

(19)



SUOMI - FINLAND

(FI)

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

(10) **FI 902902 A7**

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

(21) Patentihakemus - Patentansökan - Patent application 902902

(51) Kansainvälinen patenttiluokitus - Internationell patentklassifikation -  
International patent classification  
C08G 18/08  
C08J 9/04  
C08G101:00

(22) Tekemispäivä - Ingivningsdag - Filing date 11.06.1990

(23) Saapumispäivä - Ankomstdag - Reception date 11.06.1990

(41) Tullut julkiseksi - Blivit offentlig - Available to the public 13.12.1990

(43) Julkaisupäivä - Publiceringsdag - Publication date 13.06.2019

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

12.06.1989 US 364930

(71) Hakija - Sökande - Applicant

**1 •Dow Global Technologies Inc.,** Washington Street, 1790 Building, Midland, MI 48674, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(72) Keksijä - Uppfinnare - Inventor

**1 •Parrish, Donald B.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

**2 •Oswald, Lenore F.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

**3 •Thomas, Raymond E.,** USA, AMERIKAN YHDYSVALLAT, (US)

(74) Asiamies - Ombud - Agent

**Kolster Oy Ab,** Salmisaarenaukio 1, 00180 Helsinki

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

**Menetelmä joustavan polyuretaanivaahdon valmistamiseksi käyttäen vaahdotusaineena 1,1,1-trikloorietaania**

**Förfarande för framställning av flexibelt polyuretanskum medelst användning av 1,1,1-triklorethan som skumämne**

**Menetelmä joustavan polyuretaanivaahdon valmistamiseksi käyttäen vaahdotusaineena 1,1,1-trikloorietaania**

5 Tämä keksintö koskee joustavaa polyuretaanivaahtoa ja menetelmiä sen valmistamiseksi.

10 Polyuretaanivaahtoja käytetään laajalti monissa pakkaus-, pehmustus- ja muissa sovellutuksissa. Nämä vaahdot valmistetaan tavallisesti antamalla polyisosyanaatin reagoida suhteellisen korkean molekyylipainon aktiivisen vedyn sisältävän koostumuksen kanssa vaahdotusaineen läsnäollessa. Useimmissa teollisissa vaahdotusaineissa vettä käytetään ensisijaisena vaahdotusaineena, ja alhaalla kiehuvia halogenoituja hiiliyhdisteitä käytetään "apu"-vaahdotusaineina. Nämä apuvaahdotusaineet muodostavat kaasuja, jotka aiheuttavat polymeerin laajenemisen solumaisesti rakenteeksi. Lisäksi ne pehmentävät vaahtoa ja työstön aikana toimivat alentamalla lämpöä, siten estäen polymeerointireaktion aikana muodostunutta lämpöenergiaa hajottamasta polymeeriä.

20 Tavallisimpia apuvaahdotusaineita ovat alhaalla kiehuvat kovat kloorifluorihiliyhdisteet (CFC), kuten CFC-11 ja CFC-12, joiden viime vuosina on väitetty aiheuttavan ilmakehän otsonikerroksen tuhoutumista. Edellä olevan mukaisesti on näiden kovien CFC-yhdisteiden jatkuvaa käyttöä rajoitettu yhä enemmän. Tästä syystä on toivottavaa tuottaa vaihtoehtoja näille kovalle CFC-vaahdotusaineille.

30 Johtuen kuitenkin niistä monista rooleista, joita apuvaahdotusaineet näyttelevät polyuretaanivaahdon valmistuksessa, on ollut vaikeaa löytää hyväksyttäviä korvikkeita. Monet potentiaaliset korvikkeet ovat niin kalliita, että se estää niiden käytön. Toisilla on palo- ja toksikologisia riskejä, joita ei voida hyväksyä. Monet muut potentiaaliset korvikkeet tuottavat vaahdottomuuden, mutta

eivät riittävästi pehmennä vaahtoa tai absorboi tarpeeksi reaktiolämpöä.

Näinollen on toivottavaa tuottaa joustavan polyuretaanivaahdon vaahdotusaine, joka suorittaa aikaisempien  
5 apuvaahdotusaineiden toiminnot ja on lisäksi suhteellisen turvallinen ja edullinen hankkia.

Tämä keksintö on menetelmä joustavan polyuretaani-  
vaahdon valmistamiseksi antamalla reaktioseoksen, joka  
sisältää polyisosyanaattia ja suhteellisen korkean mole-  
10 kyylipainon aktiivista vetyä sisältävää ainetta, reagoida haihtuvan vaahdotusaineen läsnäollessa, joka haihtuva  
vaahdotusaine on seos vähintään noin 50 paino-%:sta 1,1,1-  
trikloorietaania, 0 - 50 paino-%:sta etyylikloridia tai  
metyleenikloridia tai niiden seosta, sekä 0 - 15 paino-  
15 %:sta muuta haihtuvaa vaahdotusainetta.

Tässä keksinnössä 1,1,1-trikloorietaania käytetään  
ainoana tai pääasiallisena haihtuvana vaahdotusaineena.  
Sitä voidaan käyttää ainoana vaahdotusaineena tai apuvaah-  
dotusaineena vedellä vaahdotettavissa vaahtokoostumuksis-  
20 sa. Mahdollisuus valmistaa joustavaa vaahtoa käyttäen  
1,1,1-trikloorietaania ainoana tai pääasiallisena vaahdo-  
tusaineena on melko hämmästyttävä, koska sillä on korkea  
kiehumispiste ( $-74,1^{\circ}\text{C}$ ). Tähän asti on uskottu, ettei  
tällaisten korkealla kiehuvien yhdisteiden käyttö sovel-  
25 tuisi hyvälaatuisen joustavan vaahdon valmistukseen, ellei  
mukana ole myös merkittävää määrää alhaalla kiehuvaa hii-  
livetyä, kuten CFC-22.

Lisäksi tämän keksinnön mukaisesti valmistetulla  
vaahdolla on ominaisuudet, jotka ovat suuresti samankal-  
30 taiset kuin niillä vaahdoilla, jotka on valmistettu käyt-  
tämällä tavanomaisia haihtuvia vaahdotusaineita, mikä jälleen  
on hämmästyttävää siinä mielessä, että vaahdotusaineiden  
kiehumispisteissä on huomattava ero, sekä ottaen huomioon  
aikaisemmat vaikeudet löytää vaihtoehtoja apuvaahdotus-  
35 aineiksi.

Tässä käytettynä termi "haihtuva vaahdotusaine" tarkoittaa orgaanista yhdistettä, jonka kiehumispiste on vähintään noin -15 °C (1 ilmakehän paineessa), mutta korkeintaan se maksimilämpötila, joka kehittyy reaktioseoksen reagoidessa muodostaen vaahtoa.

Eräässä tämän keksinnön näkökulmassa vähintään noin 85 mooli-% haihtuvasta vaahdotusaineesta on 1,1,1-trikloorietaania. Tässä näkökulmassa on edullisempaa, että vähintään noin 90 mooli-% haihtuvasta vaahdotusaineesta on 1,1,1-trikloorietaania, sekä erityisen edullista, että oleellisesti kaikki haihtuva vaahdotusaine lukuunottamatta pieniä epäpuhtauksia, on 1,1,1-trikloorietaania.

Toisessa tämän keksinnön näkökulmassa vähintään noin 50 paino-% haihtuvasta vaahdotusaineesta on 1,1,1-trikloorietaania, 0 - 50 paino-% siitä on metyleenikloridia ja/tai etyylikloridia, ja 0 - 15 paino-% on muuta haihtuvaa vaahdotusainetta.

Ensimmäisessä tämän keksinnön näkökulmassa toinen haihtuva vaahdotusaine on etyylikloridi, metyleenikloridi tai mikä tahansa seuraavassa kappaleessa kuvatuista muista vaahdotusaineista.

Tämän keksinnön toisessa näkökulmassa on muu haihtuva vaahdotusaine aine, eli se, jota on 0 - 15 paino-% reaktioseoksesta, mikä tahansa orgaaninen yhdiste, joka ei reagoi reaktioseoksen muiden komponenttien kanssa ei-toivotulla tavalla, ja jonka kiehumispiste on kuten edellä kuvattiin. Edullisia ovat kuitenkin alkaanit, joissa on 4 - 10, edullisesti 5 - 8 hiiliatomia, sekä osittain tai kokonaan halogenoidut alkaanit, joissa on 1 - 5, edullisesti 1 - 3 hiiliatomia. Näiden joukosta CFC-11, CFC-12, CFC-13, CFC-14, CFC-22, CFC-113, CFC-114, CFC-115, CFC-116, CFC-123, CFC-123a, CFC-124, CFC-124a, CFC-125, CFC-133 (kaikki isomeerit), CFC-134, CFC-134a, CFC-141b, CFC-142, CFC-143, CFC-151, CFC-152, pentaani, heptaani, heksaani ja perhalogenoidut propaanit ovat sopivia. Samanlai-

set alkaanit, jotka sisältävät bromia, ovat myös käyttökelpoisia. Lueteltujen joukosta ovat "pehmeät" CFC-yhdisteet (ne, joissa on vähintään yksi vetyatomi) edullisia käytettäessä muuta vaahdotusainetta. CFC-123, CFC-141b ja CFC-142 ovat erityisen edullisia.

Tämän keksinnön erityisen edullisissa suoritusmuodoissa 1,1,1-trikloorietaani on ainoa haihtuva vaahdotusaine, tai 1,1,1-trikloorietaani on ainoa haihtuva vaahdotusaine, tai 1,1,1-trikloorietaani on seoksena korkeintaan 50, erityisesti korkeintaan 30 paino-%:n metyleenikloridia tai etyylikloridia kanssa, ja muuta haihtuvaa vaahdotusainetta ei käytetä. Erityisen mielenkiinnon kohteena ovat seokset 50 - 85 paino-%:sta 1,1,1-trikloorietaania ja 15 - 50 %:sta etyylikloridia tai metyleenikloridia. Edullisinta on käyttää 1,1,1-trikloorietaania ainoana haihtuvana vaahdotusaineena.

1,1,1-trikloorietaani sekä muut haihtuvat vaahdotusaineet voivat sisältää stabilointiaineita, kuten butyleenioksidia, joka alentaa sen herkkyyttä hajoamiseen sen joutuessa kosketukseen veden kanssa tai muihin olosuhteisiin, joissa trikloorietaani pyrkii hajoamaan.

Tässä keksinnössä käytettävää vaahdotusainetta voidaan käyttää olennaiselta osin samalla tavalla kuin tavanomaisia haihtuvia vaahdotusaineita. Saman määrän muodostuvaa kaasua aikaansaamiseksi käytetään tätä vaahdotusainetta sama määrä mooleina kuin tavanomaisia vaahdotusaineita. Kuitenkin koska trikloorietaanilla on korkeampi molekyylipaino kuin useilla tavanomaisilla vaahdotusaineilla, käytetään sitä tavallisesti suurempi painomäärä.

Tässä keksinnössä polyisosyanaatin annetaan reagoida vähintään yhden suhteellisen korkean molekyylipainon aktiivista vetyä sisältävän aineen kanssa edellä kuvatun haihtuvan vaahdotusaineen läsnäollessa. Termiä "suhteellisen korkean molekyylipainon aktiivista vetyä sisältävä aine" on käytetty tässä koskemaan ainetta, jossa on keski-

määrin vähintään kaksi aktiivisen vedyn sisältävää ryhmää molekyyliliä kohti, sekä ekvivalenttipaino noin 400 tai korkeampi. Ekvivalenttipaino tarkoittaa tämän keksinnön mukaisessa käytössä aineen molekyylipainoa jaettuna sen keskimääräisellä aktiivisen vedyn sisältävien ryhmien määrällä molekyyliliä kohti. Aktiivisen vedyn sisältävät ryhmät voivat olla primaarisia tai sekundaarisia hydroksyyliä, primaarisia tai sekundaarisia amiineja, tioleja, karboksyylihappo- tai muita ryhmiä, jotka reagoivat isosyanaatin kanssa muodostaen siihen kovalenttisen sidoksen. Näiden joukosta hydroksyyli- ja amiiniryhmät ovat edullisia, kuten jäljempänä tarkemmin selitetään. Mukavuussyistä kaikkia näitä suhteellisen korkean ekvivalenttipainon aineita, riippumatta niiden nimenomaisista aktiivisen vedyn sisältävistä ryhmistä, kutsutaan tässä "polyoleiksi". Kaikkia materiaaleja, jotka on valmistettu tällaisista "polyoleista" ja polyisosyanaatista, kutsutaan tässä mukavuussyistä "polyuretaaneiksi".

Sopivia polyoleja ovat ne materiaalit, joiden ekvivalenttipaino on vähintään 400, ja joita on kuvattu US-patentin no. 4 581 418 kappaleissa 3 - 5. Edullisia ominaisuuksien, saatavuuden ja kustannusten kannalta ovat polyeetterit ja polyesterit polyeettereiden ollessa edullisempia. Polyeettereistä edullisia ovat propyleenioksidin polymeerit ja kopolymeerit, edullisesti ne, jotka sisältävät vähintään 30, edullisemmin vähintään 50, ja edullisimmin vähintään noin 70 paino-% oksipropyleeniyksiköitä. Polymeeripartikkelien dispersiot polyolissa (polymeeripolyolit), jollaisia on kuvattu US-patenteissa 4 581 418, 4 460 715, 3 953 393, 4 374 209 ja 4 324 716, ovat myös käyttökelpoisia tässä keksinnössä, ja usein edullisia.

On myös edullista, että polyolin keskimääräinen nimelliskfunktionaalisuus (keskimääräinen aktiivisen vedyn sisältävien ryhmien lukumäärä molekyyliliä kohti) on välillä 2 - 6, edullisemmin 2 - 4, edullisimmin 2 - 3. "Nimellis-

funktionaalisuus" tarkoittaa keskimääräistä aktiivisen vedyn sisältävien ryhmien lukumäärää molekyyliä kohti polyolin valmistuksessa käytetyssä initiaattorissa.

Polyolin valinta riippuu jonkin verran valmistettavan vaahdon tyypistä. Vaahtolevyjen valmistuksessa polyolin ekvivalenttipaino on edullisesti välillä 800 - 2 500, edullisemmin 800 - 1 300, ja aktiivisen vedyn sisältävät ryhmät ovat edullisesti primaarisia tai sekundaarisia hydroksyyli-ryhmiä, sekundaaristen hydroksyyli-ryhmien tai primaaristen tai sekundaaristen hydroksyyli-ryhmien seosten ollessa edullisimpia. Polymeeripolyolien käyttö vaahtolevyjen valmistuksessa on myös edullista koska se estää solujen aukeamista ja tuottaa paremman kuorimituksenkeston.

Muovatus vaahdon valmistuksessa on edullista käyttää korkeamman ekvivalenttipainon ja suuremman reaktiivisuuden polyoleja. Näinollen polyolin ekvivalenttipaino on edullisesti välillä 1 000 - 2 500, edullisemmin 1 200 - 2 000. Primaariset tai sekundaariset aromaattiset amiiniryhmät, sekundaariset alifaattiset amiiniryhmät ja primaariset hydroksyyli-ryhmät ovat edullisia aktiivisen vedyn sisältäviä ryhmiä. Polyolit, jotka sisältävät seoksen vähintään noin 75 %:sta primaarisia hydroksyyli-ryhmiä ja alle noin 25 %:sta sekundaarisia hydroksyyli-ryhmiä, ovat edullisimpia kustannusten ja saatavuuden kannalta. Joustavan vaahdon valmistamista käyttäen suhteellisen korkean ekvivalenttipainon amiinipäätteisiä materiaaleja on kuvattu US-patentissa 4 845 133. Polymeeripolyoleja voidaan myös käyttää valmistettaessa muovattua vaahtoa. Edullisimpia polyoleja muovattua vaahtoa varten ovat nimellisesti di- tai trifunktionaaliset poly(propeenioksidit), joihin on lisätty pääteryhmiksi 10 - 20 paino-% etyleenioksidia, sekä polymeeripolyolit, joissa on tällaisia polyoleja jatkuvana faasina.

Tässä keksinnössä voidaan käyttää vaahdon valmistukseen joko alifaattisia tai aromaattisia polyisosyanaat-

teja. Sopivia alifaattisia polyisosyanaatteja ovat etyleeni-  
nidi-isosyanaatti, 1,4-tetrametyleeninidi-isosyanaatti, 1,6-  
heksametyleeninidi-isosyanaatti, 1,2-dodekaaninidi-isosyanaatti,  
5 syklobutaani-1,3-di-isosyanaatti, sykloheksaani-1,3-  
ja -1,4-di-isosyanaatti, 1,5-di-isosyanato-3,3,5-trimetyy-  
lisykloheksaani, 2,4- ja/tai 2,6-heksahydrotolueeninidi-iso-  
syanaatti, perhydro-2,4'- ja/tai -4,4'-difenyylimetaaninidi-  
isosyanaatti ( $H_{12}$ MDI) sekä isofooroninidi-isosyanaatti.

Sopivia aromaattisia polyisosyanaatteja ovat esi-  
10 merkiksi 2,4- ja/tai 2,6-tolueeninidi-isosyanaatti (TDI),  
2,4'-difenyylimetaaninidi-isosyanaatti, 1,3- ja 1,4-fenylee-  
nidi-isosyanaatti, 4,4'-difenyylimetaaninidi-isosyanaatti  
(mukaanlukien sen seokset pienien määrien 2,4'-isomeeriä  
kanssa), 1,5-naftyleeninidi-isosyanaatti, trifenyylimetaani-  
15 4,4',4''-tri-isosyanaatti, polyfenyylipolymetyleenipoly-  
isosyanaatit sekä näiden seokset.

Lisäksi edellä mainittujen polyisosyanaattien joh-  
dannaiset ja esipolymeerit, kuten ne, jotka sisältävät  
uretaani-, karboimidi-, allofanaatti-, isosyanuraatti-,  
20 asyloitu urea-, biureetti-, esterit- sekä vastaavia ryhmiä,  
ovat käyttökelpoisia tässä keksinnössä. Näistä erityistä  
merkitystä on TDI:n ja MDI:n esipolymeereillä sekä niin-  
kutsutuilla "nestemäisillä MDI"-tuotteilla, jotka sisältä-  
vät karbodi-imidiryhmiä, ja joiden ekvivalenttipaino on  
25 välillä 130 - 150.

Edellä mainituista polyisosyanaateista TDI, MDI,  
isofooroninidi-isosyanaatti,  $H_{12}$ MDI, heksametyleeninidi-isosya-  
naatti, sykloheksaaninidi-isosyanaatti, näiden johdannaiset  
ja seokset ovat edullisia johtuen niiden hinnasta, kauppal-  
30 lisesta saatavuudesta sekä ominaisuuksista. TDI, MDI ja  
MDI:n johdannaiset ovat edullisempia. TDI, erityisesti  
2,4- ja 2,6-isomeerien seokset, ovat erityisen edullinen.

Polyisosyanaattia käytetään edullisesti määrä, joka  
on riittävä tuottamaan isosyanaatti-indeksiin 90 - 130,  
35 edullisesti 95 - 115, edullisemmin 100 - 110. Termiä "iso-



syanaatti-indeksi" käytetään tässä tarkoittamaan 100 kertaa isosyanaattiryhmien suhdetta reaktioseoksessa oleviin aktiivisen vedyn ekvivalentteihin. Korkeammilla indeksiluvuilla ylimääräinen polyisosyanaatti pyrkii trimeroitumaan siten alentaen vaahdon joustavuutta. Alemmilla indeksiluvuilla saatetaan saada aikaan riittämätön kypsyminen, jolloin fysikaaliset ominaisuudet heikkenevät.

Polyisosyanaatin, haihtuvan vaahdotusaineen ja polyolin lisäksi voidaan reaktioseoksessa käyttää erilaisia muita komponentteja. Näiden lisäkomponenttien valinta riippuu suurelta osin vaahdon tyypistä ja sen aiotusta loppukäytöstä ja ominaisuuksista.

Monissa vaahdoissa käytetään vettä tuottamaa primaarista kaasunkehitystä ja muodostamaan polymeeriin polyureasidoksia. Käytettäessä vettä on se yleensä mukana määränä välillä 0,5 - 12, edullisesti 1 - 8 osaa 10 paino-osaa polyolia kohti. Veden määrän lisääminen pyrkii alentamaan vaahdon tiheyttä. Sellaisen vaahdon valmistamiseksi, jonka tiheys on välillä 16 - 32 kg/m<sup>3</sup> käytetään edullisemmin 3 - 8, edullisimmin 4 - 6 osaa vettä 100 paino-osaa polyolia kohti. Sellaisen vaahdon valmistamiseksi, jonka tiheys on välillä 32 - 48 kg/m<sup>3</sup> on edullisinta käyttää 2 - 5 paino-osaa vettä. Veden käyttö on edullista useimpien vaahtojen valmistamisessa, paitsi joidenkin vaahtojen, joilla on yhtenäinen kuori, joista vesi jätetään usein pois koostumuksesta jotta saataisiin vaahdolle muodostumaan olennaisesti soluuntumaton kuori.

Tämän keksinnön mukaista haihtuvaa vaahdotusainetta käytetään määrä, joka on riittävä tuottamaan halutun lisätiheyden alenemiseen (yli sen, minkä vesi tuottaa jos sitä käytetään), pehmentämään vaahtoa ja alentamaan lämpötiloja reagoivan seoksen sisällä. Jälkimmäisten kahden toiminnon suorittamiseksi haihtuvan vaahdotusaineen määrä usein kasvaa veden määrän kasvaessa, koska veden lisääminen lisää myös reaktiossa muodostuvaa lämpöä ja vaahtoon muodostu-

vien polyureasidosten määrää, mikä aiheuttaa vaahtoon kovuutta. Edullisesti haihtuvaa vaahdotusainetta käytetään 3 - 50, edullisemmin 5 - 45 paino-osaa 100 paino-osaa polyolia kohti. 16 - 32 kg/m<sup>3</sup>:n vaahdon valmistamiseksi 3 - 8 osalla vettä on edullista käyttää 2 - 40, edullisemmin 5 - 40 osaa haihtuvaa vaahdotusainetta 100 paino-osaa polyolia kohti. 32 - 48 kg/m<sup>3</sup>:n vaahdon valmistamiseksi 2 - 5 osalla vettä on edullista käyttää 2 - 30, edullisemmin 3 - 25 osaa haihtuvaa vaahdotusainetta 100 osaa polyolia kohti.

Vaahdon valmistuksessa tämän keksinnön mukaisesti on myös edullista käyttää katalyyttiä poly(propyleenioksiidi)polymeerin ja polyisosyanaatin väliselle reaktiolle. Vaikka tunnetaan useita erilaisia aineita, jotka ovat käyttökelpoisia tähän tarkoitukseen, ovat laajimmin käytettyjä ja edullisia katalyyttejä tertiaariset amiinikatalyytit ja orgaaniset metallikatalyytit.

Esimerkkejä tertiaarisista amiinikatalyyteistä ovat trietyleenidiamiini, N-metyylimorfoliini, N-etyylimorfoliini, dietyylietanoliamiini, N-kokomorfoliini, 1-metyyli-4-dimetyyliaminoetyylipiperatsiini, 3-metoksi-N-dimetyyli-propyyliamiini, N,N-dietyyli-3-dietyyliaminopropyyliamiini, dimetyyllibentsyyliamiini sekä bis-(2-dimetyyliaminoetyyli)etteri. Tertiaarisia amiinikatalyyttejä käytetään edullisesti määränä, joka on 0,01 - 5, edullisesti 0,03 - 2 osaa 100 paino-osaa polyolia kohti.

Esimerkkejä orgaanisista metallikatalyyteistä ovat orgaaniset metallisuolat, kuten tinan, vismutin, raudan, elohopean, sinkin ja lyijyn suolat, orgaanisten tinayhdisteiden ollessa edullisia. Sopivia orgaanisia tinakatalyyttejä ovat dimetyylitinadilauraatti, dibutyylitinadilauraatti, ja stanno-oktoaatti. Muita sopivia katalyyttejä on esitetty esimerkiksi US-patentissa 2 846 408. Edullisesti käytetään 0,001 - 3 paino-osaa orgaanista metallikatalyyttiä 100 osaa polyolia kohti.

Stabiilin vaahton saamiseksi, eli sellaisen, joka ei painu kasaan tai sisällä merkittäviä määriä suuria huokosia, voidaan käyttää pinta-aktiivista ainetta stabiloimaan vaahtoavaa reaktioseosta kokoonpainumista vastaan kunnes seos on riittävästi kypsynyt säilyttääkseen solurakenteensa. Sopivia pinta-aktiivisia aineita ovat siloksani/poly(alkyleenioksidi)kopolymeerit, joita on kuvattu esimerkiksi US-patenteissa 3 887 500 ja 3 957 842 samoin kuin tietyt rasvahappojen suolat. Tällaisten pinta-aktiivisten aineiden valinta ja käyttö vaahtojen valmistuksessa on alalla hyvin tunnettua. Koska ylimäärä pinta-aktiivista ainetta pyrkii aiheuttamaan reaktioseoksen kasaanpainumisen ennen geeliytymistä, on edullista käyttää pinta-aktiivista ainetta määränä, joka on alle noin 5, edullisesti alle noin 2 osaa 100 osaa polyolia kohti.

Silloitusaineita ja ketjunpidennysaineita voidaan käyttää, erityisesti valmistettaessa muovattua vaahtoa tai korkean kimmoisuuden vaahtolevyjä, parantamaan kuormituksen kestoa ja työstettävyyttä. Sopivia tällaisia silloitusaineita ovat alkanoliamiini ja muut yhdisteet, joiden ekvivalenttipaino on noin 200 tai alempi, ja joilla on 3 - 8, edullisesti 3 - 4 aktiivisen vedyn sisältävää ryhmää molekyyliä kohti. Esimerkkejä tällaisista yhdisteistä ovat glyseriini ja trimetylolipropaani, niiden alkoksyloidut johdannaiset sekä muut alkyleenitriolit. Edullisia ovat kuitenkin sellaiset alkanoliamiinit kuten dietanoliamiini, tri-isopropanoliamiini, trietanoliamiini, di-isopropanoliamiini, 4 - 8 moolin etyleenioksidia ja/tai propyleenioksidia adduktit etyleenidiamiinin ja polyamiinien, kuten metyleenibis(o-kloorianiliinin) kanssa, etyleenidiamiini sekä ammoniakki. Edullisin, sen optimaalisen reaktiivisuuden vuoksi, on dietanoliamiini. "Ketjunpidennysaineita" tämän keksinnön mukaisessa tarkoituksessa, ovat yhdisteet, joissa on kaksi aktiivisen vedyn sisältävää ryhmää molekyyliä kohti ja ekvivalenttipaino välillä 31 - 300, edul-

lisesti välillä 31 - 150. Hydroksyyliipitoisia ketjunpidennysaineita ovat alkyleeliglykolit ja glykolieetterit, kuten etyleeniglykoli, 1,3-propyleeniglykoli, 1,4-butyleeniglykoli, 1,6-heksametyleeniglykoli, dietyleeniglykoli, trietyleeniglykoli, dipropyleeniglykoli, 1,4-sykloheksaanidimetanoli ja alkoksyloitu aniliini. Amiiniketjunpidennysaineita ovat dietyylitolueenidiamiini, fenyleenidiamiini, metyleenibis(o-kloorianiliini), NaCl-käsitelty metyleenibis(aniliini), tolueenidiamiini, aromaattiset diaminit, jotka on substituoitu vähintään yhteen amiiniryhmien viereisistä hiiliatomeista alemmalla alkyyliryhmällä. Tällaisia ketjunpidennysaineita ja silloitusaineita, jos niitä käytetään, käytetään edullisesti pieni määrä, eli alle noin 50 paino-osaa 100 paino-osaa polyolia kohti. Edullisimmin ketjunpidennysaineen ja silloitusaineen yhdistetty paino on alle noin 20, edullisesti alle noin 5 paino-osaa 100 paino-osaa polyolia kohti.

Silloitusaineita ja ketjunpidennysaineita voidaan käyttää, erityisesti valmistettaessa muovattua vaahtoa tai korkean kimmoisuuden vaahtolevyjä, parantamaan kuormituksen kestoa ja työstettävyyttä. Sopivia tällaisia silloitusaineita ovat alkanoliamiinit ja muut yhdisteet, joiden ekvivalenttipaino on noin 200 tai alempi, ja joilla on - 8, edullisesti 3 - 4 aktiivisen vedyn sisältävää ryhmää molekyyliä kohti. Esimerkkejä tällaisista yhdisteistä ovat glyseriini ja trimetylolipropaani, niiden alkoksyloidut johdannaiset sekä muut alkyleenitriolit. Edullisia ovat kuitenkin sellaiset alkanoliamiinit kuten dietanoliamiini, tri-isopropanoliamiini, trietanoliamiini, di-isopropanoliamiini, 4 - 8 moolin etyleenioksidia ja/tai propyleenioksidia adduktit etyleenidiamiinin ja polyamiinien, kuten metyleenibis(o-kloorianiliinin) kanssa, etyleenidiamiini sekä ammoniakki. Edullisin, sen optimaalisen reaktiivisuuden vuoksi, on dietanoliamiini. "Ketjunpidennysaineita" tämän keksinnön mukaisessa tarkoituksessa, ovat yhdisteet,

joissa on kaksi aktiivisen vedyn sisältävää ryhmää molekyyliä kohti ja ekvivalenttipaino välillä 31 - 300, edullisesti välillä 31 - 150. Hydroksyyllipitoisia ketjunpidennysaineita ovat alkyleeniglykolit ja glykolieetterit, kuten etyleeniglykoli, 1,3-propyleeniglykoli, 1,4-butyleeniglykoli, 1,6-heksametyleeniglykoli, dietyleeniglykoli, trietyleeniglykoli, dipropyleeniglykoli, 1,4-sykloheksaanidimetanoli ja alkoksyloitu aniliini. Amiiniketjunpidennysaineita ovat dietyylitolueenidiamiini, fenyleenidiamiini, metyleenibis(o-kloorianiliini), NaCl-käsitelty metyleenibis(aniliini), tolueenidiamiini, aromaattiset diamiinit, jotka on substituoitu vähintään yhteen amiiniryhmien viereisistä hiiliatomeista alemmalla alkyyliryhmällä. Tällaisia ketjunpidennysaineita ja silloitusaineita, jos niitä käytetään, käytetään edullisesti pieni määrä, eli alle noin 50 paino-osaa 100 paino-osaa polyolia kohti. Edullisimmin ketjunpidennysaineen ja silloitusaineen yhdistetty paino on alle noin 20, edullisesti alle noin 5 paino-osaa 10 paino-osaa polyolia kohti.

Edellä mainittujen komponenttien lisäksi voidaan vaahdon valmistuksessa tämän keksinnön mukaisesti käyttää lisäksi sellaisia aineita, kuten väriaineita, solun avaajia, palamista hidastavia aineita, antioksidantteja, muotista irroitusaineita, UV-stabilisaattoreita ja lujiteaineita, jotka voivat vaihdella vaahdon haluttujen ominaisuuksien mukaan.

Vaaho valmistetaan tämän keksinnön mukaisesti sekoittamalla edellä mainitut komponentit keskenään ja antamalla niiden reagoida. On mahdollista käyttää kaksivaiheista menetelmää, jossa kaiken tai pääosan polyolista annetaan reagoida polyisosyanaatin kanssa ensimmäisessä vaiheessa isosyanaattipäätteisen esipolymeerin muodostamiseksi, jonka esipolymeerin annetaan sitten reagoida jäljellä olevien komponenttien kanssa toisessa vaiheessa vaahdon muodostamiseksi. On kuitenkin edullisempaa

käyttää yksivaiheista menetelmää, jossa kaikki komponentit sekoitetaan ja reagoivat yhdessä vaiheessa.

Muovatus vaahdon valmistamisessa yksivaihemenetelmässä on edullista sekoittaa kaikki komponentit lukuunottamatta polyisosyanaattia ja syöttää ne yhtenä virtana sekoituspäähän. Tiettyt komponentit, kuten haihtuva vaahdotusaine, sekoitetaan kuitenkin toisinaan polyisosyanaattiin. Lisäksi tarvittaessa voidaan lisätä erillisiä vesi-, polyoli-, pinta-aine- jne. virtoja, jos halutaan. Polyisosyanaatti lisätään edullisesti sekoituspäähän erillisenä virtana, jolloin se sekoittuu polyoliseokseen ja ruiskutetaan muottiin. Sekoitus- ja muotin täyttövaiheiden suorittamisessa voidaan käyttää tavanomaisia matalapaine-laitteistoja tai korkeapaineisia törmäyssekoitusmenetelmiä, kuten reaktioruiskupuristusmenetelmää. Yleensä komponentit sekoitetaan noin huoneen lämpötilassa, vaikka sellaiset komponentit, kuten puhdas MDI, jotka ovat kiinteitä huoneenlämmössä voidaan kuumentaa sulamispisteittensä yläpuolelle.

Eräässä muovausmenetelmässä (kuumamuovausmenetelmä), reagoivat aineet pannaan muottiin, joka on lähellä huoneenlämpötilaa. Täytön jälkeen muotti asetetaan uuniin lämpötilaan 150 °C - 300 °C kypsymisen aikaansaamiseksi. Toisessa menetelmässä (kylmämuovausmenetelmä), reagoivat aineet asetetaan muottiin, joka on esilämmitetty 30 - 76 °C:een. Muotin täytön jälkeen se asetetaan uuniin 70 - 200 °C:een kypsymisen aikaansaamiseksi. Kolmannessa menetelmässä täytetty muotti pidetään huoneenlämpötilassa kypsymisprosessin ajan. Tässä kolmannessa menetelmässä muotti voi olla esilämmitetty tai sitten ei, vaikka se edullisesti on lämmitetty lämmönhukkailmiöiden estämiseksi.

Muottiin asetetaan riittävä määrä reaktioseosta jotta se laajentumisensa jälkeen täyttää muotin kokonaan. On edullista lisätä pieni ylimäärä ainetta siihen määrään nähden, joka juuri ja juuri täyttää muotin. Muotin täytön

jälkeen reaktioseoksen annetaan kypsyä muotissa vähintään siihen tilaan saakka, joka sallii muovatun vaahdon irroittamisen muotista siten ettei siihen jää pysyviä ei-toivottuja muodonmuutoksia. Tyypillisissä teollisissa menetelmissä muottikypsytysajajat välillä 2 - 30, edullisesti 2 - 15 minuuttia ovat riittäviä tähän tarkoitukseen. Jos halutaan, voidaan vaahto jälkikypsyttää kuumentamalla se 50 - 120 °C:seen 10 minuutin - 24 tunnin ajaksi, edullisesti 20 minuutin - 2 tunnin ajaksi.

10           Voi olla tarpeellista tai toivottavaa avata vaahdon solut mekaanisesti kypsytyksen aikana tai senjälkeen. Tämä voidaan tehdä murskaamalla vaahto, lävistämällä sitä tai pudottamalla painetta muotissa oikeassa kypsymisen vaiheessa, kuten on esitetty US-patentissa 4 579 700.

15           Tämän keksinnön edut nähdään erityisesti vaahtolevyjen valmistamisessa. Levyvaahdon halutaan usein olevan tiheydeltään alhainen, mikä vaatii suurempia määriä vaahtodotusainetta, ja se valmistetaan tavallisesti suurina kappaleina, joten reaktiossa vapautuvasta lämmöstä johtuvat sisäiset lämpötilat ovat erityisen korkeita. Molemmat näistä tekijöistä asettavat haihtuvalle vaahtodotusaineelle suuria vaatimuksia. Vaahtolevyjen teollisessa valmistuksessa komponentit voidaan, ja tyypillisesti näin tehdään, tuoda erikseen sekoituspäähän, jossa ne sekoitetaan hyvin keskenään ja mitataan alustalle, jossa vaahtodotus tapahtuu. Mikäli halutaan voidaan kuitenkin tehdä muista komponenteista paitsi isosyanaatista esiseoksia. Komponentit ovat edullisesti huoneenlämpötilassa tai hieman sitä korkeamassa lämpötilassa sekoitettaessa sekoituspäässä, vaikka esilämmitys saattaa olla tarpeen joissakin tapauksissa sellaisten komponenttien sulattamiseksi, jotka ovat kiinteitä huoneenlämpötilassa. Sen jälkeen kun komponentit on sekoitettu ja levitetty alustalle, annetaan seoksen vapaasti nousta ja kypsyä. Alkukypsytyksen jälkeen saatua

kakkua voidaan tasoittaa ja antaa sen vanheta lyhyen aikaa jotta fysikaaliset ominaisuudet edelleen kehittyisivät.

5 Tämä keksinnön mukainen vaahto on käyttökelpoista laajalla alueella pehmustus- ja energian absorbointisovel-  
luksia, mukaanlukien esimerkiksi patjat, huonekalujen peh-  
musteet, täytteet, mattojen aluskerrokset, kokolattiamat-  
tojen alapinnat, auton niskatuet, törmäystyyny, käsino-  
jat, kojetaulun päällykset, kattolistat ja istuimet.

10 Seuraavat esimerkit on annettu tämän keksinnön ku-  
vaamiseksi, ja niiden ei pidä tulkita rajoittavan sitä  
millään tavalla. Jollei muuta ole mainittu, ovat kaikki  
osat ja osuudet paino-osia ja -osuuksia.

#### Esimerkki 1 ja vertailunäyte A

15 Vaahtolevy esimerkki no. 1 ja vertailunäyte A val-  
mistettiin seuraavassa taulukossa 1 esitetyistä koostumuk-  
sista. Vaahton valmistuksessa sekoitettiin kaikki kompo-  
nentit paitsi polyisosyanaattia hyvin keskenään, ja tähän  
seokseen lisättiin polyisosyanaatti. Saatu seos kaadettiin  
välittömästi avoimeen 38,1 x 38,1 x 25,4 cm laatikkoon, ja  
20 annettiin nousta vapaasti. Molemmissa tapauksissa tapahtui  
täydellinen nousu ja blow off (mikä ilmaisi solujen aukea-  
misen) 115 - 135 sekunnin kuluttua isosyanaatin lisäykses-  
tä. Vaahton annettiin vanheta yön yli jotta se kypsyisi  
täysin, ja sitten se leikattiin koekappaleisiin, joita  
25 vanhennettiin seitsemän päivän ajan kontrolloidun lämpöti-  
lan ja kosteuden olosuhteissa fysikaalisten ominaisuuksien  
testaamista varten. Fysikaalisten ominaisuuksien testien  
tulokset on esitetty seuraavassa taulukossa 2.



Taulukko 1

| 5  | Komponentti                                 | Paino-osaa            |                    |
|----|---------------------------------------------|-----------------------|--------------------|
|    |                                             | Vertailu-<br>näyte A* | Esimerkki<br>no. 1 |
|    | Polyoli A <sup>1</sup>                      | 100                   | 100                |
|    | Silikoni-pinta-aktiivinen aine <sup>2</sup> | 1,48                  | 1,48               |
| 10 | Amiinikatalyytti <sup>3</sup>               | 0,08                  | 0,08               |
|    | Stanno-oktoaatti                            | 0,4                   | 0,6                |
|    | Vesi                                        | 3,47                  | 3,47               |
|    | Metyleenikloridi                            | 13,25                 | 0                  |
|    | 1,1,1-trikloorietaani                       | 0                     | 20,74              |
| 15 | TDI (indeksi)                               | 102                   | 102                |

\* - Ei esimerkki tästä keksinnöstä

<sup>1</sup> Ekvivalenttipainoltaan 1 264:n, nimellisesti trifunktionaalinen satunnaiskopolymeeri noin 88 %:sta propyleenioksidia ja noin 12 %:sta etyleenioksidia.

<sup>2</sup> L560, Unioni Carbide Corporationilta.

<sup>3</sup> D8264, Air Products and Chemicals, Inc:lta.

Taulukko 2

| 5  | Ominaisuus                                                   | Esimerkki tai vertailunäyte |                 |
|----|--------------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------|
|    |                                                              | A*                          | 1               |
| 10 | Nousuaika, sek.                                              | 133                         | 116             |
|    | Ilman virtaus, ft <sup>3</sup> /min<br>(m <sup>3</sup> /sek) | 2,4<br>(0,0011)             | 2,2<br>(0,0010) |
| 15 | Tiheys, pcf<br>(kg/m <sup>3</sup> )                          | 1,31<br>(21,0)              | 1,43<br>(22,9)  |
|    | Vetolujuus, psi <sup>1</sup><br>(kPa)                        | 10,2<br>(70,3)              | 14,6<br>(100,7) |
| 20 | Venymä, % <sup>1</sup>                                       | 236                         | 330             |
|    | Repeytymislujus, pli <sup>1</sup><br>(N/m)                   | 2,4<br>(420)                | 3,1<br>(543)    |
| 25 | Viruminen, 90 % <sup>1</sup>                                 | 3,3 %                       | 6,2 %           |
|    | 25 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)                         | 24<br>(107)                 | 23<br>(102)     |
| 30 | 65 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)                         | 42<br>(187)                 | 42<br>(187)     |
|    | Palautuma 25 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)               | 16<br>(71)                  | 16<br>(71)      |
| 35 | Hystereesispalautuma, % <sup>1</sup>                         | 66,6                        | 67,6            |
|    | * - Ei esimerkki tästä keksinnöstä                           |                             |                 |
| 40 | <sup>1</sup> ASTM D-3574-81                                  |                             |                 |

45 Kuten voidaan havaita taulukon 2 tiedoista, oli tämän keksinnön mukaan valmistetulla vaahdolla ominaisuudet, jotka eivät merkittävästi eronneet vertailunäytteestä. Tätä on pidettävä yllättävänä siinä mielessä, että trikloorietaani oli ainoa apuvaahdotusaine, ja vaahdon

koko oli pieni, joten reaktiossa kehittyvä lämpö määrä ei ollut suuri. Voitaisiin osoittaa, että näissä olosuhteissa trikloorietaani ei höyrystyisi riittävästi. Kuitenkaan ei tapahtunut ainoastaan täydellistä vaahdottumista, vaan  
 5 saatiin myös aikaan samanlaiset vaahdon ominaisuudet.

### Esimerkki 2 ja vertailunäyte B

Samalla tavalla, joka esitettiin esimerkissä 1, valmistettiin vaahdonäyte no. 2 ja vertailunäyte B taulukossa 3 ilmoitetuista koostumuksista. Niiden fysikaaliset  
 10 ominaisuudet on ilmoitettu taulukossa 4. Jälleen saatiin oleellisilta osin samanlaiset ominaisuudet käyttäen trikloorietaania ainoana apuvaahdotusaineena.

**Taulukko 3**

|    | Komponentti                                 | Paino-osaa       |                 |
|----|---------------------------------------------|------------------|-----------------|
|    |                                             | Vertailunäyte A* | Esimerkki no. 1 |
| 15 |                                             |                  |                 |
| 20 | Polyoli B <sup>1</sup>                      | 100              | 100             |
|    | Silikoni-pinta-aktiivinen aine <sup>2</sup> | 1,1              | 1,1             |
|    | Amiinikatalyytti <sup>3</sup>               | 0,058            | 0,058           |
|    | Stanno-oktoaatti                            | 0,3              | 0,3             |
|    | Vesi                                        | 5,4              | 5,4             |
| 25 | Metyleenikloridi                            | 13,25            | 0               |
|    | 1,1,1-trikloorietaani                       | 0                | 20,74           |
|    | TDI (indeksi)                               | 108              | 108             |

\* - Ei esimerkki tästä keksinnöstä

30 <sup>1</sup> Ekvivalenttipainoltaan 1 030:n, nimellisesti trifunktionaalinen satunnaiskopolymeeri noin 88 %:sta propyleenioksidia ja noin 12 %:sta etyleenioksidia.

<sup>2</sup> L-562, Unioni Carbide Corporationilta.

<sup>3</sup> D8264, Air Products and Chemicals, Inc:lta.

Taulukko 4

| 5  | Ominaisuus                                                   | Esimerkki tai ver-<br>tailunäyte |                 |
|----|--------------------------------------------------------------|----------------------------------|-----------------|
|    |                                                              | B*                               | 2               |
|    | Nousuaika, sek.                                              | 107                              | 103             |
| 10 | Ilman virtaus, ft <sup>3</sup> /min<br>(m <sup>3</sup> /sek) | 1,6<br>(0,0007)                  | 1,7<br>(0,0008) |
|    | Tiheys, pcf<br>(kg/m <sup>3</sup> )                          | 0,90<br>(14,4)                   | 0,94<br>(15,1)  |
| 15 | Vetolujuus, psi <sup>1</sup><br>(kPa)                        | 12,1<br>(83,4)                   | 12,6<br>(86,9)  |
|    | Venymä, % <sup>1</sup>                                       | 156                              | 165             |
| 20 | Repeytymislujuus, pli <sup>1</sup><br>(N/m)                  | 1,7<br>(298)                     | 1,8<br>(315)    |
|    | Viruminen, 90 % <sup>1</sup>                                 | 18,3 %                           | 11,0 %          |
| 25 | 25 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)                         | 35<br>(156)                      | 36<br>(160)     |
|    | 65 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)                         | 57<br>(254)                      | 59<br>(262)     |
| 30 | Palautuma 25 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)               | 20<br>(89)                       | 20<br>(89)      |
| 35 | Hystereesispalautuma, % <sup>1</sup>                         | 55                               | 56              |

\* - Ei esimerkki tästä keksinnöstä

<sup>1</sup> ASTM D-3574-81

### Esimerkki 3

- 40 Valmistettiin erikoisen alhaisen tiheyden korkean vesipitoisuuden vaahtoa (näyte no. 3) käyttäen trikloori-etaania apuvaahdotusaineena, taulukossa 5 ilmoitetusta koostumuksesta, seuraten esimerkissä 1 kuvattua yleistä menettelytapaa. Saadulla vaahdolla oli vertailukelpoiset
- 45 ominaisuudet samanlaiseen vaahtoon nähden, joka oli valmistettu käyttäen metyleenikloridia apuvaahdotusaineena.

Taulukko 5

| Komponentti                      | Paino-osaa |
|----------------------------------|------------|
| Polyoli B <sup>1</sup>           | 100        |
| Silikoni-pinta-aine <sup>2</sup> | 8          |
| 5 Amiinikatalyytti <sup>3</sup>  | 0,16       |
| Stanno-oktoaatti                 | 2,25       |
| Vesi                             | 8,0        |
| 1,1,1-trikloorietaani            | 35         |
| TDI (paino-osaa)                 | 92,7       |

10

<sup>1</sup>Sama kuin <sup>1</sup> taulukossa 3.

Q2-5160, Down Corning Corporationilta.

C232, Unionin Carbide Corporationilta.

15

#### Esimerkit 4 - 6

20

Vaahtoesimerkit 4 - 6 valmistettiin seuraten esimerkissä 1 kuvattua yleistä menettelytapaa, käyttäen seuraavassa taulukossa 6 esitettyjä koostumuksia. Vaahtojen fysikaaliset ominaisuudet on ilmoitettu taulukossa 7. Jälleen saatiin aikaan hyvälaatuista vaahtoa.

Taulukko 6

| Komponentti                                 | Paino-osaa |         |         |
|---------------------------------------------|------------|---------|---------|
|                                             | Esim. 4    | Esim. 5 | Esim. 6 |
| 25 Polyoli B <sup>1</sup>                   | 100        | 100     | 100     |
| Silikoni-pinta-aktiivinen aine <sup>2</sup> | 1,1        | 1,1     | 1,1     |
| Amiinikatalyytti <sup>3</sup>               | 0,058      | 0,058   | 0,058   |
| Stanno-oktoaatti                            | 0,45       | 0,38    | 0,35    |
| 30 Vesi                                     | 5,4        | 5,4     | 5,4     |
| Metyleenikloridi                            | 7,92       | 6,6     | 0       |
| 1,1,1-trikloorietaani                       | 8,8        | 10,37   | 7,5     |
| etyylikloridi                               | 0          | 0       | 7,5     |
| TDI (indeksi)                               | 108        | 108     | 108     |

35

<sup>1-3</sup> samat kuin <sup>1-3</sup> taulukossa 3.

Taulukko 7

| Ominaisuus |                                                              | Esimerkki numero |                 |                 |
|------------|--------------------------------------------------------------|------------------|-----------------|-----------------|
| 5          |                                                              | 4                | 5               | 6               |
|            | Nousuaika, sek.                                              | 95               | 100             | 114             |
| 10         | Ilman virtaus, ft <sup>3</sup> /min<br>(m <sup>3</sup> /sek) | 0,58<br>(0,0003) | 1,7<br>(0,0008) | 0,5<br>(0,0002) |
|            | Tiheys, pcf<br>(kg/m <sup>3</sup> )                          | 0,88<br>(14,1)   | 0,92<br>(14,7)  | 0,87<br>(13,9)  |
| 15         | Vetolujuus, psi <sup>1</sup><br>(kPa)                        | 12,4<br>(85,5)   | 13,3<br>(91,7)  | 13,2<br>(91,0)  |
|            | Venymä, % <sup>1</sup>                                       | 161              | 175             | 178             |
| 20         | Repeytymislujuus, pli <sup>1</sup><br>(N/m)                  | 1,8<br>(315)     | 1,9<br>(333)    | 1,5<br>(263)    |
|            | Viruminen, 90 % <sup>1</sup>                                 | 29,0             | 10,0            | 13,8            |
| 25         | 25 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)                         | 37<br>(165)      | 35<br>(156)     | 36<br>(160)     |
|            | 65 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)                         | 59<br>(165)      | 58<br>(156)     | 57<br>(254)     |
| 30         | Palautuma 25 % IFD, naulaa <sup>1</sup><br>(N)               | 20<br>(89)       | 20<br>(89)      | 19<br>(85)      |
| 35         | Hystereesispalautuma, % <sup>1</sup>                         | 1,61             | 1,64            | 1,58            |

<sup>1</sup> ASTM D-3574-81

## Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä joustavan vaahdon valmistamiseksi, joka menetelmä käsittää sellaisen reaktioseoksen antamisen reagoida, joka sisältää polyisosyanaattia ja suhteellisen korkean ekvivalenttipainon aktiivista vetyä sisältävää ainetta, haihtuvan vaahdotusaineen läsnäollessa, t u n n e t t u siitä, että vähintään noin 85 mooli-% mainitusta haihtuvasta vaahdotusaineesta on trikloorietaania.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu suhteellisen korkean ekvivalenttipainon aktiivista vetyä sisältävä aine on hydroksyyliipäätteinen polyeetteri, jossa on nimellisesti keskimäärin 2 - 4 hydroksyyliiryhmää molekyyliä kohden.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu reaktioseos sisältää lisäksi vettä.
4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että trikloorietaani muodostaa vähintään noin 95 mooli-% haihtuvasta vaahdotusaineesta.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu haihtuva vaahdotusaine koostuu olennaiselta osin trikloorietaanista.
6. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että reaktioseos sisältää 2 - 8 paino-osaa vettä 100 paino-osaa polyeetteriä ja 20 - 40 paino-osaa trikloorietaania kohti.
7. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että reaktioseos reagoi suljetussa muotissa.
8. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että reaktioseos nousee vapaasti.
9. Menetelmä joustavan vaahdon valmistamiseksi, joka menetelmä käsittää sellaisen reaktioseoksen antamisen reagoida, joka sisältää polyisosyanaattia ja suhteellisen

korkean ekvivalenttipainon aktiivista vetyä sisältävää ainetta, haihtuvan vaahdotusaineen läsnäollessa, t u n n e t t u siitä, että haihtuva vaahdotusaine on seos vähintään noin 50 paino-%:sta trikloorietaania, 0 - 50 paino-%:sta etyylikloridia tai metyleenikloridia tai niiden seosta, sekä 0 - 15 paino-%:sta muuta haihtuvaa vaahdotusainetta.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu suhteellisen korkean ekvivalenttipainon aktiivista vetyä sisältävä aine on hydroksyyliipäätteinen polyeetteri, jossa on nimellisesti keskimäärin 2 - 4 hydroksyyliiryhmää molekyyliä kohti.

11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu reaktioseos sisältää lisäksi vettä.

12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että mainittu haihtuva vaahdotusaine on 50 - 85 paino-%:sesti trikloorietaania ja 15 - 50 paino-%:sesti metyleenikloridia.

13. Patenttivaatimuksen 12 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että reaktioseos sisältää 2 - 5 osaa vettä 100 paino-osaa polyeetteriä kohti.