



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 287 314**

(51) Int. Cl.:
C08L 95/00 (2006.01)
C08J 9/00 (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(86) Número de solicitud europea: **02769466 .0**
(86) Fecha de presentación : **04.05.2002**
(87) Número de publicación de la solicitud: **1399513**
(87) Fecha de publicación de la solicitud: **24.03.2004**

(54) Título: **Proceso para la producción de betún alveolar con estabilidad de espuma mejorada y volumen de espuma mejorado.**

(30) Prioridad: **17.05.2001 DE 101 23 907**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.12.2007

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.12.2007

(73) Titular/es: **Goldschmidt GmbH**
Goldschmidtstrasse 100
45127 Essen, DE

(72) Inventor/es: **Ballandies, Jürgen;**
Holthoff, Hubert y
Keup, Michael

(74) Agente: **Lehmann Novo, María Isabel**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Proceso para la producción de betún alveolar con estabilidad de espuma mejorada y volumen de espuma mejorado.

5 Objeto de la invención es un proceso para la producción de betún alveolar con estabilidad de espuma mejorada y volumen de espuma mejorado.

10 Según DIN 55 946 parte 1 (12/1983), betún es la designación para las mezclas de hidrocarburos de alto peso molecular, de color oscuro, semisólidas hasta resquebrajables y fusibles obtenidas en el procesamiento cuidadoso de los petróleos, y las proporciones solubles en sulfuro de carbono de los asfaltos naturales así como de ozoquerita y cera montana.

15 El betún se emplea en la protección de edificios como material de recubrimiento o como composición de relleno. Campos de aplicación adicionales son agentes de impermeabilización contra las aguas freáticas, como material aislante eléctrico y en la industria de los cartones alquitranados, pero principalmente como ligante para una multiplicidad de sustratos orgánicos e inorgánicos como materias plásticas, papel, cartón, materiales reciclables como escombros o escorias procedentes de procesos industriales, materiales problemáticos que contienen asbesto, y particularmente para gravillas y arenas, macadán, y piedra machacada empleados habitualmente en la construcción de carreteras.

20 Dado que los betunes habituales son sólidos a las temperaturas normales, los mismos deben fluidizarse para la obtención de un revestimiento adherente a los sustratos.

25 Ello puede realizarse por calentamiento a temperaturas de fluidización convenientemente altas. En este sentido, es un inconveniente el hecho de que el proceso consume mucha energía y por la evaporación de los componentes del betún que hierven a baja temperatura se produce una sensible contaminación ambiental.

La disolución del betún en disolventes orgánicos adecuados evita de hecho estos problemas, pero presenta sin embargo el inconveniente de que el disolvente, al evaporarse durante un periodo de tiempo largo contamina el ambiente y plantea adicionalmente riesgos toxicológicos.

30 El intercambio del disolvente por agua requiere para la producción de dispersiones/emulsiones estables y aplicables un contenido considerable de agentes tensioactivos. Estos son eliminados por el agua de lluvia y por tanto son emitidos también al ambiente a largo plazo.

35 Un proceso adicional al empleo de betún en la construcción de carreteras, consiste en la transformación en betún alveolar. Como betún alveolar se designa un betún que por medio de agua y aire se transforma en espuma a temperaturas superiores a 140°C y se aplica como una mezcla de aire, agua y betún sobre los áridos a ligar.

40 Los materiales minerales unidos con betún alveolar ofrecen ventajas claras en la construcción de carreteras frente a otras tecnologías comparables: el betún alveolar es extraordinariamente adecuado para la estabilización de materiales minerales y arenas. La espuma se une inmediatamente a la superficie de la piedra, particularmente a las partes finas de la mezcla de materias minerales, con lo cual incluso las superficies húmedas se humectan suficientemente.

45 Debido a su estabilidad a las temperaturas altas y a la deformación, las mezclas betún/piedra así producidas (que se designan también como asfalto) son particularmente apropiadas como material para capas de soporte y capas ligantes en la construcción de carreteras.

Además de ello, presentan también cada vez mayor interés las aplicaciones de recicló, tales como la encapsulación de materiales procedentes de procesos industriales, como escorias de hornos altos, escorias siderúrgicas y escorias fosforadas, particularmente de materiales problemáticos que contienen asbesto.

50 A fin de encapsular y/o mojar satisfactoriamente los materiales minerales, la espuma de betún debe satisfacer dos condiciones previas fundamentales: por una parte un volumen de espuma suficientemente grande, así como una estabilidad satisfactoria, antes de colapsarse en sí misma sensiblemente.

55 Estos criterios, el grado de expansión y la denominada semi-vida (tiempo en el cual el volumen máximo de la espuma se contrae hasta un 50%), son características críticas de la espuma de betún y dependen de una multiplicidad de parámetros mutuamente dependientes, que en la actualidad sólo pueden explicarse o evaluarse muy insuficientemente.

60 Adicionalmente, se ha tratado de mejorar el volumen de espuma y la estabilidad de la espuma por incorporación de aditivos, a fin de adaptarlos a las exigencias de la práctica, dado que especialmente en el caso de la adición de áridos minerales, el proceso de contracción se acelera notablemente.

65 Así, según el documento JP-A 2000219762 (CA-133: 154518) se describen como aditivos sales de amonio cuaternario basadas en aminas de cadena larga y alquilimidazolinás, que se añaden al betún en cantidades de 0,01 a 10% en peso.

ES 2 287 314 T3

De acuerdo con JP-A 62172039 (CA-108: 76723) se disuelven betunes en disolventes miscibles tales como polietpolioles trifuncionales, y se transforman en espumas de poliuretano con coutilización de catalizadores que contienen aminas y estaño así como agua y aceite de silicona.

5 Según el documento JP-A 61115956 (CA-105:119752) se mezcla betún con caucho butadieno-estireno y azocarbondiamida como agente de expansión y se calienta a 160°C.

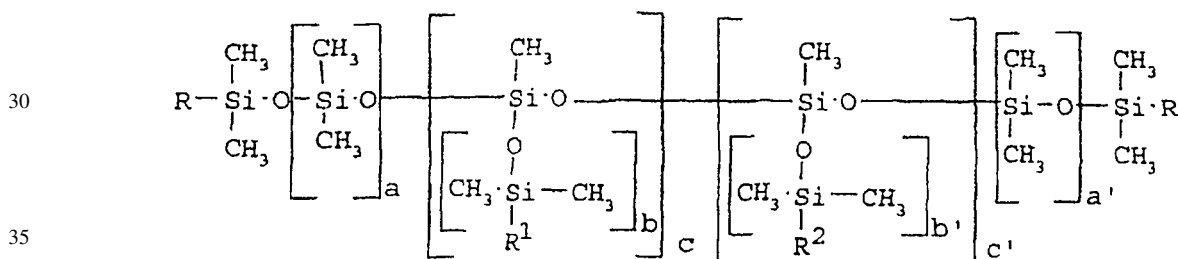
Se dice que las espumas obtenidas exhiben una estabilidad dinámica mejorada.

Además de ello presentan también considerable importancia la procedencia del betún, su calidad y el proceso de refinación. Las razones de la formación y estabilidad insuficientes de la espuma no se conocen en todos los casos, dado que la formulación de betún es compleja y en los procesos de refinación se emplean conjuntamente agentes antiespumantes, como por ejemplo siliconas. No obstante, se supone que estas siliconas tienen una influencia negativa sobre el comportamiento de la espuma.

15 Sorprendentemente, se ha encontrado ahora que determinados compuestos de silicona, en contra de la experiencia existente hasta ahora, son capaces no sólo de influir en el volumen y la estabilidad de los betunes alveolares de modo no desfavorable, sino que, por el contrario, exhiben incluso un efecto positivo.

Una finalidad de la presente invención, la mejora de la estabilidad y del volumen de los betunes alveolares, se resuelve cointilizando como aditivos para su mejora compuestos especiales de silicona.

Un objeto de la invención es por tanto un proceso para la producción de betún alveolar constituido por betún, agua y aditivos, que se caracteriza porque se emplea conjuntamente como aditivo al menos un compuesto de silicona de la fórmula general



en la cual

40 R, R¹ y R² en la molécula media pueden ser iguales o diferentes y significan un resto alquilo con 1 a 30, preferiblemente 8 a 22 átomos de carbono o significan el resto -Z-(C_nH_nO-)_mR₃, donde

R₃ es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono,

45 Z es un resto bivalente de la fórmula -O-, $-(\text{CH}_2)_p\text{-O-}$ o $-\text{CH}_2\text{-CH}(\text{CH}_3)\text{-CH}_2\text{-O-}$ con $p = 2$ a 6,

n tiene un valor numérico medio de 2,7 a 4,0,

m tiene un valor numérico medio de 5 a 130,

⁵⁰ a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 1500,

b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 100 y

55 c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50.

En la fórmula, R tiene preferiblemente el significado de un resto metilo, R₁ tiene preferiblemente el significado de un resto alquilo con 1 a 30, particularmente 8 a 22 átomos de carbono y R₂ el de un resto poliéter, en el cual Z es -O- o -(CH₂)_p-O- con p = 3 ó 4. Resulta por tanto para el resto poliéter la fórmula -(CH₂)₃-O-(C_nH_{2n}O)_mR₃ y/o -(CH₂)₄-O-(C_nH_{2n}O)_mR₃.

n tiene un valor numérico medio de 2,7 a 4,0, prefiriéndose un valor numérico de 2,7 a 3. Este valor numérico medio resulta en el caso de la producción del poliéter por adición en bloques o estadística de cantidades respectivas de óxido de etileno y óxido de propileno, pudiendo emplearse también opcionalmente óxidos de alquileno superiores, con un valor de $n = \text{aprox. } 2,7 \text{ a } 3,5$.

m tiene un valor numérico medio de 5 a 130 e indica el número medio de las unidades oxialquileno en el resto poliéter. Se prefiere para m un valor numérico medio de 6 a 50.

ES 2 287 314 T3

R_3 es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono. Se prefiere particularmente un resto alquilo con 1 a 5 átomos de carbono, particularmente el resto butilo.

Los índices a , a' , b , b' , c , c' tienen preferiblemente los valores siguientes:

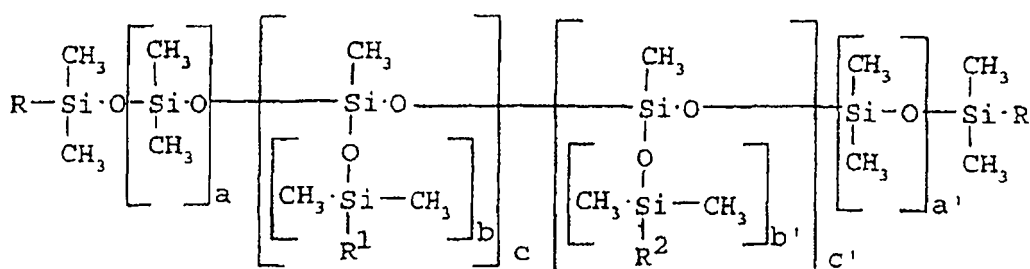
a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 800,

b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50,

c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 1 a 30.

Son muy particularmente preferidos compuestos en los cuales R_1 es un resto alquilo con 6 a 22 átomos C, R_2 un resto poliéter $-(CH_2)_4-O-C_2H_4O-$ y/o $-(CH_2)_4-O-CH_2-CH(CH_3)-CH_2O-$ R_3 , donde es un valor numérico medio de 6 a 50, en particular aprox. 10 a 30, b y $b' = 0$ y la relación de $(a+a') : c : c' = (10 \text{ a } 200) : (3 \text{ a } 30) : (0 \text{ a } 10)$, particularmente de $(a+a') : c : c' = (60 \text{ a } 80) : (15 \text{ a } 25) : (0 \text{ a } 5)$.

Un objeto adicional de la invención es una espuma de betún, producida con cutilización de al menos un compuesto de silicona de la fórmula general



en la cual

R , R^1 y R^2 en la molécula media pueden ser iguales o diferentes y significan un resto alquilo con 1 a 30, preferiblemente 8 a 12 átomos de carbono, o significan el resto $-Z-(C_nH_{2n}O-)_mR_3$, donde

R_3 es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono,

Z es un resto bivalente de la fórmula $-O-$, $-(CH_2)_p-O-$ o $-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-O-$ con $p = 2$ a 6 ,

n tiene un valor numérico medio de 2,7 a 4,0,

m tiene un valor numérico medio de 5 a 130,

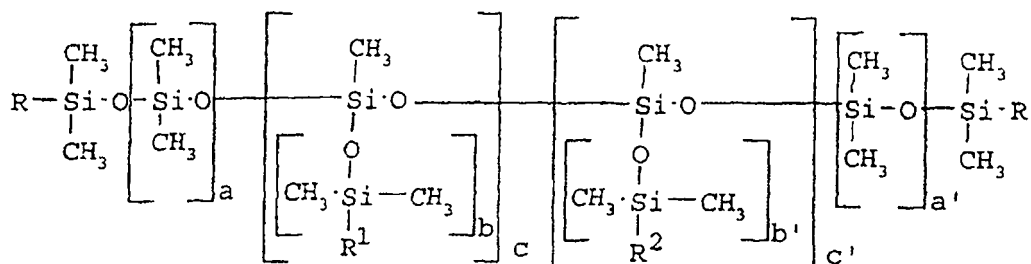
a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 1500,

b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 100 y

c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50.

Un objeto adicional de la invención es el empleo de betún alveolar, que contiene al menos uno de los compuestos de la reivindicación 1, para la aglutinación de sustratos tales como particularmente materiales minerales utilizables en la construcción de carreteras.

Un objeto adicional de la invención es una mezcla de betún transformable en espuma, que contiene betún, agua y aditivos, caracterizada porque se emplea conjuntamente como aditivo al menos un compuesto de silicona de fórmula general



en la cual

R, R¹ y R² en la molécula media pueden ser iguales o diferentes y significan un resto alquilo con 1 a 30, preferiblemente 8 a 22 átomos de carbono o significan el resto -Z-(C_nH_{2n}O-)_mR₃, donde

R₃ es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono,

Z es un resto bivalente de la fórmula -O-, -(CH₂)_p-O- o -CH₂-CH(CH₃)-CH₂-O- con p = 2 a 6,

n tiene un valor numérico medio de 2,7 a 4,0,

m tiene un valor numérico medio de 5 a 130,

a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 1500,

b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 100 y

c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50.

Objetos adicionales de la invención se indican en las reivindicaciones.

Sorprendentemente, se ha encontrado que, con los compuestos de polisiloxano empleados conjuntamente de acuerdo con la invención, pueden convertirse también en espuma betunes que normalmente no proporcionan espuma alguna utilizable técnicamente, dado que o bien la semi-vida es de sólo unos cuantos segundos y/o los volúmenes de espuma no son suficientemente grandes. Las propiedades técnicas de los betunes fáciles de convertir en espuma se mejoran de nuevo por la cointilización de los compuestos correspondientes a la invención. Esto es tanto más sorprendente, cuando que estos compuestos se emplean como es sabido hasta ahora en la técnica como antiespumantes.

La espuma de betún se produce en principio inyectando una mezcla de aire y pequeñas cantidades de agua fría (aproximadamente 1 a 5% en peso, referido a betún) y un betún calentado hasta aprox. 140 a 200°C en una cámara de expansión. El agua se evapora en este caso de modo explosivo e impulsa la mezcla a alta presión a través de una tobera de atomización, con lo cual se obtiene una espuma de betún con un volumen 15 a 25 veces mayor en comparación con el betún de partida. Esta espuma se aplica a los áridos.

A fin de mojar esta bien éstos, la espuma de betún tiene que exhibir como condición previa particularmente por una parte un volumen (grado de expansión) suficientemente grande y por otra parte una estabilidad (semi-vida) suficiente. Por tanto se recurre también a estos criterios para la evaluación de la calidad de la espuma.

La relación de expansión (Ex) se define como la relación del volumen máximo de espuma [Vmax] al volumen del betún [Vmin]: Ex = [Vmax]/[Vmin]. Los volúmenes se determinan mediante una varilla indicadora con exactitud de 1 cm.

La semi-vida (T1/2) es el tiempo en el cual la espuma, después de alcanzar el volumen máximo, se contrae hasta la mitad del volumen máximo. El volumen de espuma respectivo se determina por medio de una varilla indicadora, y el tiempo se mide mediante un cronómetro con exactitud de 1 segundo.

Se desea una espuma con el volumen mayor posible y al mismo tiempo una semi-vida lo más larga posible. Dado que ambos valores intervienen en la evaluación de la calidad de la espuma, se ha propuesto como nuevo criterio de calidad, el denominado índice de espuma (Foam Index, FI).

De acuerdo con el informe de KJ Jenkins, MFC van de Ven y J. de Groot en la 7ª Conferencia sobre Pavimentos de Asfalto para África del Sur, en la evaluación de los resultados de laboratorio se pasaba por alto hasta ahora que la espuma se contrae ya durante el tiempo de pulverización y por tanto el volumen de espuma medido (ERm) puede desviarse considerablemente del verdadero volumen máximo (ERa), dependiendo de la semi-vida de la espuma. Para la determinación de esta relación (ERm/ERa) se propuso un factor de corrección (c), que se introduce en la fórmula para la determinación del índice de espuma FI:

$$FI = \frac{-T1/2}{\ln 2} \left[4 - ERm - 4 \ln \left[\frac{4}{ERm} \right] + \left[\frac{1+c}{2c} \right] * ERm * ts \right]$$

FI = índice de espuma;

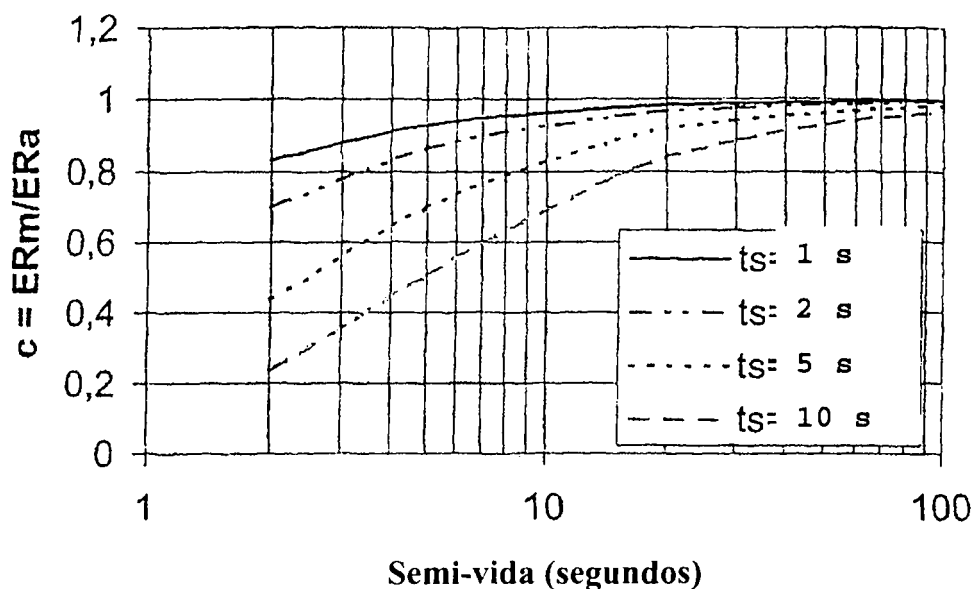
ERm = tasa de expansión máxima;

ES 2 287 314 T3

$T_{1/2}$ = semi-vida, tiempo en segundos en el cual el volumen de espuma se contrae a la mitad;

t_s = tiempo de atomización;

c = factor de corrección, tomado de la documentación presentada en la Conferencia.



Dado que las propiedades de la espuma son esencialmente dependientes de la clase de betún empleada, de la temperatura del betún, de la presión de aire y particularmente del contenido de agua, los caudales volumétricos conducidos a la cámara de expansión, así como las condiciones de ensayo deben determinarse uno tras otro concienzudamente. Por lo general, se trabaja con temperaturas de betún de aprox. 140 a 200°C, contenidos de agua de aprox. 1 a 5% en peso, referidos a betún, y una presión de aire hasta aprox. 5 bar.

Al agua coutilizada como agente de expansión se añaden opcionalmente para mejora de las propiedades técnicas de aplicación de la espuma materiales aditivos y adyuvantes. Los aditivos coutilizados de acuerdo con la invención se añaden asimismo preferiblemente al agua con mezcladura, estando comprendidas las cantidades en el campo de aprox. 0,01 a 5% en peso, preferiblemente aprox. 0,02 a 2% en peso, referidas a betún.

De acuerdo con la invención, pueden convertirse en principio en espuma cualesquiera betunes. La elección del tipo empleado está determinada en primer lugar por la aplicación técnica. Se prefieren las calidades empleadas habitualmente en la construcción de carreteras 15, 25, 45, 65, 80, 200, 300, 400, en particular betunes de penetración 70 a 200 (tipo B 80 hasta tipo B 200).

Realización de los ensayos

Para los ejemplos siguientes se empleó un betún tipo B 200 E de la firma NYNAS. Los ensayos se realizaron con la instalación de laboratorio de betún alveolar WLB 10 de la firma Wirtgen, D-53578 Windhagen, Alemania, en conformidad con las recomendaciones dadas en las instrucciones de servicio.

Se introdujeron en la cámara de expansión el betún calentado a 170°C con una presión de 6,5 bar, el aire con una presión de 6 bar y el agua (20°C) con una presión de 5 bar. La mezcla de reacción era en todos los casos 500 g, el flujo de betún era 100 g/s, el tiempo de atomización 5 s y la cantidad de aditivo coutilizado de acuerdo con la invención 0,025% en peso, referida a betún. Los valores de medida indicados son valores medios de 3 medidas.

ES 2 287 314 T3

Resultados de los ensayos

Agua Peso %	Aditivo 1				Aditivo 2			
	ERm	T1/2	ERa	FI	ERm	T1/2	ERa	FI
1,0	8,4	364,8	8,4	784	8,1	336,6	8,1	650
2,0	20,2	158,7	20,4	2320	19,6	139,4	19,9	1963
3,0	27,8	69,0	28,6	1741	27,2	57,7	28,1	1431
4,0	31,1	30,0	33,1	978	30,7	23,9	33,2	799
5,0	30,1	13,1	34,8	505	30,4	9,9	30,4	429

Agua Peso %	Aditivo 3				Aditivo 7			
	ERm	T1/2	ERa	FI	ERm	T1/2	ERa	FI
1,0	8,6	324,9	8,6	751	8,1	417	8,1	798
2,0	22,3	120,0	22,3	2097	21,7	272	21,9	4421
3,0	31,6	44,3	33,5	1399	32,2	178	32,5	5243
4,0	36,5	16,4	40,9	754	39,6	116	40,2	4615
5,0	37,1	6,0	50,1	427	43,8	76	44,9	3521

Agua Gew. -%	Aditivo 9				Aditivo 10			
	ERm	T1/2	ERa	FI	ERm	T1/2	ERa	FI
1,0	8,4	389	8,4	834	8,0	80	8,2	183
2,0	18,0	249	18,1	2948	19,4	35	20,5	560
3,0	23,5	160	23,8	2989	27,1	16	30,4	500
4,0	24,7	102	25,2	2104	31,3	7	40,6	372
5,0	21,7	66	22,3	1149	31,9	3	56,8	306

ES 2 287 314 T3

	Aditivo 11				Betún sin Aditivo			
Agua Peso %	ERm	T1/2	ERa	FI	ERm	T1/2	ERa	FI
1,0	8,4	67	8,6	179	10,1	57	10,4	246
2,0	15,5	32	16,4	359	15,9	30	16,9	357
3,0	21,4	15	24,2	345	20,1	16	22,6	330
4,0	25,9	7	33,6	295	22,8	9	28,0	281
5,0	29,1	3	51,9	277	24,0	5	34,3	238

Los ensayos con los aditivos 1, 2, 3, 7 y 9 muestran, en comparación con los valores FI mejorados a saltos, la ventaja en el caso de la coutilización de los aditivos correspondientes a la invención frente a los aditivos no correspondientes a la invención 10 y 11, así como frente al betún puro sin aditivos.

Los significados son:

Aditivo 1 Polisiloxano BC 793 de la firma Goldschmidt en el cual $b + b'$, $c + c' > 0$ y R , R_1 y R_2 son cadenas poli(óxido de etileno)/poli(óxido de propileno) con pesos moleculares > 1000 ,

Aditivo 2 Polisiloxano B 1484 de la firma Goldschmidt en el cual $b + b'$, $c + c' > 0$ y R , R_1 y R_2 son predominantemente cadenas de poli(óxido de propileno) con pesos moleculares > 1000 ,

Aditivo 3 Polisiloxano B 1959 de la firma Goldschmidt en el cual $b + b'$, $c + c' > 0$ y R , R_1 y R_2 son predominantemente cadenas de poli(óxido de etileno) con pesos moleculares > 1000 ,

Aditivo 7 Polisiloxano TEGO® Addibit FS 700 de la firma Goldschmidt en el cual $b + b'$, $c + c' = 0$ y R es $-CH_3$, R_1 es un resto alquilo graso y R_2 son predominantemente cadenas de poli(óxido de etileno),

Aditivo 9 Polisiloxano TEGOPREN® 6814 de la firma Goldschmidt en el cual $b + b'$, $c + c' = 0$, R es $-CH_3$, y R_1 y R_2 son restos alquilo grasos.

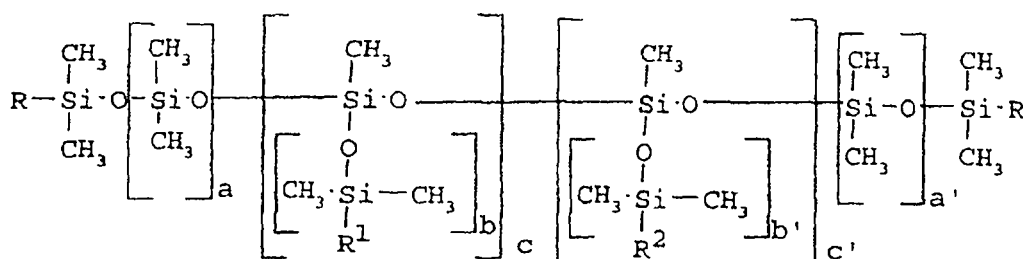
Ensayos comparativos

Aditivo 10 Poliéter exento de Si con cadenas de polietileno y polipropileno y un peso molecular > 1000 ,

Aditivo 11 Poliéter exento de Si con cadenas de polipropileno y un peso molecular > 1000 .

REIVINDICACIONES

1. Proceso para la producción de betún alveolar constituido por betún, agua y aditivos, **caracterizado** porque se emplea conjuntamente como aditivo al menos un compuesto de silicona de la fórmula general



en la cual

R, R¹ y R² en la molécula media pueden ser iguales o diferentes y significan un resto alquilo con 1 a 30, preferiblemente 8 a 22 átomos de carbono o significan el resto -Z-(C_nH_{2n}O-)_mR₃, donde

R₃ es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono,

Z es un resto bivalente de la fórmula -O-, -(CH₂)_p-O- o -CH₂-CH(CH₃)-CH₂-O- con p = 2 a 6,

n tiene un valor numérico medio de 2,7 a 4,0,

m tiene un valor numérico medio de 5 a 130,

a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 1500,

b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 100 y

c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50.

2. Proceso para la producción de betún alveolar, **caracterizado** porque se emplea conjuntamente como aditivo al menos un compuesto de silicona de la fórmula general en la cual

R tiene el significado de un resto metilo,

R₁ tiene el significado de un resto alquilo con 1 a 30, particularmente 8 a 22 átomos de carbono, y

R₂ tiene el significado de un resto poliéter, en el cual

Z es -O- o -(CH₂)_p-O-, con p = 3 ó 4,

-(CH₂)₃-O-(C_nH_{2n}O-)_mR₃ y/o

-(CH₂)₄-O-(C_nH_{2n}O-)_mR₃,

R₃ es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono.

3. Proceso para la producción de betún alveolar de acuerdo con la reivindicación 1 y 2, **caracterizado** porque se emplea conjuntamente como aditivo al menos un compuesto de silicona de la fórmula general en la cual n tiene un valor numérico medio de 2,7 a 3,0, y m tiene un valor numérico medio de 6 a 50.

4. Proceso para la producción de betún alveolar de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque se emplea conjuntamente como aditivo al menos un compuesto de silicona de la fórmula general en la cual a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 800, b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50, y c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 1 a 30.

5. Proceso para la producción de betún alveolar de acuerdo con las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado** porque, se emplea conjuntamente como aditivo al menos un compuesto de silicona de la fórmula general en la cual

R es un resto metilo,

ES 2 287 314 T3

R_1 es un resto alquilo con 6 a 22 átomos C,

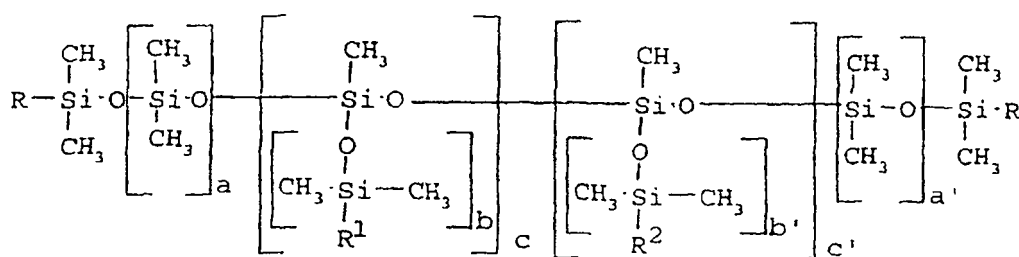
R_2 es un resto poliéter $-(CH_2)_4-O-(C_2H_4O)_mR_3$ y/o $-(CH_2)_4-O-(CH_2-CH(CH_3)-CH_2-O)_mR_3$ donde

m tiene un valor numérico medio de 6 a 50, particularmente aprox. 10 a 30,

b y b' son = 0 y la relación de $(a+a') : c : c'$ es = (10 a 200) : (3 a 30) : (0 a 10), particularmente de

$(a+a') : c : c' = (60 a 80) : (15 a 25) : (0 a 5)$.

6. Espuma de betún, producida con cutilización de al menos un compuesto de silicona de la fórmula general



en la cual

R , R^1 y R^2 en la molécula media pueden ser iguales o diferentes y significan un resto alquilo con 1 a 30, preferiblemente 8 a 22 átomos de carbono o significan el resto $-Z-(C_nH_{2n}O)_mR_3$, donde

R_3 es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono,

Z es un resto bivalente de la fórmula $-O-$, $-(CH_2)_p-O-$ o $-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-O-$ con $p = 2$ a 6 ,

n tiene un valor numérico medio de 2,7 a 4,0,

m tiene un valor numérico medio de 5 a 130,

a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 1500,

b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 100 y

c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50.

7. Espuma de betún de acuerdo con la reivindicación 6, producida con cutilización de al menos un compuesto de silicona en el cual

R tiene el significado de un resto metilo,

R_1 tiene el significado de un resto alquilo con 1 a 30, particularmente 8 a 22 átomos de carbono, y

R_2 tiene el significado de un resto poliéter, en el cual

Z es $-O-$ o $-(CH_2)_p-O-$, con $p = 3$ ó 4 ,

$-(CH_2)_3-O-(C_nH_{2n}O)_mR_3$ y/o

$-(CH_2)_4-O-(C_nH_{2n}O)_mR_3$,

R_3 es un resto hidrógeno o un resto alquilo con 1 a 8 átomos de carbono.

8. Espuma de betún de acuerdo con la reivindicación 6, producida con cutilización de al menos un compuesto de silicona en el cual a y a' tienen juntos un valor numérico medio de 4 a 800, b y b' tienen juntos un valor numérico medio de 0 a 50, y c y c' tienen juntos un valor numérico medio de 1 a 30.

ES 2 287 314 T3

9. Espuma de betún de acuerdo con la reivindicación 6, producida con coutilización de al menos un compuesto de silicona en el cual

R es un resto metilo,

R₁ es un resto alquilo con 6 a 22 átomos C,

R₂ es un resto poliéter -(CH₂)₄-O-(C₂H₄O-)_mR₃ y/o -(CH₂)₄-O-(CH₂-CH(CH₃)-CH₂O)_mR₃ donde

m tiene un valor numérico medio de 6 a 50, particularmente aprox. 10 a 30,

b y b' son = 0 y la relación de (a+a'):c:c' es = (10 a 200):(3 a 30):(0 a 10), particularmente

(a+a'):c:c' = (60 a 80):(15 a 25):(0 a 5).

10. Empleo de betún alveolar, que contiene al menos uno de los compuestos de la reivindicación 1, para la aglutinación de sustratos, tales como particularmente materiales minerales utilizables en la construcción de carreteras.