1 g/cm^3 , joka laajenemissuhde on yleensä on suurempi kuin noin 1,5, edullisesti 2-20 (jota aluetta voidaan luonnehtia "alhaiseksi paisumiseksi"), ja voi olla niinkin suuri kuin 200 tai jopa 1000. Tällainen vaahdotus kelluu siten veden pinnalla ja on pienempitiheyksistä kuin useimmat muut nesteet, esimerkiksi tulenarat nesteet, ja siten yleensä kelluvaa. Pintaaktiivisen aineen osuus on yleensä noin 0,05-2 paino-%, edullisesti noin 0,2-0,5 paino-% vaahdotettavissa olevasta vesiliuoksesta. Hyytelöivän tai viskositeettia suurentavan aineen määrä vaahdotettavissa olevassa vesiliuoksessa on riittävä juoksevan vaahdon hyytelöimiseksi tai viskositeetin suurentamiseksi sen mukaan, kumpaa vaikutusta halutaan, halutussa ajassa levitettäessä juoksevaa vaahdotusta vaaralliselle aineelle tai kohteeseen tai sen jälkeen, joka aika voi olla alle minuutista 20 min:iin tai pitempikin vaahdotettavan liuoksen muodostamisesta lukien ja riippuu esimerkiksi veden kanssa reagoivan aineen funktionaalisisista ryhmistä ja sen kyvystä reagoida veden kanssa, veden ja isosyanaatin välisen reaktion katalysaattoreiden läsnäolosta, levityksen halutusta laajuudesta ja luonteesta, esimerkiksi siitä, kuinka laaja alue on määrää peittää juoksevalla vaahdolla ennen vaahdon hyytelöitymistä tai sen viskositeetin kasvua halutuksi, siitä, onko kohde vaakasuora, pystysuora vai vino, kulloinkin torjuttavasta vaarasta, jne. Hyytelöintiaineen tai viskositeettia suurentavan aineen (liuotin poistluettuna) osuus on yleensä pieni, noin 2-15 paino-%, edullisesti noin 3-10 paino-% vaahdotettavissa olevasta vesiliuoksesta; niinpä tämän keksinnön mukaisten vaahdotusten kiintoainesisältö, joka on luetavissa hyytelöintiaineeksi tai viskositeettia suurentavaksi aineeksi, on pieni. Kun hyytelöinti- tai viskositeettia suurentavaa ainetta käytetään väkevänä liuoksena orgaanisessa liuottimessa, esimerkiksi asetonissa, on tällaisten liuosten vaikuttavan aineen pitoisuus yleensä noin

20-90 paino-% aineen molekyylipainosta ja kemiallisesta luonteesta riippuen. Tällaisen liuottimen osuus vaahdotettavassa vesiliuoksessa ja siitä valmistetussa vaahdossa on yleensä alle noin 20 paino-%, edullisesti alle noin 10
5 paino-%. Vaahdon muodostukseen käytettävä vesimäärä on paljon suurempi kuin se määrä, joka tarvitaan reagoimaan kaikkien hyytelöinti- tai viskositeettia suurentavan aineen isosyanaattiryhmien kanssa, ja se on sellainen, että saadaan aikaan vaahdotettavan vesiliuoksen riittävän alhainen
10 viskositeetti liuoksen tehokkaan käsittelyn mahdollistamiseksi ja juoksevan vaahdon saamiseksi virtaamaan ja peittämään haluttu kohdeala ja muodostamaan vaahto, jonka paisumissuhde ja laatu on riittävä; käytettävä vesimäärä on joka tapauksessa kuitenkin niin suuri, että vesi on pää-
15 komponentti, ts sen osuus on suurempi kuin 50 paino-% ja yleensä noin 53-98 paino-%, edullisesti 75-97 paino-% vaahdotettavasta vesiliuoksesta (samoin kuin juoksevasta vaahdosta ja siitä muodostuneesta geeliytyneestä tai jäykkäliikkeisestä vaahdosta). Vaahdotettavaan vesiliuokseen
20 suljettavan ilman määrä on sellainen, että saadaan aikaan riittävä paisuminen; sisään suljettavan ilman määrä on joka tapauksessa sellainen, että juoksevalla ilmavaahdolla ja hyytelöityneellä tai jäykkäliikkeisellä ilmavaahdolla on edellä mainittu paisumissuhde, ja vaahdon sisään sul-
25 jettu ilma on tilavuuden mukaan laskettuna edullisesti vaahdon pääkomponentti, ts sen osuus on yli 50 tilavuus-% ja jopa 98 tilavuus-%, edullisesti 75-90 tilavuus-% vaahdosta.

Tämän keksinnön yhteydessä hyytelöintiaineiksi
30 tai viskositeettia suurentaviksi aineiksi soveltuvat poly(oksialkyleeni)polyisosyanaatit ovat tunnettuja, katso esimerkiksi Encyklopedia of Chemical Technology, Kirk-Othmer, 3. p., vol. 23, John Wiley & Sons, 1983, s 576-579. Erityisen käyttökelpoinen ryhmä tällaisia ai-
35 neita voidaan valmistaa antamalla stoikiometrisen ylimää-

rän polyisosyanaattia reagoita polyeetteripolyolipoly-
 meerin kanssa, jossa on vähintään kaksi hydroksyyli-ryhmää
 ja jossa ketju sisältää riittävä määrä oksietyleeniyksi-
 köitä ollakseen hydrofiilinen ja antaakseen polymeerille
 5 ja saatavalle tuotteelle kyvyn liueta veteen, ekvivalent-
 tisuhteen NCO/OH ollessa vähintään 2:1, edullisesti vähän
 suurempi, esimerkiksi 2,1:1 - 2,5:1. Reaktion tuloksena
 polyoli- ja polyisosyanaattiryhmät liittyvät toisiinsa
 karbamaatti- eli uretaanisilloin, $-\text{OC(O)NH}-$. Tämän tyyppi-
 10 siä tuotteita käytetään usein polyuretaanipolymeerien val-
 mistuksessa, ja siksi niitä kutsutaan usein isosyanaatti-
 päätteisiksi esipolymeereiksi tai isosyanaattipäätteisik-
 si uretaaniesipolymeereiksi. Tällaisten esipolymeerien
 reagoitessa veden kanssa muodostuu hiilidioksidia, ja esi-
 15 polymeeriryhmät liittyvät toisiinsa pääasiassa uryleeni-
 silloin, $-\text{NHC(O)NH}-$, polymeroitumis- tai silloittumisreak-
 tion tapahtuessa, jolloin muodostuu poly(uretaani-urea)-
 polymeeriä, joka on hydrofiilistä (mikäli esipolymeeri si-
 sisältää riittävästi oksietyleeniryhmiä) ja siten vedessä
 20 turpoavaa. Kun tällainen polymeroituminen tapahtuu tämän
 keksinnön yhteydessä, jolloin vahtosysteemin pääkompo-
 nentti painon mukaan laskettuna on vesi, tuote on joko
 hyytelöityneen, umpisoluisen, sitoutunutta vettä sisältä-
 vän ilmavaahdon, ts hydrogeeli-ilmavaahdon, tai jäykkäliik-
 25 keisen, umpisoluisen, vapaata vettä sisältävän ilma-vaah-
 don muodossa, joka vahto on kummassakin tapauksessa sta-
 biilia, pysyvää tai pitkäikäistä ja suhteellisen läpäise-
 mätöntä höyryn tai kaasun suhteen. Hyytelöitynyt vahto
 on myös taipuisaa, kimmoisaa ja joustavaa.

30 Vesiliukoisia, veden kanssa reagoivia, hydrofiili-
 siä isosyanaattipäätteisiä esipolymeerejä, jotka ovat käyt-
 tökelpoisia tämän keksinnön yhteydessä hyytelöinti- tai
 viskositeettia suurentavina aineina, voidaan kuvata kaa-
 valla (I).

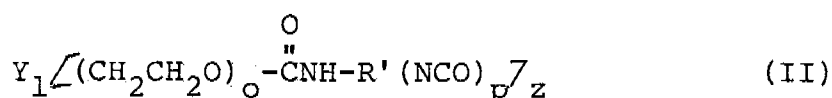


Kaavassa I Y_1 on aktiivinen vetyä sisältämätön ryhmä, jonka molekyyllipaino on pieni, orgaaninen initiaattoriyhdiste, jossa on useita aktiivisia vetyatomeja (esim. 2 tai 3), kuten polyhydroksialkaani, polyaminoalkaani tai polyeetteripolyoli, esimerkiksi etyleeniglykoli, etyleeniidiamiini, glyseroli tai 1,1,1-trimetylolipropaani. $(RO)_o$ on hydrofiilinen poly(oksialkyleeni)ketju, jossa on useita oksietyleeniyksiköitä ja mahdollisesti korkeampia oksialkyleeniyksiköitä, esimerkiksi 3 tai 4 hiiliatomia sisältäviä yksiköitä, kuten (1) poly(oksietyleeni)ketju, (2) ketju, jossa on vuorottelevia oksietyleeniyksiköistä ja oksipropyleeniyksiköistä koostuvia segmenttejä, tai (3) sattumanvaraisesti jakautuneista oksietyleeni- ja oksipropyleeniyksiköistä koostuva ketju. Alaviite o on oksialkyleeniyksiköiden lukumäärä mainitussa poly(oksialkyleeni)ketjussa. Oksietyleeniyksiköiden lukumäärä esipolymeerissä on riittävä tämän tekemiseksi hydrofiiliseksi ja vesiliukoiseksi; oksietyleeniryhmien osuus esipolymeerissä on tämän tarkoituksen saavuttamiseksi yleensä vähintään 30 paino-%, edullisesti suurempi kuin noin 50 paino-% tai jopa noin 70-75 paino-%. Y_2 on orgaaninen ketju tai silta, joka sitoo mainitun poly(oksialkyleeni)ketjun kaavassa näkyviin isosyanaattiryhmiin, ja alaviite p on 1-5. Kun esipolymeeri valmistetaan antamalla poly(oksialkyleeni)-polyolin ja polyisosyanaatin reagoida keskenään, esipolymeerin poly(oksialkyleeni)ketjun toiseen päähän liittyy pääasiallisesti silta $-OC(O)NH-R'-(NCO)_p$, jolloin R' on polyisosyanaatin orgaaninen ryhmä. Ryhmä $-C(O)NH-$ muodostaa yhdessä poly(oksialkyleeni)ketjun viereisen happiatomin kanssa karbamaatti- (eli uretaani)ryhmän, $-OC(O)NH-$, joka syntyy poly(oksialkyleeni)polyolireagenssin hydroksyyli-ryhmän reagoidessa polyisosyanaattireagenssin isosyanaattiryhmän kanssa. Alaviite z on luku, joka vastaa mainittujen aktiivisten vetyatomien lukumäärää mainitussa initiaattoriyhdisteessä (ts. mainitussa polyhydroksialkaanissa),

ja on yleensä 2-6, edullisesti 2 tai 3. Pääteasemassa olevat isosyanaattiryhmät voivat reagoida veden ja minkä tahansa, isosyanaatin kanssa reagoivan ketjupidennysaineen tai silloitusaineen, joita voi myös olla läsnä, kanssa, jolloin muodostuu polyureapolymeeri, jossa on suuri määrä mainittuja hydrofiilisiä poly(oksialkyleeni)ketjuja. Soveltuvia ketjunpidennysaineita, joita voidaan sisällyttää vaahdotettavaan vesiliuokseen, ovat tässä reaktiossa tavanomaisesti käytettävät yhdisteet, joihin kuuluvat etyleenidiamiini, 1,2-propyleenidiamiini, trimetyleenidiamiini, tetrametyleenidiamiini, heksametyleenidiamiini ja hydratsiini. Soveltuviin tavanomaisiin silloitusaineisiin kuuluvat dietyleenitriamiini ja trietyleenitetramiini.

Termillä "aktiivinen vetyatomi" tässä käytettynä tarkoitetaan vetyatomia, joka reagoi isosyanaattiryhmän kanssa uretaani- tai ureasidoksen muodostumisolosuhteissa määrätetään Zerewitinoffin menetelmällä, Journal of American Chemical Society, 49 (1927) 3181, kuten US-patenttijulkaisussa 3 330 782 kuvatulla tavalla.

Edullisia tämän keksinnön piiriin kuuluvia vesiliukoisia esipolymeerejä ovat yhdisteet, joilla on kaava (II),

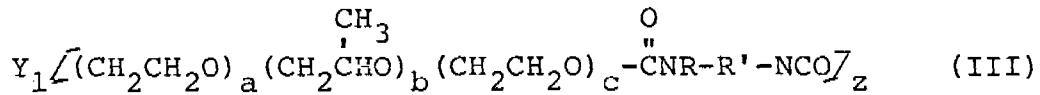


jossa Y_1 , p ja z ovat edellä kaavan (I) yhteydessä määritettyjä, p on edullisesti 1-3, z on edullisesti 2 tai 3, R' on polyisosyanaatin orgaaninen ryhmä ja o on esipolymeerin vesiliukoiseksi tekemiseksi tarvittava oksietyleeni-yksiköiden lukumäärä.

Eräs kaavan (II) mukainen esipolymeerilaji on yhdiste $OCNC_6H_3(CH_3)NHCO(OCH_2CH_2)_n OCONHC_6H_3(CH_3)NCO$, jossa n on kyllin suuri luku esipolymeerin tekemiseksi hydrofiiliseksi ja vesiliukoiseksi.

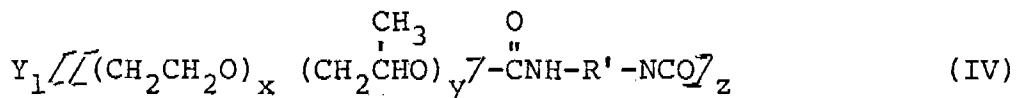
Toista edullista tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoista vesiliukoisten esipolymeerien alaryhmää voidaan

kuvata kaavalla (III),



5 jossa Y_1 , R' ja z ovat kaavan (II) yhteydessä määriteltyjä, z on edullisesti 2 tai 3, ja a , b ja c ovat sellaisia kokonaislukuja, että suhde $(a+b)/b$ on suurempi kuin 1, esimerkiksi jopa 4 tai suurempi ja esipolymeerit ovat siten vesiliukoisia.

10 Toista edullista, tämän keksinnön yhteydessä käytökelpoista vesiliukoisten esipolymeerien alaryhmää voidaan kuvata kaavalla (IV),



15 jossa Y_1 , R' ja z ovat kaavan (II) yhteydessä määriteltyjä, x ja y ovat sellaisia kokonaislukuja, että suhde x/y on suurempi kuin 1, esimerkiksi korkeintaan 3 tai suurempi ja esipolymeerit ovat siten vesiliukoisia, jolloin yksiköt CH_2CH_2O ja $CH_2CH(CH_3)O$ ovat sattumanvaraisesti ja-
20 kautuneina ne sisäänsä sulkevien sulkujen sisäpuolella.

Tässä keksinnössä käytettävien isosyanaattipääteisten esipolymeerien rakenne voidaan tehdä varta vasten sellaiseksi, että saavutetaan säädelty vesiliukoisuus käytännöllisten reaktioaikojen ja hyytelöityneen tai jäykkä-
25 liikkeisen vaahdon haluttujen fysikaalisten ominaisuuksien saavuttamiseksi.

Jos esipolymeerin sisältämien funktionaalisten isosyanaattiryhmien lukumäärä on noin 2, on siitä muodostettu polyurea pääasiassa lineaarista ja silloittumatonta,
30 ellei vaahdotettavaan liuokseen sisällytetä silloitusaineita, kuten dietyleenitriamiinia, trietyleenitetraamiinia, jne. Jos funktionaalisten isosyanaattiryhmien määrä on suurempi kuin 2, esimerkiksi 3, on tuloksena silloittunut polyurea.
35

Jos esipolymeerin reaktio veden kanssa on haluttua

hitaampi tai nopeampi, voidaan reaktioaikaa lyhentää tai pidentää lisäämällä vaahdotettavaan liuokseen asianmukaista ainetta. Reaktioaikaa voidaan esimerkiksi pidentää lisäämällä pinta-aktiivisia alkyylisulfaatteja tai vesiliu-
5 koista, reaktiivista, monofunktionaalista alkoholia tai amiinia, esimerkiksi metyyliamiinia, funktionaalisten ryhmien suhteellisen määrän pienentämiseksi tai lyhentää lisäämällä pieniä määriä katalysaattoria, kuten tertiaarista amiinia, esimerkiksi trietyyliamiinia, tai metallikata-
10 lysaattoria, esimerkiksi dibutyylitinadilauraattia mainitussa US-patenttijulkaisussa 3 985 688 kuvatulla tavalla, tai hyytymis- tai sakeutumisprosessia voidaan nopeuttaa lisäämällä vesiliukoista, reaktiivista polyamiinia, esimerkiksi dietyleenitriamiinia.

15 Isosyanaattipäätteisten esipolymeerien, kuten tämän keksinnön yhteydessä käytettävien esipolymeerien, valmistusta ja niiden saattamista reagoimaan veden kanssa polyureaksi kuvataan alan kirjallisuudessa, esimerkiksi mainituissa US-patenttijulkaisuissa 3 805 531, 3 805 532,
20 3 719 050, 3 894 131, 4 315 703 ja 4 476 276, jolloin tämän keksinnön yhteydessä erityisen käyttökelpoinen esipolymeerituote on "esipolymeeri A" (esipolymeerin asetoniliuos), jotka kuvataan viimeksi mainitussa patenttijulkaisussa.

25 Tämän keksinnön mukaisten vaahtojen sisältämän polyurean riittävän hydrofiilisyyden varmistamiseksi on esipolymeerin valmistukseen käytettävän polyeetteripolyolin keskimääräinen molekyylipaino alueella suunnilleen 1000-
20 000, edullisesti 3000-10 000. Myynnissä olevia, mainittuun tarkoitukseen soveltuvia polyolien esiasteita ovat esimerkiksi tuotteet, joita myydään kauppanimellä CARBOWAX,
30 esimerkiksi CARBOWAX 3350 (aikaisemmin 4000), jossa on noin 76 oksietyleeniyksikköä kaavan (II) mukaisessa ketjussa, ja PLURONIC, kuten PLURONIC F-77, jolla on kaavan
35 (III) mukainen poly(oksialkyleeni)ketju, jossa a+c on noin

108 ja b on noin 35.

Polyisosyanaatteihin, joita voidaan käyttää tämän keksinnön yhteydessä käytettävän ja edellä kuvatun isosyanaattipäätteisen esipolymeerin valmistukseen, kuuluvat tavanomaiset alifaattiset ja aromaattiset polyisosyanaattit. Edullisia polyisosyanaatteja ovat aromaattiset polyisosyanaattit, koska niistä valmistetut esipolymeerit reagoivat yleensä nopeammin veden kanssa. Eräs käyttökelpoisimmista polyisosyanaattiyhdisteistä, joita voidaan käyttää tähän tarkoitukseen, on tolyleenidi-isosyanaatti, joko tolyleeni-2,4-isosyanaatti tai tolyleeni-2,6-isosyanaatti tai 2,4- ja 2,6-isomeerien seos. Näitä polyisosyanaatteja myydään kauppanimillä HYLENE TM, NACCONATE 90 ja MONDUR RD-80. Muita käyttökelpoisia polyisosyanaatteja ovat tolyleenidi-isosyanaatin muut isomeerit, heksametyleeni-1,6-di-isosyanaatti, metyleenibis-(4-sykloheksyyli-isosyanaatti), 1,3,3-trimetyyli-5-isosyanaatti-sykloheksyyli-1-metyylipisosyanaatti, p-ksylyleenidi-isosyanaatti, difenyyylimetaani-4,4'-di-isosyanaatti, m- tai p-fenyleenidi-isosyanaatti ja 1,5-naftaleenidi-isosyanaatti. Voidaan käyttää myös polymeerisiä polyisosyanaatteja, kuten poly-metyleenipolyfenyyli-polyisosyanaatteja, esimerkiksi tuotteita, joita myydään kauppanimillä MONDUR MRS ja PAPI. Käyttökelpoisista, myynnissä olevista polyisosyanaateista on luettelo teoksessa Kirk ja Othmer, Encyclopedia of Chemical Technology, 2. p., vol. 12, Interscience Pub., 1967, s 46 ja 47. Polyisosyanaatin sisältämät mainitut orgaaniset ryhmät, R', voivat olla alkyleeniryhmiä, kuten etyleeni-, isobutyleeni-, heksyleeni- ja metyleenidisykloheksyleeniryhmiä, joissa on 2 - noin 20 hiiliatomia, aralkyleeniryhmiä, kuten ryhmiä $-\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2-$ ja $-\text{C}_6\text{H}_4\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_4-$, joissa on korkeintaan 20 hiiliatomia, aryleeniryhmiä, kuten $-\text{C}_6\text{H}_4-$, alifaattisia polyeettereitä, kuten $-(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_y\text{C}_2\text{H}_4-$, jossa y on 1 - noin 5, sekä niiden yhdistelmiä. Tällaiset ryhmät voivat sisältää myös muita

heteroatomiryhmiä (-O-:n lisäksi), -S- ja -N- mukaan luetuina. R' on kuitenkin edullisesti vapaa aktiivisia vetyatomeja sisältävistä ryhmistä.

Tämän keksinnön yhteydessä käytettävät polyuretaaniesipolymeerit ovat yleensä nesteitä tai rasvamaisia, vahamaisia tai tahnamaisia kiinteitä aineita huoneen lämpötilassa.

Polyuretaaniesipolymeeri voidaan tarvittaessa liuottaa soveltuvaan vesiliukoiseen tai veteen sekoittuvaan, reagoimattomaan (aktiivisia vetyatomeja sisältämättömään) orgaaniseen liuottimeen käsittelyn helpottamiseksi, jolloin saatavan liuoksen viskositeetti on pienempi, mikä tekee siitä helpommin pumpattavan. Jos tähän tarkoitukseen käytettävä liuotinmäärä vaikuttaa haitallisesti esipolymeeriä ja pinta-aktiivista ainetta sisältävän vesipohjaisen nesteen vaahdotettavuuteen, voidaan valmistaa helposti vaahdotettava ja pumpattava juokseva aine pienempää liuotinmäärää käyttämällä, kun esipolymeeri-liuotineseokseen sisällytetään lisäksi pienempimolekyylisiä polyuretaaniesipolymeeriä, joka voi olla jopa sinänsä veteen liukenevaton (mutta esipolymeeri-liuotineseokseen liukeneva). Tällainen pienempimolekyylinen, veteen liukenematon polyuretaaniesipolymeeri voidaan valmistaa esimerkiksi antamalla polyeetteripolyolin, jonka molekyylipaino on 100, esimerkiksi UCOM 75H-450:n, jossa moolisuhde oksietyleeni/oksi-
propyleeni on 3/1, reagoida pienen ylimäärän kanssa tolyleeni-2,4-di-isosyanaattia. Valittavan liuoksen tulisi mielellään olla sellainen, että saatava liuos on neste-
mäistä varastointi- ja käyttöolosuhteissa. Tällaisia liuot-
timia ovat asetoni, etyyliasettaatti, metyylietyyliketoni, dibutyyliftalaatti, bentsyylibutyyliftalaatti, tetrahydrofuraani, dimetyyliformamidi, dietyleeniglykolimonoetyyli-
eetteriasetaatti (myydään nimellä CARBITOL-asettaatti), propyleeniglykolimonometyylieteteriasetaatti (myydään ni-
mellä ARCOSOLV PM-asettaatti), gamma-butyrolaktoni, N-me-
tyyli-2-pyrrolidoni ja dietyliasettaali.

Tämän keksinnön yhteydessä vaahdotusaineina käyttökelpoisia pinta-aktiivisia aineita eli surfaktantteja ovat synteettiset tai luonnon orgaaniset yhdisteet tai materiaalit, joilla on kyky vaahdottaa vettä ja jotka
 5 ovat yhteensopivia reaktiivisen poly(oksialkyleni)esipolymeerin kanssa. Edullisia pinta-aktiivisia aineita ovat aineet, joita joskus luonnehditaan kykeneviksi muodostamaan "voimakkaasti vaahtoavia liuoksia", katso esimerkiksi J.J. Bikerman, "Foams", Springer-Verlag, New
 10 York, Inc.. 1973, s 108-132. Pinta-aktiivisen aineen käyttökelpoisuus tämän keksinnön tarkoitukseen ja sen määrä voidaan määrittää tutkimalla vaahdon tilavuutta tai korkeutta ja sen kokoonpainumattomuutta. Käyttökelpoinen pinta-aktiivinen aine ja sen keksinnön mukaisten vaahtojen tuottamiseen sopiva määrä saa aikaan vaahdon tilavuuden (tai korkeuden), joka on vähintään 1,5-kertainen,
 15 edullisesti vähintään kaksinkertainen vaahdotettavan vesiliuoksen tilavuuteen nähden, ja yksinkertainen tähän tarkoitukseen sopiva testi on liuoksen ravisteleminen käsin sopivassa suljetussa astiassa. Ravistellaan esimerkiksi
 20 100 g tällaista liuosta voimakkaasti 25 kertaa 480 cm^3 :n tai suuremmassa suljetussa lasitölkissä tai mitta-asteikolla varustetussa astiassa, ja mitataan liuoksen korkeus ennen ravistelua ja sen jälkeen, jolloin vaahdon korkeuden suhde liuoksen korkeuteen on paisumissuhde.
 25

Tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoiset pinta-aktiiviset aineet voivat olla ionittomia, kationisia, anionisia tai amfoteerisiä, sekä niiden yhteensopivia seoksia. Käyttökelpoisiin pinta-aktiivisten aineiden ryhmiin kuuluvat rasvahappojen saippuat tai suolat, kuten sellaiset,
 30 joilla on yleinen kaava RCOOM , jossa R on rasvahapon alifaattinen ryhmä ja M on alkalimetalli, esimerkiksi natriumoleaatti, -lauraatti-, -palmitaatti tai -stearaatti; rasva-alkyyli-sulfaatit, kuten sellaiset, joilla on yleiskaava ROSO_2OM , esimerkiksi natriumoktyyli-, -dekyyli-,
 35

-tetradekyyli-, heksadekyyli-, -heptadekyyli- tai -okta-
 dekyylisulfaatti; alkaryylisulfonihappojen suolat, kuten
 sellaiset, joilla on yleiskaava $RC_6H_4SO_3M$, esimerkiksi
 natriumoktylibentseenisulfonaatti; etyleenioksidiadditio-
 5 tuotteet, kuten sellaiset, joilla on yleinen kaava
 $R(CH_2CH_2O)_nH$, jossa R on alifaattinen rasvahapporyhmä,
 esimerkiksi $C_{10}H_{21}O - C_{16}H_{33}O$, ja n on 10-60; yhdisteet,
 joilla on yleinen kaava $R(OCH_2CH_2)_nOSO_3M$, jossa R on
 C_{10-18} -alkyyli, n on 1-3 ja M on natrium; ja dialkyyli-
 10 sulfomeripihkahappojen suolat, esimerkiksi natriumdioktyy-
 lisulfosukkinaatti. Katso myös Kirk-Othmer, Encyclopedia
 of Chemical Technology, 3. p., vol. 22, John Wiley & Sons,
 1983, s 347-387, jossa kuvataan muita tämän keksinnön yh-
 teydessä käyttökelpoisia pinta-aktiivisia aineita. Monet
 15 näistä hiilivetyypohjaisista pinta-aktiivisista aineista
 ovat biologisesti hajoavia, mikä tekee niistä valmistetut
 vaahdot erityisen edullisiksi silloin, kun biologinen hajoa-
 minen on toivottavaa, esimerkiksi käsiteltäessä yhdyskun-
 tajäte- ja jätevesialueita.

20 Toinen ryhmä tämän keksinnön yhteydessä vaahdotus-
 aineina käyttökelpoisia pinta-aktiivisia aineita ovat fluo-
 rialifaattiset pinta-aktiiviset aineet, joita voidaan käyt-
 tää yksinään tai erityisesti yhdistettyinä fluorittomiin
 pinta-aktiivisiin aineisiin (joita joskus kutsutaan "hii-
 25 livetyysurfaktanteiksi"), silloin kun vaahtoa on määrä
 käyttää tulenaran nesteen höyrypäästöjen tukahduttamiseen
 muodostamalla nesteen pinnalle pinta-aktiivista ainetta
 sisältävä vesikalvo, joka muodostuu ennen juoksevan vaah-
 don täydellistä hyytelöitymistä tai suuren viskositeetin
 30 saavuttamista. Tällaisissa pinta-aktiivisten aineiden yh-
 distelmissä on fluorittoman pinta-aktiivisen aineen suhde
 fluorialifaattiseen pinta-aktiiviseen aineeseen yleensä
 1:25 - 10:1, tavallisesti 1:15 - 5:1.

35 Käyttökelpoisia fluorialifaattisia pinta-aktiivisia
 aineita ovat sellaiset, jotka sisältävät yhden tai useam-

man fluoratun alifaattisen ryhmän (R_F) ja yhden tai useamman vesiliukoisuutta parantavan polaarisen ryhmän (Z), joita ryhmiä yhdistävät tavallisesti soveltuvat siltaryhmät (Q).

5 Tässä yhteydessä käyttökelpoisia ja viitteenä mainittuja fluorialifaattisia pinta-aktiivisia aineita ovat aineet, joita kuvataan US-patenttijulkaisuissa 3 562 156 (Francen), 3 772 195 (Francen) ja 4 359 096 (Berger) ja EP-hakemusjulkaisussa 0 073 196 A1. Fluorialifaattisen
 10 pinta-aktiivisen aineen nimenomainen rakenne ei ole ratkaiseva; yhdisteen fysikaalisten ominaisuuksien tasapaino on ennemminkin se tekijä, joka ratkaisee käyttökelpoisuuden tämän keksinnön tarkoitukseen. Käytettäessä fluorialifaattisten ja hiilivetypohjaisten pinta-aktiivisten aineiden
 15 yhdistelmiä mainittuun tulenaran nesteen höyryemissioiden tukahduttamiseen voi olla edullista, että fluorialifaattisen pinta-aktiivisen aineen sisältämät fluorialifaattiset ryhmät ja vesiliukoisuutta edistävät ryhmät ovat sillä tavalla tasapainossa, että saadaan aikaan fluo-
 20 rialifaattinen pinta-aktiivinen aine, jonka liukoisuus veteen 25°C :ssa on vähintään 0,1 paino-%. Liukoisuus veteen on edullisesti vähintään 0,25 paino-%. Fluorialifaattisen pinta-aktiivisen aineen, jota käytetään mainittuna yhdistelmänä hiilivetysurfaktantin kanssa, pinta-aktiivisuuden tulee olla niin suuri, että vesiliuoksen, jossa pitoisuus on noin 0,25 % tai pienempi, pintajännitys on pienempi kuin noin $28 \cdot 10^{-5}$ N/cm, edullisesti alle $23 \cdot 10^{-5}$ N/cm.

Fluorialifaattinen pinta-aktiivinen aine sisältää
 30 vähintään noin 20 paino-% fluoria ts hiileen sitoutunutta fluoria. Tämän keksinnön yhteydessä käytettävän fluorialifaattisen pinta-aktiivisen aineen sisältämää fluoratua alifaattista ryhmää R_F voidaan kuvata yleisesti fluoratuksi, tyydyttyneeksi, monovalenttiseksi, ei-aromaattiseksi ryhmäksi, jossa on vähintään 3 hiiliatomia. Alifaat-
 35

tinen ketju voi olla suora, haaroittunut tai, jos se on
 kyllin suuri, syklinen, ja se voi sisältää vain hiiliato-
 meihin sitoutuneita happiatomeja tai kolmenarvoisia typpi-
 atomeja. Täysin fluorattu ryhmä on edullinen, mutta vety-
 5 ja klooriatomeja voi olla substituentteina sillä edelly-
 tyksellä, että kumpaakin on korkeintaan yksi atomi kahta
 hiiliatomia kohden, ja ryhmä sisältää ainakin terminaali-
 sen perfluorimetyyliryhmän. Vaikka ryhmät, joissa hiili-
 atomien määrä on suurehko, toimivat riittävällä tavalla,
 10 ovat yhdisteet, joissa on korkeintaan noin 20 hiiliatomia,
 edullisia, koska fluoriatomien osuus on suuremmissa ryh-
 missä yleensä alhaisempi kuin lyhyemmissä ketjuissa. Edul-
 lisimpia ovat fluorialifaattiset ryhmät, jotka sisältävät
 noin 5-12 hiiliatomia.

15 Fluorialifaattisen pinta-aktiivisen aineen vesi-
 liukoisuutta parantava polaarinen ryhmä voi olla anioninen,
 kationinen, ioniton tai amfoteerinen ryhmä tai niiden yh-
 distelmä. Tyypillisiä anionisia ryhmiä ovat CO_2H , CO_2M ,
 SO_3H , SO_3M , OSO_3H , OSO_3M , $\text{OPO}(\text{OH})_2$ ja $\text{OPO}(\text{OM})_2$, jossa M
 20 on metalli-ioni, kuten natrium-, kalium-, kalsium-, jne
 ioni. Tyypillisiä kationisia ryhmiä ovat NH_2 , NHR , jossa
 R on alempi alkyyli, kuten metyyli, etyyli tai butyyli,
 $\text{NR}'_3\text{A}'$, jossa R' on alempi alkyyli tai vety ja A' on anioni,
 kuten kloridi-, sulfaatti-, fosfaatti- tai hydroksyyli-
 25 ioni, jne. Tyypillisiä ionittomia ryhmiä voisivat olla
 $\text{NR}_2\text{-O}$ ja polyetyleenioksidi- ja polyetyleenioksidi-poly-
 propyleenioksidiseospolyoleista saadut ryhmät. Tyypilli-
 siä kahtais- eli amfoteerisia ryhmiä olisivat $\text{N}^+(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_4\text{COO}^-$.

Liittävä ryhmä Q on monivalenssinen, yleensä divalent-
 30 tinen siltaryhmä, kuten alkyleeni, aryleeni, sulfonamido-
 alkyleeni, karbonamidoalkyleeni, ja vastaavat. Joissakin
 tapauksissa voi yhteen siltaryhmään olla liittyneenä useam-
 pia kuin yksi fluorialifaattinen ryhmä, ja joissakin ta-
 pauksissa yksi siltaryhmä voi liittää yhden fluorialifaat-
 35 tisen ryhmän useampaan kuin yhteen liukenemista edistävään
 ryhmään.

Erityisen käyttökelpoinen ryhmä fluorialifaattisia pinta-aktiivisia aineita ovat tämän keksinnön yhteydessä yhdisteet, joilla on kaava $(R_f)_n(Q)_mZ$, jossa R_f on mainittu fluorialifaattinen ryhmä, n on 1 tai 2, Q on mainittu siltaryhmä, m on kokonaisluku 0-2 ja Z on mainittu vesiliukoisuutta edistävä ryhmä.

Tyypillisiä esimerkkejä tämän keksinnön yhteydessä käyttökelpoisista fluorialifaattisista ryhmistä ovat:

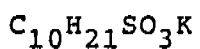
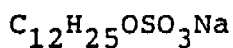
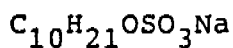
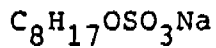
- 10 $C_8F_{17}SO_3K$
 $C_6F_{13}SO_2N(CH_2CHOHCH_2SO_3^-)C_3H_6N^+(CH_3)_2C_2H_4OH$
 $C_8F_{17}SO_2NHCH_2C_6H_4SO_3Na$
 $C_8F_{17}SO_2NHC_6H_4SO_3Na$
- 15 $C_6F_{13}SO_2N(C_3H_6SO_3^-)C_3H_6N^+(CH_3)_2C_2H_4OH$
 $C_7F_{15}CONHC_3H_6N^+(CH_3)_2C_2H_4COO^-$
 $C_8F_{17}C_2H_4SC_2H_4CONHC(CH_3)_2CH_2SO_3Na$
 $C_8F_{17}SO_2N(C_2H_5)C_2H_4OP(O)(OH)_2$
- 20 $C_6F_{13}SO_2NHC_3H_6N^+(CH_3)_3Cl^-$
 $C_8F_{17}SO_2NHC_3H_6N^+(CH_3)_3O_3SOCH_3$
 $(CF_3)_2CF(CF_2)_6COOH \cdot H_2NC_2H_5$
 $C_7F_{15}COOH \cdot H_2NC_3H_6N^+(CH_3)_2C_2H_4COO^-$
- 25 $C_7F_{15}CONHC_3H_6N(CH_3)_2 \rightarrow O$
 $C_8F_{17}SO_2N(C_2H_5)CH_2CO_2K$
 $C_6F_{13}C_2H_4SO_2N(CH_3)C_2H_4N^+(CH_3)_2C_2H_4COO^-$
 $C_6F_{13}SO_2N(CH_2CHOHCH_2SO_3Na)C_3H_6N(CH_3)_2$
- 30 $C_8F_{17}C_2H_4SCH(CH_2COONa)COONa$
 $C_8F_{17}C_2H_4SC_2H_4CONHC_2H_4N^+(CH_3)_3Cl^-$
 $C_{10}F_{20}HOC_6H_4SO_3Na$
 $(CF_3)_2CF(CF_2)_4CONHC_2H_4SO_3Na$
- 35 $[C_6F_{13}SO_2NHC_3H_6N^+(CH_3)_2C_2H_4OH]OH^-$

- $[C_6F_{13}SO_2N(CH_2CH_2OH)C_3H_6N^+(CH_3)_2C_2H_4OH]OH^-$
 $C_6F_{13}SO_2N(CH_2CH_2OH)C_3H_6N(CH_3)_2$
 5 $C_6F_{13}SO_2NHC_3H_6N^+(CH_3)_2CH_2CH_2COO^-$
 $C_6F_{13}SO_2N(CH_2COOH)C_3H_6N(CH_3)_2$
 $C_7F_{15}COOH \cdot H_2NCH_2COOH$
 $C_8F_{17}C_2H_4SC_2H_4CONH_2$
 10 $C_6F_{13}SO_2NHC_3H_6N(CH_3)_2 \rightarrow O$
 $C_8F_{17}SO_2NHC_3H_6N(CH_3)C_3H_6SO_3Na$
 $C_8F_{17}SO_2NHC_3H_6N(C_2H_4OH)C_3H_6SO_3Na$
 $C_7F_{15}CONHC_3H_6N(CH_3)C_3H_6SO_3Na$
 15 $C_6F_{13}SO_2N(C_2H_5)C_3H_6NHCH_2CH(OH)CH_2SO_3Na$
 ja niiden yhteensopivat seokset.

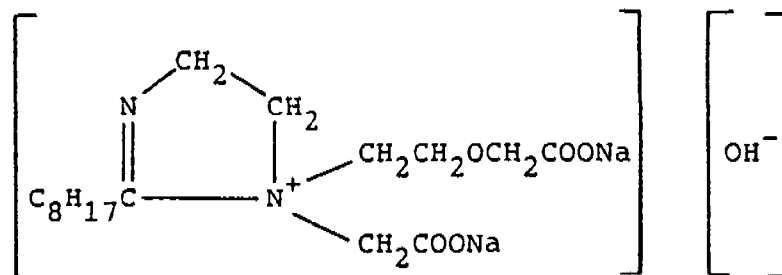
Vesiliukoiset, fluorittomat pinta-aktiiviset aineet, joita käytetään yhdistettyinä fluorialifaattiin pinta-aktiivisiin aineisiin, jotta saataisiin vaah-
 to, jolla on samanlainen kalvonmuodostuskyky kuin AFFF-ryhmän sammutusaineilla, ovat orgaanisia yhdisteitä, jot-
 20 ka ovat vesiliukoisia liukoisuuden ollessa esimerkiksi vähintään noin 0,02 paino-% 25°C:ssa veteen ja joilla on kyky parantaa normaalisti kalvoa muodostamattoman fluori-
 hiilivetysurfaktantin vesiliuoksen kalvonmuodostuskykyä.
 25 Yhdistelmässä käytettävien fluorittomien pinta-aktiivisten aineiden tulee lisäksi olla yhteensopivia fluorialifaattisten pinta-aktiivisten aineiden kanssa. Yhteensopi-
 vuus tarkoittaa tässä yhteydessä sitä, että nämä kahden tyyppiset pinta-aktiiviset aineet eivät vaikuta toisiinsa epäaktiivisen tuotteen muodostavalla tavalla. Fluorit-
 30 tomiin pinta-aktiivisiin aineisiin, jotka ovat erityisen käyttökelpoisia joko yksinään tai yhdistettyinä fluori-
 alifaattisiin pinta-aktiivisiin aineisiin, kuuluvat edellä mainituissa patenttijulkaisuissa kuvatut aineet, ja ne
 35 voidaan valita US-patenttijulkaisussa 3 772 195 (Francen) kuvattujen testien perusteella.

Tyypillisiä fluorittomia pinta-aktiivisia aineita, jotka ovat käyttökelpoisia tämän keksinnön yhteydessä joko yksinään tai yhdistettyinä fluorialifaattisiin pinta-aktiivisiin aineisiin, ovat esimerkiksi:

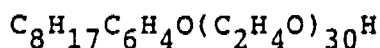
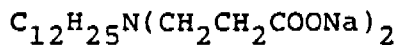
5



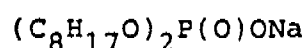
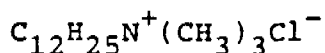
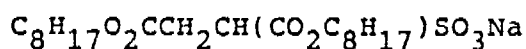
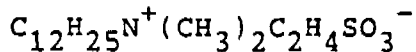
10



15

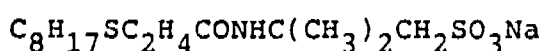
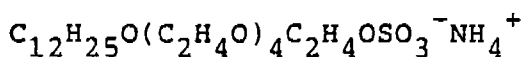


20

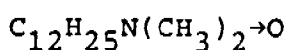
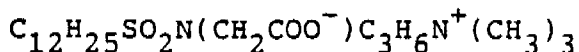


25

$\text{HO}(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_a(\text{C}_3\text{H}_6\text{O})_b(\text{C}_2\text{H}_4\text{O})_c\text{H}$, MW 6500, jossa a+b on noin 108 ja c on noin 35



30



35

ja niiden yhteensopivat seokset. Tiettyjen fluorittomien silikonipohjaisten pinta-aktiivisten aineiden tiedetään olevan käyttökelpoisia AFFF-liuoksen muodostuksessa tai sellaisinaan vaahdotusaineina, ja niitä voidaan käyttää.

Eräs erityisen käyttökelpoinen tämän keksinnön mukainen vaahtosysteemi on sellainen, joka saadaan sekoittamalla isosyanaattipäätteistä poly(oksialkyleeni)esipolymeeriä vaahtotusaineisiin, joita myydään tiivisteinä kauppanimellä LIGHT WATER, kuten AFFF- ja AFFF/ATC-tyypin aineisiin, ja joita tuotteita kuvataan mainituissa 3M:n lehdissä ja mainituissa US-patenttijulkaisuissa 3 562 156 ja 3 772 195. Mainittuja vaahtosysteemejä voidaan levittää samalla laitteistolla kuin kaupallisia mainittuja tuotteita ja käyttää samaan tarkoitukseen.

Fluorittoman pinta-aktiivisen aineen ja fluorialifaattisen pinta-aktiivisen aineen painosuhte on AFFF-tyypisissä yhdistelmissä yleensä alueella 1:25 - 10:1.

Tämän keksinnön mukaisten vaahtosysteemien mahdollisiin komponentteihin kuuluvat: polymeeriset stabilointi- ja sakeutusaineet, kuten polysakkaridit, osittain hydrolysoitu proteiini, tärkkelykset, polyvinyylihartsit, esimerkiksi polyvinyylialkoholi ja polyakryyliamidit, karboksi-vinyylipolymeerit ja poly(oksietyleeni)glykoli; vaahtonstabiloiijat, kuten etyleeniglykoli, dietyleeniglykoli, glyseroli, etyyli-CELLOSOLVE ja butyyli-CARBITOL; vaahtonjäykistäjät ja kutistumisenestoaineet, kuten vesipitoiset kumi- tai muovilateksi, esimerkiksi styreeni-butadienikumilateksit, poly(kloropreeni)kumilateksit, poly(kloropreeni-ko-metakryylihappo)kumilateksit ja mainituissa US-patenttijulkaisussa 4 315 703 kuvatut muovilateksit; sekä muut lisäaineet tai aineosat, kuten elektrolyytit, korroosionestoaineet ja biosidit. Tällaisten mahdollisesti käytettävien aineosien tulisi olla yhteensopivia vaahtosysteemien muiden aineosien kanssa, ja niitä tulisi käyttää sellaisina määrinä, jotka eivät vaikuta haitallisesti haluttuihin ominaisuuksiin, kuten vaahtotettavuuteen, eikä vaahtosysteemin toimintaan, kuten sulkemiskykyyn. Mainittujen mahdollisesti käytettävien aineosien mukanaan tuoman kiintoaineen kokonaismäärä on sellainen,

että vesiliuos on edelleen vaahdotettavissa ja siitä valmistetun vaahdon tiheys on alle 1 g/cm^3 . Mainittujen mahdollisesti käytettävien aineosien tuoman kiintoaineen osuus vaahdotettavasta vesiliuoksesta on yleensä alle noin
5 40 paino-%, edullisesti alle noin 30 paino-%.

Tämän keksinnön mukaiset vesipohjaiset juoksevat vaahdot voidaan muodostaa seuraavasti. Liuoksia, jotka sisältävät hydrofiilisiä isosyanaattipäätteisiä poly(oksi-alkyleeni)esipolymeerejä vesiliukoisissa orgaanisissa liuottimissa, esimerkiksi asetonissa tai metyylietyyliketonissa, tai vesiliukoisissa tai veteen sekoituvissa orgaanisissa liuottimissa, esimerkiksi dibutyyliftalaatissa, tai liuotinseoksissa, sekoitetaan pinta-aktiivisen aineen vesiliuokseen halutussa suhteessa, esimerkiksi annostelulaitteen avulla. Saatu vaahdotettavissa oleva vesiliuos
10 suihkutetaan paineen alaisena vaahtoa muodostavan suuttimen, edullisesti ilmaa imevän suuttimen läpi, jolloin muodostuu juokseva vesipitoinen vaahto. Vesipitoisen vaahdon hyytymisaikaa tai aikaa, joka kuluu halutun suurentuneen viskositeetin saavuttamiseen, voidaan säätää valitsemalla
15 reaktiivinen esipolymeeri, ketjunpidennysaineet, silloitusaineet, urean muodostumisreaktion katalysaattori ja vesiliuoksessa oleva vaahdotusaine sekä niiden pitoisuudet sopivalla tavalla.

Eräs erityisen käyttökelpoinen annostelu-, vaahdonmuodostus- ja vaahdonlevityslaite (jota käytetään esimerkiksi 64, 65 ja 66) sisältää paineastian, jossa on erilliset säiliöt reaktiiviselle polymeeriselle aineelle ja liuottimelle, jolla linjat huuhdotaan käytön jälkeen, paineastian pinta-aktiivisen aineen vesiliuokselle, säätömootorilla käytettävän hammaspyöräpumpun, joka syöttää sulkuventtiilin kautta reaktiivisen polymeerisen aineen ja huuhtomisliuottimen säiliöistään staattiseen ruuvisekoittimeen, fotoelektrinen takometri hammaspyöräpumpun käyntinopeuden
25 seuraamiseksi ja mainittujen materiaalien virtauksen sääte-
30
35

lemiseksi, paineensäätimillä ja venttiileillä varustetut linjat, joita pitkin syötetään paineilmaa paineastioihin niiden sisällön pakottamiseksi nousuputkien ja linjojen kautta sulkuventtiiliin, taipuisan letkun, joka yhdistää sulkuventtiiliin, staattisen sekoittimen ja ilma-aspiraattorisuuttimen (kuten mainitussa 3M:n lehdessä Y-FATCB (311)BE kuvatun suuttimen), jolla vaahto levitetään, sekä muut asiaankuuluvat putkilinjat tai letkut, jne., jotka yhdistävät laitteiston kuvattuja osia.

10 Erilaisia vaahtosysteemilaitteistoja, joita voidaan käyttää tämän keksinnön mukaisen vaahtosysteemin käsittelyyn ja levitykseen, kuvataan edellä mainituissa 3M:n lehdissä ja the National Fire Protection Association, Inc:n standardissa NFPA-11-1983, "Low Expansion Foam and Combined
15 Agent Systems".

V-arallisiin aineisiin, joita voidaan käsitellä tai torjua tämän keksinnön mukaisella vaahdolla, kuuluvat erilaiset aineet, joita esiintyy vaarallisten jätteen sijoituspaikoissa, joita kuvattiin tämän selityksen alussa, kuten kaatopaikoilla, padotuissa altaissa ja lammikoissa. Tällaisia materiaaleja voivat olla orgaaniset tai epäorgaaniset nesteet, puoli- tai nestemäiset aineet tai kiinteät aineet, kuten synteettiset tai luonnon orgaaniset kemikaalit, raskas- tai myrkylliset metallit, liuottimet, jättevedet, kotitalousjätteet ja roskat, pois heitetyt tuotteet, käytetyt raaka-aineet, kontaminoituneet säiliöt, liejut, teollisuusjätteet, palamistähteet, kontaminoitunut maa, tulenarat ja haihtuvat nesteet, jne, joita on jäänyt tällaisiin paikkoihin teollisuuden ja kaupan toiminnoista, jne. Tällaiset jätteet voivat olla myrkyllisiä, haitallisia, syttyviä, tulenarkoja, palavia, syövyttäviä tai vaarallisella tavalla reaktiivisia. Tällaiset materiaalit voidaan käsitellä vaahdolla in situ tai tällaisista paikoista esiin kaivettuina tai poistettuina. Putkistoista tai säiliöistä, kuten tankeista tai kulkuneuvoista, läikkyneitä
35

ja vuotaneita vaarallisia nesteitä voidaan myös käsitellä.

Tämän keksinnön mukaiset vaahdot ovat erityisen käyttökelpoisia, kun kaivetaan esiin materiaalia vaarallisten jätteiden sijoituspaikoista (esimerkiksi "superfund"-paikoista), jonka tyyppisen puhdistusoperaation monet uskovat olevan paras ratkaisu tällaisten paikkojen sisältämiin ongelmiin.

Vaahdolla voidaan käsitellä myös materiaaleja, jotka eivät ole jätteitä, kaatuneita aineita tai vastaavia, vaan ennemminkin käyttökelpoisia, ja jotka ovat luontaisesti haitallisia tai myrkyllisiä ja siten mahdollisesti vaarallisia, esimerkiksi junanvaunuissa tai proomuissa kuljetettavaa hiiltä tai kaivostunneleissa olevaa hiiltä, pintojen eristämiseksi ilman vaikutukselta ja tulipalojen minimoimiseksi, estämiseksi tai sammuttamiseksi. Siten termiä "vaarallinen" käytetään tässä hakemuksessa laajemmassa merkityksessään, jolloin se sisältää vallitsevat tai uhkaavat vaarat, jotka aiheutuvat siitä, että jo ollaan aineen vaikutukselle alttiina, samoin kuin mahdolliset vaarat, joita aiheuttavat materiaalin luontaiset haitalliset tai myrkylliset vaikutukset, jotka käyvät vaarallisiksi jouduttaessa aineen vaikutuksen alaisiksi.

Vaahtoja voidaan käyttää myös esimerkiksi koneista tulevien melu- tai värinäaaltojen vaimentamiseen. Vaahdolla täytettyjä muovipusseja, esimerkiksi polyeteenipusseja, voidaan käyttää myös iskujen vaimentamiseen, esimerkiksi pelastuspusseina palavista rakennuksista poistuttaessa.

Tämän keksinnön mukaisen vaahdon muihin käyttötarkeitukseen kuuluvat käyttö lämpöeristepeitteenä tai -sulkuuna, esimerkiksi A-luokan palaville aineille, kuten asuintai julkisten rakennusten rakenteille, esimerkiksi seinille ja katoille, ja käyttö palon etenemisen estäjänä pensaikko- tai metsäpaloissa.

Tämän keksinnön mukaisen vaahdon eräs toinen eris-

tepitekäyttö on käyttäminen apuna sementtimateriaalien, kuten betonin, laastin tai sementtiliejujen kovettumisen säätämisessä, erityisesti kylmällä, pakkassäällä, jolloin vahto toimii lietteen kovettumista nopeuttavana lämpö-

5 peitteenä säilyttämällä kovettumisreaktiossa syntyvän lämmön, tai haluttaessa säilyttää kosteus kovettumisen aikana tai estää sadeveden kovettumiselle haitalliset vaikutukset.

Tämän keksinnön mukaisilla vaahtoilla voidaan yleisesti käsitellä materiaaleja tai kohteita, jotka eivät reagoi tai epätoivottavalla tavalla reagoi vaahton kanssa ja joihin vahto ei vaikuta haitallisesti.

10

Vaaralliseen aineeseen tai kohteeseen levitettävän vaahton määrä tai paksuus tai sen levityslaajuus voi vaihdella sellaisten tekijöiden kuin vaarallisen aineen tai kohteen luonteen, suuruuden, sijainnin ja pysyvyyden, ympäristötekijöiden, kuten tuulen, sateen, vesien valumisen, jne, ja materiaalin kulloinkin aiheuttaman terveys-, turvallisuus- ja ympäristövaaran, mukaan. Materiaalille levitettävän vaahtokerroksen paksuus voi siten vaihdella

15 1,30 cm:stä yli 1 m:iin. Vaahtokerroksen paksuus on joka tapauksessa yleensä riittävä materiaalin aiheuttaman vaaran lieventämiseksi tai estämiseksi tai vaahton halutun toiminnan esimerkiksi eristepeitteenä, iskunvaimentimena ja meluvaimentimena saavuttamiseksi. Kun materiaalista

25 vapautuu haihtuvia tai pinnalla esiintyviä tuotteita, kuten kaasuja, savuja, höyryjä, pölyä, jne, tai kun halutaan eristää materiaali ympäröivästä ilmasta materiaalin palamisen tai hapettumisen estämiseksi, on vaahton määrä tai vaahtokerroksen paksuus sellainen, että estetään materiaalin haihtumista tai karkaamista ympäristöön tai sen kosketukseen pääsyä ympäröivän ilman kanssa, jolloin vaahton suuresta vesipitoisuudesta ja umpisolurakenteesta joh-

30 tuva suhteellisen hyvä höyrynläpäisemättömyys selvästi edistää tällaista tukahduttamista.

35 Helposti syttyvien nesteiden, kuten hiilivetyjen

ja polaaristen liuottimien, ja palavien nesteiden, kuten bensiniin, dieselöljyn ja muiden polttoaineiden, tai haihtuvien tai haitallisten kemikaalien, kuten naftaleenin, ollessa kyseessä tämän keksinnön mukaista vaahtoa voidaan levittää samalla tavalla kuin tulen sammutukseen tai höyryjen tukahduttamiseen käytettäviä tavanomaisia vesipohjaisia kalvon muodostavia liuoksia levitetään vesipohjaisena vaahtona; katso edellä mainitut kaupalliset julkaisut ja NFPA-standardi 11-1983. Kun tämän keksinnön mukaisten vaahtojen muodostamiseen käytettävä pinta-aktiivinen aine on edellä mainittu fluorialifaattisten ja hiilivetypohjaisien pinta-aktiivisten aineiden yhdistelmä, voidaan tällaisia vaahtoja, kuten tavanomaisiakin tuotteita, käyttää helposti syttyvien materiaalien palamisen, kuten lentokonepolttoainepalojen, petrokemikaalivarastopalojen, öljytankkeripalojen, hiilivaunupalojen ja erilaisten teollisuustulipalojen, jotka aiheutuvat karanneista polttoaineista ja liuottimista, sammuttamiseen. Samoin kuin tavanomaiset AFFF-tuotteet, leviää tämän keksinnön mukainen vaahto syttyvän tai palavan nesteen pinnalle ja kelluu sillä. Vaahdosta erottuu ennen sen hyytymistä tai jäykkäliikkeiseksi muuttumista kestävä, nopeasti muodostuva ja leviävä, höyryä tukahduttava, pinta-aktiivisen aineen vesiliuoksen muodostama kalvo, joka auttaa vaahtoa nesteen haihtumisen ja tulen tukahduttamisessa; tällainen kalvo ja vaahto suojaavat myös vielä syttymättömät alueet ja estävät syttymistä tai uudelleensyttymistä. Koska tämän keksinnön mukainen hyytelöitynyt tai jäykkäliikkeinen vaahto on stabiilia ja pitkäikäistä, sen toistuva levittäminen ei yleensä ole välttämätöntä eikä useinkaan tarpeellista (varsinkin vaahdon ollessa hyytelöitynyttä), toisin kuin tavanomaisten AFFF-tuotteiden ollessa kyseessä, joilla saadaan aikaan paljon lyhytikäisempiä vaahtoja, jotka häviävät valumisen ja kokoonpainumisen takia, ja ovat herkempiä siirtymään paikoiltaan tuulen, haihtumisen ja tulipalojen aiheuttamien konvektivirtausten vai-

kutuksesta.

Tämän keksinnön päämääriä ja etuja valaistaan seuraavissa esimerkeissä. Näissä esimerkeissä "syttymiskoe" oli helposti syttyville höyryille tarkoitettu testi, joka tehtiin viemällä käsin palava puinen tulitikku vaahdolla käsiteltyä haihtuvaa, helposti syttyvää nestettä sisältävän dekantterilasin yläpuolelle ja tarkkailemalla syttyykö höyry, jolloin syttymättömyys osoitti, että vaah-
 5 to tukahdutti helposti syttyvästä nesteestä nousevia höyryjä. Ellei hyytelöitynyttä vaahtoa käytettäessä tapahtunut syttymistä, palava tulitikku yleensä asetettiin hyytelöityneen vaahdon pinnalle ja katsottiin, tapahtuuko tällöin syttyminen. Näissä esimerkeissä mainittu vesi oli vesijohtovettä, ellei toisin ilmoiteta. Kun tehtiin vertailukokeita, niistä käytetään joskus kirjainmerkintää "C",
 10 jota seuraa numero, esimerkiksi C1, C2, jne.

Esimerkki 1

Tässä esimerkissä kuvataan poly(oksietylenei)diisosyanaattiesipolymeerin valmistusta ja sen käyttöä yhdessä vaahdotusaineena toimivan natriumdekyylisulfaatin kanssa tämän keksinnön mukaisen vaahdon valmistukseen.
 20

Kuivaan lasitölkkiin (240 cm^3), jossa oli magneettisekoitussauva, laitettiin 40 g (0,12 mol) CARBOWAX 3350-polyetyleeniglykolia ja sen liuottimeksi 40 g ARCOSOLV PM-propyleeniglykolimetyylieetteriasetaattia. Saatuun liuokseen, jota sekoitettiin, lisättiin (lämpötilassa 35°C) 4,35 g (0,25 mol) tolylenei-2,4-di-isosyanaattia, ja reaktioseos lämmitettiin $50-55^\circ\text{C}$:seen ja sekoitettiin sitä tässä lämpötilassa 3 tuntia, jolloin saatiin poly(oksietylenei)di-isosyanaattiesipolymeeriä, pääasiassa yhdistettä
 30 $\text{OCNC}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)\text{NHCO}(\text{OCH}_2\text{CH}_2)_n\text{CONHC}_6\text{H}_3(\text{CH}_3)\text{NCO}$, jossa n on keskimäärin 76, liuoksena asetaattiliuottimessa. Liuos (josta tästedes käytetään nimitystä "esipolymeeri A") kiinteytyi huoneen lämpötilassa, mutta nesteytyi takaisin lämmitettäessä se noin 40°C :seen.
 35

480 cm³:n lasitölkkiin laitettiin 11,5 g esipolymeeriä A ja 88,5 g natriumdekyylisulfaatin 0,5 paino-%:sta vesiliuosta, ja astian sisältöä ravisteltiin voimakkaasti 1 min ilman sisällyttämiseksi seokseen. Saadun juoksevan vaahdon paisumissuhde oli noin 3, ja se oli valkoista väriltään. 20 g juoksevaa vaahtoa kaadettiin välittömästi 250 cm³:n vetoiseen polyeteenidekantterilasiin, jossa oli 200 ml isopropyylieetteriä, jolloin vaahto jäi kellumaan eetterin pinnalle. Vaahto hyytelöityi noin 30 s:n kuluttua kaatamisesta eli noin 90 s:n kuluttua siitä, kun esipolymeeri A ja pinta-aktiivisen aineen vesiliuos oli sekoitettu keskenään. (Loppuosa vaahdosta jäi astiaan, jossa ravistelu tehtiin, ja se hyytelöityi samaan aikaan). Dekantterilasi (ja sen sisältö) punnittiin välittömästi ja uudelleen seisottuaan huoneen lämpötilassa (noin 22°C) 90 min, ja painoeron (ts painon menetyksen) havaittiin olevan 1,0 g. Vaahton ulkonäkö, sen valkea väri, kuplien koko (alle noin 1 mm) ja tilavuus mukaan luettuina oli 90 min:n kuluttua tehdyn punnituksen hetkellä samanlainen kuin hyytelöitymishetkellä. Syttymiskoe, joka tehtiin heti mainitun punnituksen jälkeen, ei johtanut syttymiseen. Vertailukokeessa, Cl, valmistettiin vaahto muuten edellä kuvatulla tavalla, mutta ei käytetty ollenkaan esipolymeeriä A ja ravisteltiin 100 g pinta-aktiivisen aineen liuosta; tuloksena olevan vaahton (joka ei hyytynyt ja painui kokoon alle 5 min:n kuluttua isopropyylieetterille kaatamisesta) paisumissuhde oli noin 5. Painon menetys oli 8,2 g, ja syttymiskoe johti välittömään syttymiseen.

Tarkasteltaessa lasiastiaan jätettyä hyytelöitynyttä vaahtoa 24 tunnin kuluttua valmistuksesta havaittiin, ettei vaahdosta ollut erottunut nestettä ja että sen ulkonäkö oli ennallaan. Hyytelöityneestä vaahdosta leikattua palaa, jonka läpimitta oli noin 1,5 cm ja pituus noin 4 cm, venytettiin käsin noin kaksinkertaiseen pituuteen sen

murtumatta ja palautuessa alkuperäiseen mittaansa vapautet-
 taessa jännitys, mikä osoittaa että vaahdolla on alasto-
 meeriset ominaisuudet. Pala myös taivutettiin kaksinkerroin-
 sen murtumatta, mikä osoittaa sen olevan taipuisaa. Se pai-
 5 nettiin sormella alle kolmasosaan alkuperäisestä paksuudes-
 taan, ja vapautettaessa paine se palasi välittömästi alku-
 peräiseen paksuuteensa, joten vaahto on joustavaa. Hyyte-
 löitynyt vaahto oli tahmean tuntuista ja tarttui irrotet-
 tavissa olevalla tavalla vaahton valmistuksessa käytettyyn
 10 lasiastiaan.

Esimerkit 2-13

Nämä esimerkit valaisevat myynnissä olevien pinta-
 aktiivisten aineiden käyttöä vaahdotusaineina ja poly(ok-
 sietylenei-ko-oksi-propyleeni)polyisosyanaattiesipoly-
 15 meerin käyttöä hyytelöintiaineena tämän keksinnön mukais-
 ten hyytelöityneiden vaahtojen valmistuksessa sekä näiden
 vaahtojen käyttökelpoisuutta syttyvästä nesteestä nouse-
 vien höyryjen tukahduttamisessa.

Käytetty esipolymeeri valmistettiin seuraavasti.
 20 Bentsolyylikloridi (0,58 g) - joka toimii sivureaktioiden
 inhibiittorina - sekoitettiin huoneen lämpötilassa iner-
 tissä atmosfäärissä 1738 g:aan (1 ekvivalentti) polyeet-
 teritriolia, jonka molekyylipaino on noin 5000 (etylenei-
 oksidin ja propyleenioksidin kopolymeeri, jossa vallit-
 25 see sattumanvarainen eli ataktinen jakautuma ja jota myy-
 dään kauppanimellä DOW XD 1421). Sen jälkeen seokseen li-
 sätettiin voimakkaasti sekoittaen 191,4 g (2,2 ekvivalent-
 tia) seosta, joka sisälsi suhteessa 80:20 tolylenei-2,4-
 di-isosyanaattia ja tolylenei-2,6-di-isosyanaattia, jol-
 30 loin seos kuumeni eksotermisen reaktion vaikutuksesta
 80-85°C:seen, missä lämpötilassa se pysyi reaktion lop-
 puun asti. Reaktion etenemistä seurattiin titraamalla
 seoksesta otettuja näytteitä, kunnes reaktio oli mennyt
 loppuun, minkä jälkeen reaktioseos jäähdytettiin huoneen
 35 lämpötilaan. Reaktioseoksen ylempi osa dekantoitettiin pois,

jolloin jäljelle jäi 100 % kiintoainetta sisältävä esipolymeeri, joka liuotettiin tarvittavaan määrään reagenssilaatua olevaa asetonia, jolloin saatiin 80 % esipolymeeriä sisältävä liuos, josta tästedes käytetään merkintää "esipolymeeri B".

5 Kussakin mainitussa keksinnön mukaisessa esimerkissä ravisteltiin hyytelöityvää pinta-aktiivisen aineen hyytelöintiaineen vesiliuos voimakkaasti käsin suljetussa 480 cm³ lasitölkissä ja kaadettiin 20 g saatua juoksevaa
10 vaahtoa 250 cm³:n polyeteenidekantterilasiin, joka sisälsi 200 ml isopropyylieetteriä, jolloin vaahto jäi kellumaan nesteen pinnalle. Dekantterilasi (ja sen sisältö) punnittiin välittömästi kaatamisen jälkeen ja sen seisottua tunnin huoneen lämpötilassa (noin 22°C), laskettiin paino-
15 ero ("painon menetys"), ja tehtiin syttymiskoe heti viimeisen punnituksen jälkeen. Tehtiin myös vertailukokeita, joissa käytettiin samaa menettelyä mutta jätettiin pois hyytelöintiaine. Kussakin keksinnön mukaisessa esimerkis-
sä juokseva vaahto hyytelöityi nopeasti dekantterilasiin
20 kaatamisen jälkeen (ts 2-4 min:ssa), vaahton paisumissuhde oli noin 3; vertailukokeissa (joissa ei käytetty hyytelöintiainetta) juokseva vaahto ei hyytelöitynyt, ja sen paisumissuhde oli noin 5. Esimerkit ja niiden tulokset on koottu taulukkoon I.

Taulukko I

Esimerkit

Vahtokoostumus:	C2	2	C3	3	C4	4	C5	5	C6	6	C7	7	C8	8	C9	9	C10	10	C11	11	12 ^m	C13	13	
Hyytelöintiaine, esi- polymeeri B (g)	5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		5		5	
Pinta-aktiivisen ai- neen vesiliuos, (g)																								
DOW CORNING 193 ^a	95	95																						
TRITON X-100 ^b	95	95																						
DERIPHAT 160C ^c			95	95																				
ARQUAD 12-33 ^d					95	95																		35
SIPONATE DS-10 ^e							95	95																
MAYPON 4C ^f									95	95														
AMIDOX C-5 ^g											95	95												
HAMPOSYL L-95 ^h													95	95										
ALIPAL CD-128 ⁱ															95	95								
PRELL ^j																	95	95						
Natriumdekyylisulfaatti																								95
C ₆ F ₁₃ SO ₂ NHC ₃ H ₆ N ⁺ (CH ₃) ₂ CH ₂ CH ₂ COO ⁻																								95 95
Painohäviö, (g)	7,4	1,1	6,6	3,2	5,6	3,6	7,3	2,0	9,8	3,3	6,5	0,6	6,0	1,1	8,3	2,5	7,7	2,9	10	2,3				- 4,2 1,4
Syttymiskokeen tu- loksat	Y	N	Y	N ^k	Y	N ^k	Y	N	Y	N ^k	Y	N	Y	N	Y	N ^k	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N

(Y = syttyminen tapahtui; N = ei syttymistä)

- a. Silikoni-glykolikopolymeeri
- b. Oktyylifenoksipolyetoksietanoli
- c. N-lauryyli-beta-iminodipropionaatin natriumosasuola
- d. N-alkyyli(trimetyyliammonium)kloridi
- 5 e. Natriumdodekyylisentseenisulfonaatti
- f. Kollageenipolypeptidi-kookosrasvahappokondensaatin kaliumsuola
- g. Etoksyloitu alkyylimidi
- h. Natriumlauryylisarkosiini
- 10 i. Etoksylaattisulfaatin ammoniumsuola
- j. Pinta-aktiivisen aineen pitoisuus tässä liuoksessa oli 3,2 paino-% ja kaikissa muissa liuoksissa 1 paino-%
- k. Reunan ympärillä tapahtui syttyminen, kun hyytelöityneelle vaahdolle laitettiin palava tulitikku
- 15 m. Samanlainen vaahdotettavissa oleva vesiliuos, ts liuos, joka sisälsi 10 g esipolymeeriä B, 0,5 g natriumdekyylisulfaattia ja 89,5 g synteettistä merivettä (ASTM D-1141-52), muodosti samanlaisen vaahdon ravistettaessa, ja vahto hyytelöityi samalla tavalla.

20 Edellä olevat esimerkit ja tulokset osoittavat, että monia erilaisia pinta-aktiivisia aineita voidaan käyttää vaahdotusaineina ja että kukin hyytelöitynyt vaahdotto muodosti tehokkaan höyryä tukahduttavan peitteen, mikä osoittavat alhaiset painohäviöt ja syttymättömyysvertailuesimerkkeihin verrattuina.

Esimerkit 14-25

Nämä esimerkit kuvaavat tämän keksinnön mukaisia vaahdottoja, jotka on valmistettu käyttämällä pinta-aktiivisten aineiden liuoksia, joita myydään vaahdottoivisteinä tulenarkojen nesteiden palamisen tukahduttamiseen, ja esipolymeeriä B hyytelöintiaineena (joka hyytelöi juoksevat vaahdot noin 2-5 min:ssa vaahdotettavien, geelilytyvien liuosten valmistuksen jälkeen). Vaahdottojen valmistuksessa ja tutkimisessa käytetty menettely oli muuten sama kuin esimerkeissä 2-13, mutta vaahdottoilla käsiteltiin erilaisia

orgaanisia nesteitä isopropyylieetterin sijasta. Vertailukokeissa ei käytetty hyytelöintiaineita, eikä juokseva vaahdo hyytelöitynyt. Lisäksi määritettiin vaahdon korkeus sen seisottua tunnin ajan huoneen lämpötilassa. Esimerkit ja tulokset on koottu taulukkoon II.

Eräässä toisessa vertailukokeessa ilmastamaton, esimerkissä 14 käytetyn kaltainen koostumus, joka kuitenkin sisälsi 5 g esipolymeeriä B ja 95 g liuosta, joka sisälsi 6 % pinta-aktiivista ainetta vedessä (LIGHT WATER AFFF/-ATC FC-600), ei vaahdonnut sekoitettaessa se spaatelilla homogeeniseksi liuokseksi, vaikkakin pieniä kuplia muodostui otaksuttavasti esipolymeerin ja veden välisessä reaktiossa muodostuneen hiilidioksidin aiheuttamina. Hiilidioksidikaasu ei siten vaahdota merkittävästi koostumusta, ts vaahdon paisumissuhde oli noin 1. Kahdessa muussa vertailukokeessa ilmastamattomilla koostumuksilla, joista toinen sisälsi 10 g liuosta, jossa oli 70 paino-% esipolymeeriä B ARCOSOLV PM-asetaattiliuottimessa, ja 90 g mainittua 6 %:sta pinta-aktiivisen aineen vesiliuosta (FC-600), ja toinen 20 g mainittua esipolymeeri B:n liuosta ja 80 g mainittua pinta-aktiivisen aineen liuosta, oli paisumissuhteet vain noin 1,1 ja vast. 1,3.

Taulukko II (jatkuu)

Esimerkit

	C14	C15	C16	C17	C18	C19	C20	C21	C22	C23	C24	C25												
Käsitelty orgaaninen neste:																								
Metanoli	X	X																						
Asetoni										X	X													
Etyyliasettaatti			X	X																				
Etikkahappo																								
Dietyyliamiini				X	X																			
Sykloheksaani					X	X																		
Etyylieetteri						X	X																	
Metyleenikloridi							X	X																
Heksaani									X	X	X	X												
Painohäviö (g)	3,9	1,0	6,8	1,7	1,9	0,9	0,8	0,5	8,3	1,7	1,3	0,9	14	4,4	1,0	2,2	2,5	2,6	5,2	1,4	1,5	0,8	-	
Vaahdon korkeus (cm)	0,2	2,5	0,2	2,5	2	2,5	0,2	2,5	0,2	2,5	2	2,5	0	2,5	2	2,5	0,3	1	0	2,5	2,5	2,5	-	
Palamiskokeen tulokset	Y	N	Y	N	Y	N	N ^a	N ^b	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N ^c	Y	N	Y	N	Y	N	Y	N

- a. Ei syttymistä, mutta voimakas etikkahapon haju
- b. Ei syttymistä eikä etikkahapon hajua
- c. Satunnaisia pieniä leimahduksia hyytelöityneen vaahdon yläpuolella
- 5 d. Syttymätön; ei metyleenikloridin hajua
- e. Tämä tuote, joka on tiiviste, sisältää 62 paino-% vettä, 12 paino-% butyyli-CARBITOL:ia, alle 5 paino-% hiilivetyypohjaisia pinta-aktiivisia aineita, alle 5 paino-% fluorialifaattisia pinta-aktiivisia aineita
- 10 ja alle 5 paino-% hydrofiilisiä polysakkarideja
- f. Tämä tuote, joka myös on tiiviste, sisältää 60 paino-% vettä, 30 paino-% butyyli-CARBITOL:ia, alle 5 paino-% fluorialifaattisia pinta-aktiivisia aineita, alle 5 paino-% hiilivetyypohjaisia pinta-aktiivisia aineita
- 15 ja alle 0,1 paino-% tolyylitriatsolia.

Esimerkit 26-34

Nämä esimerkit, joista on yhteenveto taulukossa III, osoittavat, että voidaan valmistaa tämän keksinnön mukaisia hyytelöitävissä olevia vaahtoja, joiden geeliytymisaika vaihtelee, käyttämällä joissain tapauksissa suurempaa tietyn pinta-aktiivisen aineen määrää kuin se, mitä tarvittaisiin vaahdotettavissa olevan koostumuksen aikaansaamiseen.

Taulukko III

	26	27	28	29	30	31A	31B	32	33	34
<u>Vaahtkoostumus</u>										
Hyytelöntiaine										
esipolymeeri B (g)	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	5	5	5	5	5
Vaahdotusaine										
LIGHT WATER AFFE										
FC-203A ^b , (g)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Natriumlauryyli- sulfaatti (20 %) (g)	0	0,8	1,4	4,4	10	0	0	0	0	0
Natriumdekyylisulfaatti (g)	0	0	0	0	0	0	0,5	1	2	4
Vesi (g)	97	96,2	95,6	92,6	90	95	94,5	94	93	91
Hyytelöitymis aika (min)	1:10	5:00	7:25	10	>14	1:07	2:48	5:30	18:30	a

a. Ei hyytelöitynyt 48 tunnissa. Toistettaessa tämä esimerkki lisäten vielä 1,5 g esipolymeeriä B formulaan tapahtui hyytelöityminen 19 min:ssa

b. Tämä tuote, joka on tiiviste, on olennaisilta osiltaan sama kuin tuote FC-203C, mutta sisältää 65 paino-% vettä ja 25 paino-% butyyli-CARBITOL:ia

teitä 16, 26 ja 40 min:n kuluttua sekoituksesta, ja kunkin näytteen havaittiin sekoittuvan helposti veteen kevyesti sekoitettaessa. Tämä viimeksi mainittu koe osoittaa, että tämän keksinnön mukainen jäykkäliikkeinen vaahto voidaan
 5 poistaa tällä vaahdolla peitettyltä kohteelta vedellä huuhtomalla. Näissä kahdessa viskositeettikokeessa mitatut viskositeetit olivat Brookfield-viskositeetteja, jotka mitattiin akselilla nro 3 kierrosnopeudella 12 min^{-1} .

(b) Juoksevaa, mutta viskositeetti kasvanut vähän.

10 (c) Juoksevaa, ei havaittavaa viskositeetin kasvua.

(d) NFPA-standardi 11-1983, AFFF-menetelmä (aika, joka kuluu 25 %:n liuoksesta erottumiseen vaahdosta).

(e) Ei havaittavaa erottumista.

Esimerkit 41-47

15 Nämä esimerkit osoittavat, kuinka tämän keksinnön mukaisia geeliytyneitä vaahtoja voidaan muunnella erilais-
 ten hyytelöitymisaikojen ja hyytelöityneen vaahdon ominai-
 suuksien aikaansaamiseksi, esimerkiksi veteen dispergoita-
 vuuden saavuttamiseksi sisällyttämällä formulaan geelin-
 20 muuntoaineiksi amiineja tai primaarisia alkoholeja amino-
 alkoholit ja aminohapot mukaan luettuina.

Vaahdot muodostettiin laittamalla kutakin vesipoh-
 jaista formulaa 120 cm^3 :n pulloon ja ravistamalla voimak-
 kaasti käsin 15 sekuntia. Koostumukset, vaahdon hyytelöi-
 25 tymisajat ja dispergoitavuusominaisuudet on koottu tauluk-
 koon V. Kuten taulukosta ilmenee, metanoli ja monofunktio-
 naaliset amiinit (esimerkeissä 42-45) hidastavat vaahtojen
 hyytelöitymistä vaahtoon (esimerkki 41), jossa ei käytet-
 ty geelinmuuntoainetta, verrattuna, kun taas polyfunktio-
 30 naaliset amiinit (esimerkit 46 ja 47) nopeuttavat kovet-
 tumista ja saavat aikaan hyvin lujan hyytelöityneen vaahdon.

Esimerkkien 42-45 mukaiset hyytelöityneet vaahdot,
 joissa käytettiin metanolia tai monofunktionaalisia amii-
 neja, olivat kaadettavissa ja helposti sekoitettavia vesijoh-
 35 tovesivirtaan, mutta kaikissa niissä esiintyi vain mitä-

töntä nesteen erottumista usean päivän seisotuksen jälkeen. Tällainen helposti dispergoituva vaahto on käyttökelpoista vaarallisten nesteiden vuotojen käsittelyssä, koska vaahto voidaan pestä pois vedellä muutaman tunnin kuluttua käytöstä, esimerkiksi paloletkusta juoksu-
5 tavalla vedellä.

Taulukko V

		<u>Esimerkit</u>						
<u>Vaahdokoostumus</u>		41	42	43	44	45	46	47
10	Hyytelöintiaine; liuos, joka sisältää 67 p-% asetonitonta esipolymeriä B propyleeni-glykolimonometyyli- eetteriasetaatissa (ARCOSOLV PM-asetatti) (g)	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
15	Vaahdotusaine, LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600 (6 %:nen vesiliuos), (g)	30	30	30	30	30	30	30
	<u>Geelin muuntoaine, (g)</u>							
	Metanoli		2,4					
20	Metyyliamiini			0,0053				
	Dietanoliamiini				0,016			
	Glysiini					0,10		
	Dietyleenitriamiini						0,019	
	JEFFAMINE D-230 (x)							0,06
25	<u>Vaahdon ominaisuudet</u>							
	Vaahdon hyytelöitymis- aika (xx) (min)	1:45	8:00	5:00	4:00	4:00	0:35	0:26
	Vaahdon dispergoituvuus veteen		heikko	hyvä	hyvä	hyvä	hyvä	heikko
	(x) = $H_2NCH(CH_3)CH_2\langle OCH_2CH(CH_3)\rangle_{2,6}NH_2$							
30	(xx) = Kokonaisaika, vaahtoformulan ravistelu mukaan luettuna							

Esimerkit 48 ja 49

Nämä esimerkit valaisevat orgaanisesta nesteestä (asetoni) haihtuvien höyryjen tukahduttamista ja nesteen suojaamista tämän keksinnön mukaisilla polysakkaridia sisältävillä hyytelöityvillä vaahtoilla. Vertailunäytteet, jotka
35

eivät sisältäneet hyytelöintiainetta, eivät sitä vastoin olleet tehokkaita höyryjen tukahduttamisessa.

Kukin juokseva vaahdotus muodostettiin 480 cm³:n la-
 5 sitölkissä ravistelemalla voimakkaasti käsin 25 kertaa
 hyytelöintiainetta (esipolymeeri B), pinta-aktiivista ai-
 netta sisältävää vaahdotusliuosta, polysakkaridia ja vettä.
 Vaahdot kaadettiin dekantterilaseihin, jotka sisälsivät ase-
 tonia, täyttäen vapaa tila, jolloin vaahdotkerroksen alku-
 10 paksuus oli noin 2,5 cm kussakin tapauksessa. Vaahdotkerrok-
 sen paksuus mitattiin eri pituisten aikojen kuluttua vaah-
 don kaatamisesta dekantterilasiin. Syttymiskoe tehtiin 45
 min:n kuluttua vaahdon kaatamisesta.

Kunkin vaahdon sulkemis/suojausominaisuudet määri-
 tettiin myös heti syttymiskokeen jälkeen kääntämällä hyy-
 15 telöitynyttä vaahdotta sisältävät dekantterilasit ylösalai-
 sin ("sulkemiskoe") ja tarkkailemalla mahdollisia asetoni-
 vuotoja.

Esimerkit ja tulokset on koottu taulukkoon VI.

Taulukko VI

	<u>Esimerkki</u>				
20	<u>Vaahdotkoostumus (g)</u>	C48	48	C49	49
	Hyytelöintiaine esipolymeeri B		5		5
	Vaahdotusaineliuos				
25	LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600 (a)	5,7	5,7		
	C ₁₀ H ₂₁ OSO ₃ Na			0,29	0,29
	KELBIN XL natrium- alginaatti				
30	polysakkaridi (pieni molekyylipaino) (d)			0,19	0,19
	Vesi	89,3	89,3	94,5	94,5
	Vaahdon paksuus asetonin pinnalla (cm)				
	alussa	2,5	2,5 ^b	c	2,5 ^b
	15 min:n kuluttua	-	-	-	2,5 ^b
35	45 min:n kuluttua	0,3	2,5 ^b	-	-

Syttymiskokeen tulokset kyllä ei kyllä ei

Sulkemiskokeen tulokset

Vuoto e ei e ei

(a) Sisältää suurimolekyylisiä polysakkaridia

5 (b) Hyytelöitynyt vahto

(c) Vahto tuhoutui kaadettaessa se dekantterilasissa olevalle asetonille

(d) Katso Kelco Companyn julkaisu PDB ~~#~~ 1

10 (e) Koetta ei tehty, koska ei ollut vuodon estävää hyytelöitynyttä vahtokerrosta

Esimerkit 50 ja 51

Nämä esimerkit valaisevat kaasukromatografian käyttöä bentseenihöyrypitoisuuden mittaamiseen vaahdolla peitetyn bentseenin yläpuolelta.

15 Kussakin esimerkissä sijoitettiin kaksiosaisen, 25 cm:n läpimittaisen, lieriömäisen lasikammion, jonka kokonaissisätilavuus oli noin 5100 cm³, alempaan puoliskoon vettä noin 5 cm:n kerrokseksi. Veden pinnalle kaadettiin sitten 1 cm:n paksuinen kerros bentseeniä. Lasikammion yläosa, jossa oli aukot vaahdon ja kaasun syöttämistä ja 20 kaasun poistamista varten, sijoitettiin vettä ja bentseeniä sisältävän kammion alaosan päälle. Kammioon lisättiin vaahtoa ja se huuhdottiin typellä jäljempänä kuvatavalla tavalla. Kammion ylä- ja alapuolisko liitettiin 25 toisiinsa kaasutiiviisti voitelemalla silikonirasvalla puoliskoja yhdistävät hioslasipinnat ennen laitteiston kokoa-

mista.

 Kussakin esimerkissä kammioon johdettiin typpeä tasaisella virtausnopeudella 340 cm³/min sekä ennen vaahdon lisäystä että sen jälkeen. Vahto muodostettiin pinta- 30 aktiivisen aineen vesiliuoksesta sekoittamalla 15 s sähkösekoittimella. Vesipohjainen vahto syötettiin heti muodostamisensa jälkeen kammioon vaahdonsyöttöaukon kautta ja peitettiin bentseenikerros noin 2,5 cm:n paksuisella vaah- 35 tokerroksella. Vaahdonsyöttöaukko suljettiin ja poistuväs-

ta typpikaasusta tutkittiin bentseenin läsnäolo kaasukromatografisesti.

Vaahdon aikaansaama bentseenihöyryn prosentuaalinen tukahtaminen laskettiin eri aikoina vertaamalla vaahdon läsnä ollessa saatuja bentseenipiikkien pinta-aloja niiden piikkien pinta-aloihin, jotka saatiin ilman bentseenikerrokselle lisättyä vaahtoa. Tulokset esitetään taulukossa VII. Vertailunäytteellä C50, joka ei sisältänyt hyytelöintiainetta, saatiin aikaan heikoin höyryn tukahduttaminen kaikkina mittausaikoina, ja tukahduttamisaste oli vain 6 % 8 tunnin kuluttua, kun taas keksinnön mukaisilla vaahtoilla saatiin aikaan yli 90 %:nen tukahduttaminen vielä 8 tunnin kuluttua. Vielä 63 tunnin kuluttua esimerkin 50 vaahto (ainoa tällä ajanhetkellä tutkittu vaahto) tukahdutti bentseenihöyryn 94 %:sesti. Vaahdolla, joka sisälsi kumilateksilujiteainetta (esim. 51), saatiin parhaat tulokset.

Taulukko VII

		<u>Esimerkit</u>		
20	<u>Vaahdokoostumus</u>	C50	50	51
	Hyytelöintiaine; liuos, joka sisältää 70 paino-% asetonitonta esipolymeeriä B propyleeniglykolimonometyylietteriasetaattissa (ARCOSOLV PM-asettaatti) (g)	-	15	15
25	Vaahdotusaine, LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600, (g)	15	15	15
	Lujitusaine, DOW 638A styreeni-butadieeni-kumilateksi (kiintoainetta 50 %) (g)			25
30	Vesi (g)	235	235	210
	<u>Bentseenihöyryn tukahduttaminen, % kulunut aika</u>			
	30 min	82	96	98
	2 tuntia	23	92	97
35	8 tuntia	6	93	94
	63 tuntia	-	94	-

Esimerkki 52

Tämä esimerkki valaisee tämän keksinnön mukaisen hyytelöityneen vaahdon taipuisuutta. Vaahto valmistettiin sekoittamalla 95 g vesiliuosta, joka sisälsi 6 % LIHGT WATER AFFF/ATC FC-600:a, ja 5 g hyytelöintiainetta (esipolymeeri B) 480 cm³:n lasitölkissä ja ravistamalla voimakkaasti 25 kertaa. Juuri valmistettua juoksevaa vaahtoa kaadettiin tarrapaperin taustapaperille noin 0,6 cm:n paksuiseksi kerrokseksi. Hyytelöitynyt vesipohjainen vaahto leikattiin noin 10 min:n kuluttua kolmeksi noin 1,25 cm:n levyiseksi liuskaksi. Liuskoja taivutettiin tai muotoiltiin seuraavasti:

Liuska 1.

90 astetta pöydän reunan yli

15 Liuska 2.

360 astetta terästangon (läpimitta 0,63 cm) ympäri.

Kukin liuska saatettiin 24 tunnin kuluttua takaisin alkuperäiseen tasomuotoonsa (0 astetta) hyytelöityneen vaahdon murtumatta tai säröilemättä, mikä osoittaa hyvää taipuisuutta ja fysikaalista lujuutta.

Esimerkki 53

Tämä esimerkki valaisee tämän keksinnön mukaisen hyytelöityneen vaahdon tarttumista erilaisiin materiaaleihin. Vaahto valmistettiin sekoittamalla 95 g vesiliuosta, joka sisälsi 6 % pinta-aktiivista ainetta (LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600), ja 5 g hyytelöintiainetta (esipolymeeri B) 480 cm³:n tölkkissä ja ravistamalla voimakkaasti 25 kertaa. Juuri valmistettu juokseva vaahto kaadettiin kolmeen 65 cm³:n muovikuppiin ja asetettiin seuraavat esineet pystyyn vaahtoon:

KuppiEsine

1. Kylmävalssattua terästä oleva levy (1,25 x 7,5 x 0,16 cm)
2. Edellä olevan kaltainen, mutta RUSTOLEUM # 7765-kiiltomaalilla maalattu levy
- 35 3. Lasilevy (2,5 x 7,5 x 0,1 cm).

Hyytelöityneen vaahdon ympäröimiä esineitä nostettiin ylöspäin käsin eri aikojen, ts 5 min:n, 30 min:n ja 48 tunnin, kuluttua. Kussakin tapauksessa kuppi ja hyytelöitynyt vaahto nousivat ylös esineen mukana, mikä osoittaa hyytelöityneiden vaahtojen hyvää tarttumiskykyä
5 kaikkiin esineisiin.

Esimerkki 54

Tämä esimerkki valaisee tämän keksinnön mukaisen hyytelöityneen vaahdon tarttumista puuhun. Vaahto, jonka
10 paisumissuhde oli noin 3, valmistettiin sekoittamalla 95 g vesiliuosta, joka sisälsi 6 % LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600:a, ja 5 g hyytelöintiainetta (esipolymeeri B) 480 cm³:n tölkissä ja ravistamalla voimakkaasti 25 kertaa. Juuri valmistettua juoksevaa vaahtoa kaadettiin 65 cm³:n muovikuppiin
15 ja asetettiin puulasta (1,9 x 7,5 x 0,17 cm) pystyyn vaahtoon. Kuppi ja hyytelöitynyt vaahto nostettiin ylös 30 min:n, 24 tunnin ja 48 tunnin kuluttua tarttumalla lastaan ja nostamalla siitä. (54 tunnin kuluttua havaittiin, että vaahdon paino oli alentunut alkuperäisestä 12,5 g:sta 5,4 g:aan,
20 mutta vaahdon ja lastan välisen kosketuspinnan ala, 12,9 cm, säilyi ennallaan). Kuppiin lisättiin sitten painoa, kunnes lasta irtosi painon ollessa 159,5 g (kohotetun lastan varassa oleva kokonaispaino). Irtoaminen näytti tapahtuvan pääasiassa vaahdon sisällä, sillä puuhun jäi vaahtotähteitä.
25

(Liuos, joka valmistettiin edellä kuvatulla tavalla mutta jätettiin ravistamatta, hyytelöityi, mutta ei paisunut, mikä osoittaa, että CO₂-sivutuote ei riitä muodostamaan merkittävästi paisuvaa vaahtoa).

Esimerkki 55

Tämä esimerkki valaisee tämän keksinnön mukaisten hyytelöityneiden vaahtojen lämmöneristysominaisuuksia mitattuina simuloidulla tulipalokokeella.

Aaltopahvista, jonka neliömetripaino oli 0,58 kg/m²
35 (53,6 g/ft²), leikattiin kaksi palaa, joiden koko oli 15 x

20 cm. Hyytelöityvä juokseva vaahto valmistettiin ravistamalla 25 kertaa voimakkaasti seosta, joka sisälsi 95 g vesiliuosta, jossa oli 3 % LIGHT WATER AFFF FC-203 C:tä, ja 5 g hyytelöintiainena toimivaa esipolymeeri C:tä (valmistettiin kuten esipolymeeri B, mutta käytettiin bentsyylibutyyliftalaattia liuottimena asetonin sijasta), 480 cm³:n lasitölkissä. Saatua juoksevaa vaahtoa kaadettiin toisen pahvipalan vaakasuoralle pinnalle, jolla se hyytelöityi (noin 80 sekunnissa). Pahvin pinnalla olevan vaahtokerroksen paksuus oli noin 1,5 cm. Tämä vaahdolla päällystetty pahvipala nimettiin näytteeksi "B" ja käsittelemätön pahvipala näytteeksi "A".

Propaanipoltin kiinnitettiin siten, että polttimen suutin oli pystysuorassa asennossa ja vaakasuoraan tuetun rautarenkaan (läpimitta 15 cm) keskikohdalla noin 13 cm renkaan tason alapuolella. Poltin sytytettiin ja säädettiin niin että liekin korkeus oli 10 cm. Käsittelemätön näyte A asetettiin renkaalle liekin yläpuolelle. Näytteen A yläpinnalla näkyi liekki 16 sekunnin kuluttua. Kun näyte A oli poistettu renkaalta, asetettiin sille vaahdolla käsitelty näyte B vaahtopuoli alaspäin. Näytteen B yläpinnalla näkyi liekki 83 sekunnin kuluttua, joka on noin 5 kertaa niin pitkä aika kuin käsittelemättömällä näytteellä A.

Tämä esimerkki valaisee sitä, että tämän keksinnön mukaisia vaahtoja voidaan käyttää luokan A palavien materiaalien suojaamiseen tulelta sijoittamalla eristävä hyytelöitynyt vaahtopeite tulelle alttiiksi joutuvan materiaalin pinnalle. Vaahton eristysominaisuuksia voitaisiin käyttää hyväksi myös lämmönhukan estämisessä.

30 Esimerkki 56

Tämä esimerkki valaisee tämän keksinnön mukaisten vaahtojen lämmöneritysominaisuuksia nopeutettaessa sementtilietteen kovettumista alhaisessa lämpötilassa.

35 Kaksi noin 7,5 l:n polyeteenipulloa katkaistiin noin 15 cm:n korkeudelta pohjan yläpuolelta, jolloin saatiin kak-

si lieriömäistä astiaa. Kumpikin astia asetettiin aaltopahvilaatikoon, joka oli täytetty hiukkasmaisena eristemateriaalina käytettävällä vermikuliitilla, niin että astioiden kaikkien ulkopintojen ympärillä oli ainakin 2,5 cm eristettä ja astioiden yläpinnat jätettiin vapaiksi. Kumpaankin muoviastiaan laitettiin sementtilietettä, joka oli valmistettu 75 paino-osasta portland-sementtiä (Lehigh Type I) ja 25 osasta vettä, noin 5 cm:n paksuiseksi kerrokseksi. Kumpaankin lietteeseen asetettiin alkoholilla täytetty lämpömittari, joka painettiin astioiden pohjaan asti. Kun sementtinäytteet olivat seisseet laboratoriossa huoneen lämpötilassa (noin 22°C) 30 min, valmistettiin vahto sekoittamalla voimakkaasti sähkösekoittimella 15 s 200 g vesiliuosta, joka sisälsi 6 paino-% LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600-tiivistettä, ja 12 g liuosta, joka sisälsi 70 paino-% asetonitonta hyytelöintiainetta (esipolymeeri B) propyleeniglykolimonometyylietteriasetaatissa (ARCOSOLV PM-asettaatti). Tämä vahto kaadettiin välittömästi toisen sementtilietteen päälle (esimerkki 56), jolloin vahtokerroksen paksuudeksi tuli noin 5 cm; toinen sementtiliete (esimerkki C56) jätettiin vertailunäytteeksi.

Pahvilaatikko, joka sisälsi nämä kaksi sementtinäytettä, vietiin ulos -5°C:n lämpötilaan. Kummankin sementtinäytteen lämpötila ja kovettumisvaihe rekisteröitiin tietyn väliajoin. Tulokset, jotka on koottu taulukkoon VIII, osoittavat selvästi, että tämän keksinnön mukaisella hyytelöityneellä vaahdolla suojattu sementtinäyte (esim. 56) kovettui nopeammin.

Taulukko VIII

	Esimerkki			
	56		C56	
Kulunut aika (x)	Lämpötila °C	Kovettumisvaihe	Lämpöt. °C	Kovettumisvaihe
0	28	juokseva	28	juokseva
45 min	25,5	juokseva	23	juokseva
1 h 50 min	24	kovettumassa	16	juokseva

3 h 30 min	24	kovet- tunut	9	kovettu- massa
4 h 45 min	28	kovet- tunut	6	osittain kovett.

5 * = Siitä hetkestä, kun laatikko ja näytteet sijoitettiin ulos lämpötilaan -5°C

Esimerkki 57

10 Tämä esimerkki valaisee tämän keksinnön mukaisen hyytelöityneen vaahdon käyttöä tehokkaaseen tulenaran nesteen suojaamiseen ja simuloidusta vaarallisen jätteen sijaintipaikasta, orgaanisella liuottimella kyllästetystä hiekasta, haihtuvien höyryjen tukahduttamiseen.

15 Kahteen metallipurkkiin (A ja B), joiden vetoisuus oli noin 275 cm^3 , laitettiin kumpaankin 140 cm^3 kuivaa hiekkaa ja 45 ml asetonia. Tämä nestemäärä kostutti kummassakin purkissa olevan kaiken hiekan, mutta hiekan pinnalla ei ollut havaittavissa vapaata nestemäistä asetonia.

20 Vaahto muodostettiin 480 cm^3 :n lasipurkeissa ravistamalla voimakkaasti 25 kertaa seuraavia vesipohjaisia koostumuksia:

20 Vaahto 1:

Vertailuvaaho, joka valmistettiin 95 g:sta liuosta, joka sisälsi 6 % LIHGT-WATER AFFF/ATC FC-600:a.

Vaahto 2:

25 Keksinnön mukainen vaahto, joka valmistettiin 95 g:sta liuosta, joka sisälsi 6 % LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600:a, ja 5 g:sta esipolymeeriä C (katso esim. 55), joka toimi hyytelöintiaineena.

30 Juoksevat vaahdot, jotka muodostuivat tölkkejä ravistettaessa, täyttivät kummankin tölkin (vaahtojen paisumissuhde oli siis noin 5). Kummastakin tölkestä kaadettiin välittömästi 20 g vaahtoa asetonilla kostutettua hiekkaa sisältäviin tölkkeihin - vaahtoa 1 tölkkiin A ja vaahtoa 2 tölkkiin B - jolloin tölkit täyttyivät kokonaan. Tölkkien 35 seisottua tunnin ajan oli kummankin vaahtokerroksen yläpinta vielä tölkin yläreunan tasolla.

Seuraavat kokeet tehtiin tunnin kuluttua:

Syttymiskoe

Tölkki A: Välitön leimahdus ja syttyminen

Tölkki B: Ei syttymistä

5 Sulkemis/suojauskoe

Tölkki A: Edellä kuvatun syttymiskokeen jälkeen tölkki A kaadettiin kyljelleen, ja suurin osa nesteestä ja jonkin verran hiekkaa valui ulos.

10 Tölkki B: Edellä kuvatun syttymiskokeen jälkeen tölkki B kaadettiin kyljelleen ja sitä tarkkailtiin 5 min; hyytelöitynyt vaahto säilyi ennallaan, eikä nestettä eikä hiekkaa valunut ulos.

Esimerkit 58-60

15 Nämä esimerkit valaisevat "yksiosaisten" tiivisteiden valmistusta ja käyttöä tämän keksinnön mukaisten vaahtojen valmistukseen.

Esimerkissä 58 valmistettiin varastoinninkestävä, vesiliukoinen, veden kanssa reagoiva orgaaninen liuos ("tiiviste A") sekoittamalla keskenään (1) 34 g pinta-aktiivisen aineen liuosta, joka sisälsi 26,5 paino-% natriumdioktyylisulfosukkinaattia (AEROSOL OT-100) etyyliasetaatissa ja jota oli kuivattu yön yli vedettömällä kalsiumsulfaattilla (DRIERITE), ja (2) 100 g liuosta, joka sisälsi 75 paino-% asetonitonta hyytelöintiainetta, esipolymeeri B:tä, propyleeniglykolimetyylieetteriasetaatissa (ARCOSOLV PM-asetatti).

30 Esimerkissä 59 valmistettiin samanlainen orgaaninen liuos ("tiiviste B") sekoittamalla keskenään (1) 34 g pinta-aktiivisten aineiden liuosta, joka sisälsi 21,9 paino-% AEROSOL OT-100:A ja 4,56 paino-% $C_6F_{13}SO_2NHC_3H_6N^+(CH_3)_2CH_2CH_2COO^-$:ta etyyliasetaatissa ja joka oli kuivattu yön yli DRIERITE:llä, ja (2) 100 g tiivisteeseen A käytettyä hyytelöintiaineliuosta.

35 Esimerkissä 60 valmistettiin kolmas orgaaninen liuos eli "yksiosainen" tiiviste (tiiviste C) sekoittamalla keske-

nään (1) 30 g liuosta, joka sisälsi 23,5 paino-% natrium-n-dodekyylibentseenisulfonaattia (myynnissä oleva, biologisesti hajoava pinta-aktiivinen aine, jota myydään nimellä SIPONATE DS-10) N-metyylipyrrolidonissa ja joka suodatettiin Whatman ~~#~~ 4-suodatinpaperin läpi sakan poistamiseksi ja kuivattiin yön yli molekyyliseuloilla (Grade 564, DAVIDSON), ja (2) 70 g asetonitonta hyytelöintiainetta, esipolymeriä B.

Kukin tiiviste laimennettiin vedellä liuokseksi, jossa pitoisuus oli 7,2 paino-% (esimerkit 58 ja 59) tai 6 paino-% (esim. 60), ja 100 g kutakin liuosta ravistettiin välittömästi voimakkaasti käsin 480 cm³:n suljetussa lasitölkissä 2 min 20 g kutakin juoksevaa vaahtoa (paisumissuhde noin 4) kaadettiin sitten heti 250 cm³:n polyeteenidekantterilasiin, joka sisälsi 200 ml isopropyylieetteriä, jolloin kelluva, juokseva vaahto hyytelöityi noin minuutin kuluessa kaatamisesta. Dekantterilasit punnittiin sisältöineen välittömästi ja 90 min:n kuluttua painohöviöiden määrittämiseksi painoeron avulla. Kullekin näytteelle tehtiin syttymiskoe heti loppupainojen määrittämisen jälkeen. Nämä esimerkit sekä painohäviöt ja syttymiskokeen tulokset on koottu taululukkoon IX. Vertailukokeessa C60 ravistettiin vesiliuosta, joka sisälsi 6 % LIGHT WATER FC-600 AFFF/ATC-vaahdotusainetta, ja tutkittiin saatu juokseva vaahto samalla tavalla.

Taulukko IX

		<u>Esimerkit</u>			
		58	59	60	C60
<u>Vaahtkoostumus (g)</u>					
Konsentraatti A	7,2				
Konsentraatti B		7,2			
Konsentraatti C			6		
LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600					6
Vesi	92,8	92,8	94		94
Painohäviö (g)	1,6	1,5	2,0		6,9
Syttymiskokeen tulokset	ei	ei	ei		kyllä

* = Pientä vaahtopalaa pidettiin propaanipolttimen liekissä, mutta se ei syttynyt, joten vaahto oli palamattonta.

Taulukossa IX esitetyt tulokset osoittavat, että nämä kolme erilaista yksiosaista tiivistettä muodostivat hyytelöityneitä vaahtoja, jotka tukahduttavat helposti syttyvän nesteen höyrystymistä.

Esimerkki 61

16,5 g:n näyte hyytelöitynyttä vaahtoa, joka oli valmistettu esimerkin 58 mukaisesta tiivisteestä A, laitettiin lämpökaappiin (100°C) ja kuivattiin 40 min. Kuivattu näyte oli kutistunut, mutta sen solurakenne oli säilynyt ennallaan, ja se painoi 6,8 g, joten painohäviö oli noin 69 %. Kuivattu näyte upotettiin huoneen lämpöiseen (noin 22°C) vesijohtoveteen, poistettiin vedestä, poistettiin pintavesi paperipyyhkeellä, ja punnittiin näyte, joka painoi tällöin 16,8 g. Tämä esimerkki osoittaa, että hyytelöitynyt, tämän keksinnön mukainen vaahto voidaan kuivata, mutta on helposti kostutettavissa uudelleen.

Esimerkki 62

Tämä esimerkki valaisee vesipohjaisen styreeni-butadieenilateksin (SBR) käyttöä lujiteaineena ja kutistumisen estoaineena tämän keksinnön mukaisille hyytelöityneille vaahtoille.

Vaahto muodostettiin 480 cm³:n lasitölkeissä ravistamalla voimakkaasti 25 kertaa seuraavia vesipohjaisia koostumuksia:

Vaahto 1:

Tämä vaahtotettavissa oleva koostumus sisälsi

- (a) 94 g pinta-aktiivisen aineen vesiliuosta, joka sisälsi 6 % LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600, ja
- (b) 6 g liuosta, joka sisälsi 70 paino-% asetonitonta esipolymeeriä B (hyytelöintiaine) propyleeniglykolimonometyylietteriasetaatissa (ARCOSOLV PM-asetatti).

Vaahto 2:

Tämä vaahdotettavissa oleva koostumus sisälsi

(a) 84 g pinta-aktiivisen aineen vesiliuosta, joka sisälsi 6 % LIGHT WATER AFFF/ATC FC-600,

5 (b) 6 g liuosta, joka sisälsi 70 paino-% asetonitonta esipolymeeriä B (hyytelöintiaine) ARCOSOLV PM-asetaatissa, ja

(c) 10 g vesipohjaista styreeni-butadieenikumilateksia, Dow 638A, jonka kiintoainepitoisuus oli 50 %.

10 Kumpaakin vaahtoa kaadettiin noin 200 ml:lle käytettyä autonmoottoriöljyä 10W-30, joka oli suorakaiteen muotoisessa alumiinivuoassa (12,7 x 10,2 cm). Kun vaahdot olivat hyytelöityneet, oli stabiloitu vaahto 2 (sisältää SBR-lateksia) lujemman tuntuista kuin vaahto 1 (ei lateksia).

15 Kun vaahtoja oli pidetty vuoissa laboratoriossa viikon ajan, jona aikana vaahdot kuivuivat osittain, vaahto 1 oli irronnut vuoan yhdestä seinästä ja kutistunut noin puoleen alkuperäisestä koostaan. Vaahto 2 sen sijaan kutistui paljon vähemmän, pysyi tarttuneena vuoan kaikkiin sei-
20 niin ja peitti koko öljypinnan vielä kolmenkin kuukauden kuluttua.

Muissa vaahdoissa, jotka valmistettiin kuten vaahto 2, käytettiin kumilateksimääriä 40 g:aan asti, ja siten valmistetut ja seisotetut vaahdot kutistuivat vielä vähemmän kuin vaahto 2 ja olivat lujempia.

Esimerkki 63

Tämä esimerkki tämän keksinnön mukaisen hyytelöityvän, vaahdotettavissa olevan, AFFF-tyyppistä surfaktantisysteemiä (ts fluorialifaattisen ja hiilivetypohjaisen
30 pinta-aktiivisen aineen yhdistelmää) sisältävän koostumuksen kykyä muodostaa höyryä tukahduttava kalvo tulenaran nesteen pinnalle.

Esimerkin 59 mukaiseen tiivisteeseen B (7,2 g) lisättiin 92,8 g vettä, jolloin muodostui homogeeninen liuos.
35 Kun liuosta oli sekoitettu 45 s, laitettiin sitä kaksi pi-

saraa sykloheksaanin (15 ml) pinnalle petrimaljaan (läpimitta 6 cm). Kalvon havaittiin leviävän ja peittävän sykloheksaanin pinnan alle 15 s:ssa. Heti kalvon muodostuttua palava tulitikku, joka asetettiin lähelle sykloheksaanin pintaa, ei saanut aikaan syttymistä, mikä osoittaa, että sykloheksaanin pinnalla oli höyryä tukahduttava kalvo. Noin 3 min:n kuluttua syttymiskokeesta havaittiin, että kalvo oli geelinytynyt ja se voitiin nostaa lähes ehjänä sykloheksaanin pinnalta.

10 Esimerkki 64

Tämä esimerkki valaisee sitä, miten tämän keksinnön mukaista hyytelöitynyttä vaahtoa käyttämällä voidaan tehokkaasti torjua ja tukahduttaa helposti syttyvää, haihtuvaa nestettä simuloitussa ongelmajätepaikassa.

15 Kaksi kapeaa kuoppaa (mitat noin 30 x 40 x 8 cm (syvyys)) kaivettiin noin 1,2 m:n etäisyydelle toisistaan märkään savimaahan tien reunaan (kallistus noin 10° tiestä pois päin) paloharjoitusalueella. Savirinteeseen välittömästi kummankin kuopan yläpuolelle kaadettiin 4 litraa syttyvää nesteseosta, joka sisälsi yhtä suuret tilavuudet asetonia ja 80-oktaanista lentokonebenssiiniä, jolloin suurin osa seoksesta virtasi kuoppaan.

25 Kokeen aikana vallinneet sääolot olivat seuraavat: Lämpötila 4°C, tuulen nopeus noin 4,5 m/s, satunnaisia kovempia puuskia ja vaihtelevaa sadetta (kevyestä tihkusta rankkaan sateeseen).

30 Laite, jota tässä esimerkissä käytettiin vaahdon muodostamiseen ja levittämiseen kuoppiin oli edellä kuvattu annosteleva vaahdonmuodostus- ja -levityslaite. Astiassa, joka sisälsi hyytelöintiainesiiliön ja liuotinsiiliön, valitsi paine 0,34 MPa ja astiassa, jossa oli surfaktanttiliuossiiliö, paine 0,69 MPa. Hammaspyöräpumppu ja asiaankuuluvat venttiilit säädettiin siten, että ilma-aspiraattorisuuttimen kautta (kapasiteetti 7,6 l/min) suihkutettiin joko vertailuvaahtoa A eli liuosta, joka sisälsi 6 % LIHGT WATER

AFFF/ATC FC-600-vaahdotusainetta vedessä, tai keksinnön mukaista vaahtoa B eli mainitun 6 %:sen vaahdotusaineliuoksen ja esipolymeerin C (katso esim. 55) seosta, jolloin saatiin hyytelöityvä vaahtokoostumus, joka sisälsi 4,91 % hyytelöintiainetta ja noin 95 paino-% vettä. Kummankin muodostuneen vaahdon paisumissuhde oli noin 6.

Seuraavassa kuvataan tämän esimerkin vaiheita, tapahtumia ja tuloksia:

Kulunut aika	Vaihe, tapahtuma ja/tai tulokset
0	Palonarka nesteseos kaadettiin edellä kuvatulla tavalla kuoppien yläpuoliseen savirinteeseen.
1 min	Vaahtoa A (ei hyytelöintiainetta) ruiskutettiin toiseen kuoppaan (kuoppa 1) 30 s:n ajan, jolloin
15	kuopassa oleva tulenaran nesteen pinta peittyi, ja ympäröivään maaperään, jolloin alue, jonka läpimitta oli noin 1 m, peittyi.
2 min	Vaahtoa B (sisältää hyytelöintiainetta) ruiskutettiin toiseen kuoppaan (kuoppa B) 30 s, jolloin
20	tulenaran nesteen pinta ja ympäröivä maaperä peittyivät edellä kuvatulla tavalla.
4 min	Levitetty vaahto B hyytelöityi. (Levitetty vaahto A ei hyytelöitynyt koko aikana).
25 min	Kevyt sade jatkuu. Vaahto vähentynyt kuopan A reunalta. Kuopan B ympärillä oleva hyytelöitynyt vaahto B on ennallaan.
25	
35 min	Kovempaa sadetta (arvkoitu sademäärä 0,08-0,16 l/(min·m ²).
50 min	Kuopan A ympärillä ei ole jäljellä vaahtoa A. Kuopassa B ja sen ympärillä oleva vaahto on silmämääräisesti tarkasteltuna ja fysikaalisesti muuttumatonta; hyytelöityneen vaahdon päällä on kuopassa B jonkin verran mutaista vettä, jota valuu sateen mukana rinteestä.
30	
35	62 min Kuopassa A olevan tulenaran nesteen pinnasta

- ei 20 % ole enää vaahdon A peittämä. Vaahto B silmämääräisesti ja fysikaalisesti tarkasteltuna muuttumatonta.
- 90 min Kuopassa A ollut vaahto A on kokonaan hävinnyt. Vaahto B visuaalisesti ja fysikaalisesti tarkasteltuna muuttumatonta.
- 5
- 160 min Kovaa sadetta.
- 190 min Kuopassa B ja sen ympärillä oleva vaahto B on edelleen ennallaan, eikä tulenaran nesteeseen pin-
10 taa näy.
- 46 vrk Kuoppa A on tyhjä tulenarasta nesteestä ja kuiva. Kuoppa B on tyhjä tulenarasta nesteestä, mutta kostea. Vaahto B on taipuisaa, sitkeää ja riippuu kuopan B päällä peittäen noin 85 %
15 sen pohjasta ja ollen lujasti tarttuneena kuopan reunaan (noin 70 %:iin piiristä).

Esimerkki 65

Paloharjoitusalueella kokeiltiin tämän keksinnön mukaista vaahtoa seuraavasti esimerkin 64 mukaista laitteis-
20 toa käyttäen.

Betonilla vuorattu kuoppa, jonka läpimitta oli 2,4 m ja pinta-ala $4,6 \text{ m}^2$ ja jota ympäröi 10 cm:n korkuinen betonivalli, täytettiin vedellä noin 7,5 cm:n päähän vallin yläreunasta. Kuopassa olevan veden pinnalle laitettiin
25 0,125 cm:n kerros lentokonebensiniä. Kuoppaan sijoitettiin painoilla varustettu 19 l:n ämpäri noin 30 cm:n etäisyydelle vallin reunasta, ja 6,4 cm:n läpimittainen putki asetettiin pystyyn noin 30 cm:n päähän vallin vastakkaisesta reunasta. Hyytelöityvää vaahtoa, joka valmistettiin
30 vesiliuoksesta, joka sisälsi 6 paino-% LIGHT WATER AFFE/-ATC FC-600-vaahdotusaineliuosta ja 5 paino-% esipolymeeriä B, syötettiin kuoppaan 2 min liuoksen virtausnopeudella 7,6 l/min. Tällöin liuosta tuli levitetyksi $3,25 \text{ l/m}^2$.

Kun vaahto oli geeliytynyt (noin 90 s), 19 l:n
35 ämpäri ja 6,4 cm:n putki poistettiin, jolloin hyytelöity-

neeseen vaahtoon jäi avoimet alueet, joiden läpimitat olivat noin 30 cm ja vastaavasti 6,4 cm. Pienemmän aukon kohdalla oleva bensiini sytytettiin ja sen annettiin palaa. 5 min kestäneen palamisen aikana havaittiin, ettei palava
 5 alue laajentunut ja että hyytelöityneestä vaahdosta palamisen aikaansaaman kuumuuden ansiosta vapautunut nähtävissä oleva vesikerros pyrki sammuttamaan tulen. Suuremmassa aukossa oleva bensiini sytytettiin myös ja sen annettiin palaa vapaasti noin 8-10 min, jona aikana alue laajeni vain
 10 hieman.

Hyytelöitynyt vaahto leikattiin irti kuopan reunasta ja sitä työnnettiin pois päin reunasta. Leikattu vaahto kimposi vapautettaessa takaisin alkuperäiseen paikkaansa, mikä osoittaa vaahton kimmoisuuden. Kun leikatun reunan yli
 15 kuljetettiin polttolampun liekki, oli tuloksena vain itsestään sammuvia lepattavia liekkejä.

Kun bensiini oli palanut noin 10 min 30 cm:n aukossa, kuoppaa ympäröivä vesisuihku käännettiin sopivaan asentoon sateen simuloimiseksi. Vesisuihku ei hajottanut
 20 hyytelöitynyttä vaahtopeitettä eikä suurentanut palavaa aluetta.

Esimerkki 66

Tämän keksinnön mukaista vaahtoa kokeiltiin paloharjoitusalueella esimerkin 64 mukaista laitteistoa käyttäen seuraavalla tavalla.
 25

Kuusi betoniharkkoa asetettiin vanerilevylle suorakaiteen muotoiseksi altaaksi, jonka mitat olivat 74 x 39 x 20 cm (syvyys). Allas vuorattiin polyeteenikalvolla ja täytettiin maan, kivimurskan ja puujätteen seoksella kaato-
 30 paikan simuloimiseksi. Altaaseen kaadettiin noin 9,5 l seosta, joka sisälsi yhtä suuret määrät lentokonebentsiiniä ja metyylietyyliketonia ja joka suurin piirtein kyllästi täytetään pahanhajuisella, tulenaralla nesteellä. Tähän altaaseen levitettiin samaa hyytelöityvää juoksevaa vaahtoa samalla laitteistolla kuin esimerkissä 65. Allas tuli
 35

suljetuksi noin 2 cm:n paksuisella hyytelöityneellä vaahtokerroksella. Metyylietyyliketonin hajua oli miltei mahdoton havaita sulkemisen jälkeen. Kuljetettaessa palavaa polttolamppua suljetun alueen yli ei tapahtunut syttymistä.

- 5 Suljettua allasta tutkittiin useiden tuntien kuluttua, eikä sen tila ollut muuttunut.

Alan asiantuntijoille lienevät ilmeisiä erilaiset tämän keksinnön muunnokset ja muutokset, jotka eivät poikkea tämän keksinnön piiristä eikä hengestä, ja sulisi ymmärtää, ettei keksintö rajoitu tässä esitettyihin sitä valaiseviin suoritusmuotoihin.

L7

Patenttivaatimukset

1. Höyryjä tukahduttava ja vaarallisten aineiden, kuten tulenarkojen jätteiden, palavien aineiden ja kaato-
 5 paikkojen käsittelyyn käyttökelpoinen hyytelöitynyt tai jäykkäliikkeinen ilmaa sisältävä vaahto, t u n n e t t u siitä, että se koostuu epäjatkuvasta ilmafaasista ja jatkuvasta vesifaasista, jolloin vesifaasi koostuu vedestä, joka on vaahton pääkomponenttina painon perusteella, pin-
 10 ta-aktiivisesta aineesta, joka on liuotettu veteen, veteen liukenemattomasta poly(oksialkyleeni)polyureapolymeerista, jolloin polyureapolymeerissa on tarpeeksi oksietyleeniyksiköitä, jotta polymeeri olisi hydrofiilinen.

2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hyytelöitynyt ilmaa sisältävä vaahto, t u n n e t t u siitä, että polyureapolymeeri on veden ja poly(oksialkyleeni)isosyanaattipäätteisen uretaaniesipolymeerin reaktiotuote, jossa on vähintään 30 paino-% oksietyleeniyksiköitä.

3. Patenttivaatimuksen 1 mukainen hyytelöitynyt ilmaa sisältävä vaahto, t u n n e t t u siitä, että mainittu pinta-aktiivinen aine on fluorattu alifaattinen pinta-aktiivinen aine, fluoriton pinta-aktiivinen aine tai mainittujen fluoratun alifaattisen pinta-aktiivisen aineen ja fluorittoman pinta-aktiivisen aineen yhdistelmä.

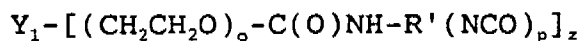
4. Patenttivaatimuksen 2 mukainen hyytelöitynyt ilmaa sisältävä vaahto, t u n n e t t u siitä, että mainittu polymeeri on veden ja esipolymeerin reaktiotuote, jolla esipolymeerilla on kaava



jossa Y_1 on orgaanisesta yhdisteestä, jossa on kaksi tai enemmän aktiivisia vetyatomeja, muodostunut aktiivisia vetyatomeja sisältämätön ryhmä, $(RO)_o$ on hydrofiilinen poly(oksialkyleeni)ketju, jossa on vähintään 30 paino-% ok-
 35

sietyleeniyksiköitä, jotta mainitusta esipolymeeristä tulee hydrofiilinen ja vesiliukoinen, o on oksialkyleeniryhmien lukumäärä mainitussa ketjussa, Y₂ on orgaaninen ketju, p on 1 - 5 ja z on mainittujen aktiivisten vetyatomien lukumäärä mainitussa yhdisteessä.

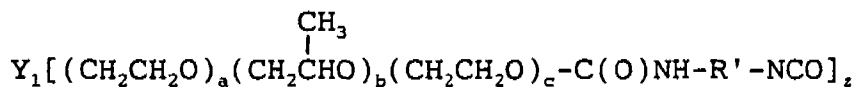
5. Patenttivaatimuksen 2 mukainen hyytelöitynyt ilma sisältävä vaahto, t u n n e t t u siitä, että mainittu polymeeri on veden ja esipolymeerin reaktiotuote, jolla esipolymeerillä on kaava



jossa Y₁ on orgaanisesta yhdisteestä, jossa on kaksi tai enemmän aktiivisia vetyatomeja, muodostunut aktiivisia vetyatomeja sisältämätön ryhmä, R' on orgaaninen polyisotsyanaattitähde, o on kaavassa olevien oksietyleeniyksiköiden lukumäärä, joka on riittävä tekemään mainitusta esipolymeeristä hydrofiilinen ja vesiliukoinen, p on 1 - 3 ja z on 2 tai 3;

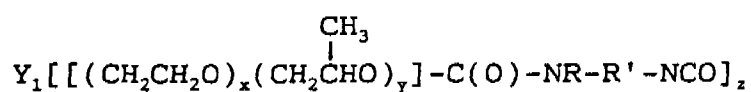
tai

mainittu polymeeri on veden ja esipolymeerin reaktiotuote, jolla esipolymeerillä on kaava



jossa Y₁ on orgaanisesta yhdisteestä, jossa on kaksi tai enemmän aktiivisia vetyatomeja, muodostunut aktiivisia vetyatomeja sisältämätön ryhmä, R' on orgaaninen polyisotsyanaattitähde, z on 2 tai 3 ja a, b ja c ovat sellaisia kokonaislukuja, että suhde (a + b)/c on suurempi kuin 1, ja esipolymeeri on siten hydrofiilinen ja vesiliukoinen, tai

mainittu polymeeri on veden ja esipolymeerin reaktiotuote, jolla esipolymeerillä on kaava



- 5 jossa Y_1 on orgaanisesta yhdisteestä, jossa on kaksi tai
 enemmän aktiivisia vetyatomeja, muodostunut aktiivisia
 vetyatomeja sisältämätön ryhmä, R' on orgaaninen polyiso-
 syanaattitähde, z on 2 tai 3 ja x ja y ovat sellaisia ko-
 konaislukuja, että suhde x/y on suurempi kuin 1, ja poly-
 10 meeri on siten hydrofiilinen ja vesiliukoinen, ja jossa
 yksiköt $\text{CH}_2\text{CH}_2\text{O}$ ja $\text{CH}_2\overset{\text{CH}_3}{\underset{|}{\text{CHO}}}$ ovat sattumanvaraisesti jakau-
 tuneet mainitut yksiköt sisältävien sulkujen sisällä.

PATENTTIHAK.NR	LUOKKA	TUTKIJA	TUTKIMUSTUL. SAATU								
			EP	US	YW.						
861 302	A62D 1/02	JTT									
TUTKITUT LUOKAT	TUTKITUT MAAT						TUTK. KESK. *)				
	FI	SE	NO	DK	CH	DE	WO	EP	GB	US	
A62D 1/00 -											
1/08											
3/00											
A62C 5/											
B29D 27/											
C02G 18/											
L 25/											
E21F 5/											
PATENTTIVIRAS-TOJEN JULK.	LUOKKA	TYYPPI **)	HUOM!								
1) FI 2551/01	A62D 1/00										
2) SE 2.022.254	C02L 25/02										
3) US 3.805.532	E03D 3/14										
4) 3.985.688	C02G 18/14										
5) 4.232.182	B29D 3/26										
6) 4.246.143	C02L 1/02										
7)											
8)											
9)											
<p>*) TUTKIMUS KESKEYTETTY ESTEEN LÖYTYMISEN TAKIA **) MERKITSE A, JOS TEKNIIKAN TASOA</p> <p style="text-align: right;">KÄÄNNÄ!</p>											