

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 987 434**

51 Int. Cl.:

H01B 3/44 (2006.01)

C08F 210/02 (2006.01)

C08F 2/38 (2006.01)

C08J 3/22 (2006.01)

C08K 5/42 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.11.2015 PCT/EP2015/077670**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016 WO16096353**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.11.2015 E 15804354 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.07.2024 EP 3234953**

54 Título: **Proceso de polimerización por radicales a alta presión para un copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano**

30 Prioridad:

15.12.2014 EP 14197898

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

14.11.2024

73 Titular/es:

**BOREALIS AG (100.0%)
Trabrennstrasse 6-8
1020 Vienna, AT**

72 Inventor/es:

**HJERTBERG, THOMAS;
LINDGREN, LARS;
LINDBOM, LENA y
KARLSSON, JAN ROGER**

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 987 434 T3

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 de polimerización por radicales a alta presión para un copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano

5

Sector técnico

La presente invención se refiere a un copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano que se produce en un proceso de polimerización por radicales a alta presión. El copolímero de etileno se puede utilizar en un cable, convenientemente un cable de bajo voltaje. Los beneficios son un mejor tiempo de inducción de oxígeno (OIT, por sus siglas en inglés) y una mejor respuesta a la reticulación.

10

Estado de la técnica anterior

La polimerización por radicales a alta presión se realiza normalmente a presiones elevadas de hasta 4000 bar. En los sistemas de reactores de alta presión conocidos, el monómero o los monómeros de partida deben comprimirse (presurizarse) antes de introducirse en el reactor de polimerización por radicales de alta presión propiamente dicho. Los lubricantes para compresores se utilizan convencionalmente en los hipercompresores para la lubricación de cilindros para permitir la etapa de compresión mecánicamente exigente del monómero o los monómeros de partida. Es bien conocido que normalmente se filtran pequeñas cantidades de lubricante a través de las juntas hacia el reactor y se mezclan con el monómero o los monómeros. En consecuencia, la mezcla de reacción contiene trazas (hasta cientos de ppm, normalmente 300 ppm) del lubricante del compresor durante la etapa de polimerización del monómero propiamente dicha. Estas trazas de lubricantes para compresores pueden afectar el rendimiento final del polímero.

15

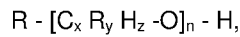
20

25

El lubricante para compresores significa en el presente documento un lubricante utilizado en compresores, hipercompresores, para lubricación de cilindros.

Los lubricantes comerciales convencionales para hipercompresores, son, por ejemplo, el polialquilenglicol (PAG):

30



donde R puede ser H o hidrocarbilo de cadena lineal o ramificada y x, y, z, n son números enteros independientes que pueden variar de forma conocida, y se pueden mencionar los lubricantes a base de un aceite mineral (subproducto en la destilación del petróleo). Los lubricantes para hipercompresores que se basan en aceites minerales que cumplen con los requisitos establecidos para el aceite mineral blanco en la Directiva Europea 2002/72/CE, Anexo V, para plásticos utilizados en contacto con alimentos, se utilizan, por ejemplo para polimerizar polímeros especialmente para la industria alimentaria y farmacéutica. Dichos lubricantes a base de aceite mineral contienen normalmente aditivos lubricantes y también pueden contener otro tipo de aditivos, tales como antioxidantes.

35

40

El documento de Patente WO2009012041 de Dow describe un proceso de polimerización a alta presión, en el que se utilizan compresores para presurizar los reactivos, es decir, uno o más monómeros; el lubricante del compresor puede tener un efecto sobre las propiedades del polímero polimerizado. El documento describe el uso de un poliol poliéter que comprende una o ninguna funcionalidad hidroxilo como lubricante de compresor para prevenir la reticulación prematura, particularmente de poliolefinas HP modificadas con silano. Esto se debe a la presencia de múltiples grupos hidroxilo y grupos hidrófilos de óxido de etileno; estos lubricantes son bastante hidrófilos y esto puede dar como resultado una mayor absorción de agua por parte del polímero, especialmente un polímero modificado con silano. Esto es contrario a la presente invención que utiliza aceites minerales que no afectan el proceso de reticulación.

45

50

El documento de Patente WO2009012092 de Dow divulga una composición que comprende una poliolefina de alta presión libre de funcionalidad silano y un poliéter poliol hidrófobo de tipo PAG en donde al menos el 50 % de sus moléculas comprenden no más de una única funcionalidad hidroxilo. El componente parece provenir de un lubricante de compresor. La composición es para aplicaciones de cables y pretende reducir las pérdidas eléctricas en cables de alimentación de media y alta tensión.

55

Los documentos de Patente EP2499176, EP2499197 y EP2499175 de Borealis describen una composición polimérica con propiedades eléctricas mejoradas. Esto se logra utilizando aceite mineral en el hipercompresor para disminuir la conductividad de la capa de aislamiento en un cable optimizando la carga espacial mediante el control de la polaridad general del polímero. El objetivo de la invención es reducir cualquier polaridad del polímero para conseguir buenas propiedades eléctricas para cables de alimentación de media y alta tensión. El documento de Patente EP2636690 se refiere a un procedimiento para fabricar un copolímero de etileno con grupos silano y a una planta para llevar a cabo dicho proceso.

60

65

Existe una necesidad continua en el campo de polímeros reticulables de silano que sean adecuados para

aplicaciones de polímeros exigentes, como aplicaciones de alambres y cables con altos requisitos y regulaciones estrictas.

Figuras

5

La figura 1 muestra el % de alargamiento por fraguado en caliente frente al % en peso del contenido de VTMS de la tabla 3 reticulado a 1 h en un baño de agua a 90 °C.

Características de la invención

10

La presente invención se refiere a un copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano que se produce en un proceso de polimerización por radicales a alta presión que comprende las etapas de:

15

(a) comprimir etileno junto con el comonomero que contienen grupos silano bajo presión en un compresor, en donde se utiliza un lubricante de compresor para la lubricación,

(b) polimerizar etileno junto con el comonomero que contiene grupos silano en una zona de polimerización,

20

(c) separar el etileno obtenido de los productos sin reaccionar y recuperar el copolímero de etileno separado en una zona de recuperación,

25

en donde en la etapa a) el lubricante del compresor comprende un aceite mineral y no contiene componentes a base de polialquilenglicol; en el que el copolímero de etileno tiene un contenido de comonomero que contiene grupos silano de 0,5 a 3 % en peso y un MFR₂ de 0,3 a 10 g/10min, y el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano es reticulado con un catalizador de reacción de condensación que es ácido, convenientemente un ácido de Bronsted.

30

Se define que el copolímero de etileno tiene más de al menos 1000 unidades repetidas y comprende más del 50 % en peso de monómero de etileno, convenientemente un 75 % en peso y más convenientemente un 90 % en peso. Los comonomeros que contienen grupos silano pueden ser uno o una mezcla de varios comonomeros que contienen grupos silano.

35

El objetivo de la presente invención es obtener una buena estabilidad térmica del copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano. Esto es importante cuando el polímero se utiliza en aplicaciones en las que el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano está expuesto al viento y a la intemperie. Otro objetivo de la invención es dar a conocer un copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano con buenas propiedades de reticulación. Por ejemplo, esto puede permitir una disminución de comonomero que contiene grupos silano o un aumento de MFR₂ para permitir una extrudabilidad mejorada (MFR₂ alto significa moléculas de polímero más cortas que requieren más puntos de reticulación). En los ejemplos de la presente invención se muestra que el contenido de silano se puede reducir manteniendo la misma respuesta de reticulación. Además, se mejorará la vida útil del copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano en entornos expuestos. El objetivo de la presente invención es mejorar las propiedades intrínsecas del copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano tal como el OIT y la respuesta de reticulación. El OIT, por ejemplo, se puede mejorar mediante aditivación. En aplicaciones muy expuestas al viento y a la intemperie, los aditivos se pueden eliminar por lavado. En tales aplicaciones es importante mejorar el OIT del copolímero de etileno con grupos silano que contienen comonomero sin aditivación.

50

La presente invención se refiere además a un cable que comprende un conductor rodeado por una o más capas en el que al menos una de dichas capas comprende el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano. También se refiere a un proceso para producir un copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano en donde el copolímero de etileno con al menos un comonomero que contiene grupos silano se produce en un proceso por radicales a alta presión que comprende las etapas de:

55

(a) comprimir etileno junto con el comonomero que contiene grupos silano bajo presión en un compresor, en el que se usa un lubricante de compresor para la lubricación,

60

(b) polimerizar etileno junto con el comonomero que contiene grupos silano en una zona de polimerización,

(c) separar la poliolefina obtenida de los productos sin reaccionar y recuperar la poliolefina separada en una zona de recuperación,

65

en donde en la etapa a) el lubricante del compresor comprende un aceite mineral.

Descripción detallada de la invención

El proceso de polimerización por radicales a alta presión se produce a alta presión (HP, por sus siglas en inglés) mediante polimerización iniciada por radicales libres, utilizando opcionalmente un agente de transferencia de cadena (CTA, por sus siglas en inglés) para controlar el MFR del polímero. El reactor de alta presión, por ejemplo, puede ser un reactor tubular o de autoclave bien conocido o una mezcla de los mismos, convenientemente un reactor tubular. La polimerización por radicales a alta presión y el ajuste de las condiciones del proceso para adaptar aún más las otras propiedades del copolímero de etileno dependiendo de la aplicación final deseada son bien conocidos y descritos en la literatura, y pueden ser utilizados fácilmente por un experto en la materia. Las temperaturas de polimerización adecuadas oscilan hasta 400 °C, convenientemente de 80 a 350 °C y la presión de 70 MPa, convenientemente de 100 a 400 MPa, más convenientemente de 100 a 350 MPa. La presión se puede medir al menos después de la etapa de compresión y/o después del reactor tubular. La temperatura se puede medir en varios puntos durante todas las etapas.

Se pueden encontrar más detalles sobre la producción de copolímeros de etileno mediante polimerización por radicales a alta presión, es decir, en la *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, vol. 6 (1986), págs. 383-410 y *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, 2001 Elsevier Science Ltd.: "Polyethylene: High-pressure, R.Klimesch, D.Littmann y F.-O. Mahling págs. 7181-7184.

Etapa de compresión a) del proceso de la presente invención:

El monómero de etileno, con comonómero que contiene grupos silano y comonómero o comonómeros opcionales, se alimenta a uno o más compresores en la zona del compresor para comprimir los monómeros hasta la presión de polimerización deseada y para permitir la manipulación de altas cantidades de monómeros a temperatura controlada. Los compresores típicos, es decir, los hipercompresores, para el proceso pueden ser compresores de pistón o compresores de diafragma. La zona de compresores suele comprender varios compresores que pueden funcionar en serie y/o en paralelo. El lubricante para compresores de la presente invención se utiliza para la lubricación de cilindros en al menos uno, convenientemente en todos los hipercompresores, presentes en la zona de compresores. La etapa de compresión a) comprende normalmente de 2 a 7 etapas de compresión, a menudo con zonas de enfriamiento intermedias. La temperatura es típicamente baja, normalmente en el intervalo de menos de 200 °C, convenientemente de menos de 100 °C. Cualquier monómero reciclado, etileno, comonómero que contiene grupos silano y comonómero o comonómeros opcionales se pueden añadir en puntos factibles dependiendo de la presión.

Etapa b) de polimerización del proceso:

Convenientemente, el proceso de polimerización por radicales a alta presión se efectúa en una zona de polimerización que comprende uno o más reactores de polimerización, convenientemente al menos un reactor tubular o un reactor autoclave, más convenientemente un reactor tubular. El reactor o reactores de polimerización, convenientemente un reactor tubular, pueden comprender una o más zonas de reactor, en las que pueden ocurrir y/o ajustarse diferentes condiciones de polimerización como es bien conocido en el campo de HP. Una o más zonas del reactor están provistas de manera conocida de medios para alimentar etileno, comonómero que contiene grupos silano y comonómeros opcionales, así como medios para añadir iniciadores de radicales y/o componentes adicionales como CTA(s). Además, la zona de polimerización puede comprender una sección de precalentamiento que precede o está integrada al reactor de polimerización. En una polimerización por radicales a alta presión adecuada, el etileno, el comonómero o comonómeros que contienen grupos silano y opcionalmente junto con uno o más comonómeros se polimerizan en un reactor tubular adecuado, convenientemente en presencia de agente o agentes de transferencia de cadena.

Reactor tubular:

La mezcla de reacción se alimenta al reactor tubular. El reactor tubular puede funcionar como un sistema de alimentación única (también conocido como alimentación frontal), en el que el flujo total de monómeros desde la zona del compresor se alimenta a la entrada de la primera zona de reacción del reactor. Alternativamente, el reactor tubular puede ser un sistema de alimentación múltiple, en el que el etileno, el comonómero que contienen grupos silano y el comonómero o comonómeros opcionales o componente o componentes adicionales (como CTA(s)) procedentes de la zona de compresión, por separado o en cualquier combinaciones, se divide en dos o más corrientes y la alimentación o alimentaciones divididas se introducen al reactor tubular en las diferentes zonas de reacción a lo largo del reactor. Por ejemplo, del 10 al 90 % de la cantidad total de monómero se alimenta a la primera zona de reacción y el otro 90 al 10 % de la cantidad de monómero restante opcionalmente se divide aún más y cada división se inyecta en diferentes ubicaciones a lo largo del reactor. También la alimentación de iniciador o iniciadores puede dividirse en dos o más corrientes. Además, en un sistema de alimentación múltiple, las corrientes divididas de monómero/(comonómero o comonómeros) y/o componentes adicionales opcionales y, respectivamente, las corrientes divididas de iniciador o iniciadores pueden tener componentes iguales o diferentes o concentraciones de los componentes, o ambos.

El sistema de alimentación único para el etileno, comonomero que contiene grupos silano y comonomero o comonomeros opcionales es el más adecuado en el reactor tubular para producir la poliolefina de la presente invención.

5

La primera parte del reactor tubular es ajustar la temperatura de la alimentación del etileno, del comonomero, que contienen grupos silano y el comonomero o comonomeros opcionales; la temperatura habitual es inferior a 200 °C, como 100-200 °C. Se añade el iniciador o iniciadores de radicales. Como iniciador de radicales, se puede usar cualquier compuesto o una mezcla de los mismos que se descomponga en radicales a una temperatura elevada. Los iniciadores de radicales utilizables, tales como peróxidos, están disponibles comercialmente. La reacción de polimerización es exotérmica. Puede haber varios puntos de inyección del iniciador de radicales, por ejemplo 1-5 puntos, a lo largo del reactor, generalmente provistos de bombas de inyección separadas. Como ya se mencionó, también el etileno, el comonomero que contiene grupos silano y el comonomero o comonomeros opcionales se añaden delante y, opcionalmente, la alimentación o alimentaciones de monómero se pueden dividir para la adición del monómero y/o el comonomero o comonomeros opcionales, en cualquier momento del proceso, en cualquier zona del reactor tubular y desde uno o más puntos de inyección, por ejemplo, 1-5 puntos, con o sin compresores separados.

10

15

Además, se utilizan convenientemente uno o más CTA en el proceso de polimerización del etileno con comonomero que contiene grupos silano. Los CTA se pueden seleccionar de uno o más CTA no polares y uno o más CTA polares, o cualquier mezcla de los mismos.

20

El lubricante para compresores utilizado en la presente invención comprende un aceite mineral que es un producto derivado de petróleo conocido.

25

Los aceites minerales tienen un significado bien conocido y se utilizan, por ejemplo, para la lubricación en lubricantes comerciales. "Lubricante para compresores que comprende un aceite mineral" y "lubricantes para compresores a base de aceite mineral" se utilizan aquí indistintamente.

30

El aceite mineral puede ser un aceite mineral sintético que se produce sintéticamente o un aceite mineral que se puede obtener a partir de procesos de refinería de petróleo crudo.

Normalmente, el aceite mineral, conocido también como petróleo líquido, es un subproducto de la destilación del petróleo para producir gasolina y otros productos derivados del petróleo a partir del petróleo crudo.

35

El aceite mineral del lubricante para compresores de la invención es convenientemente un aceite parafínico. Dicho aceite parafínico se deriva de materias primas de hidrocarburos a base de petróleo.

Los subgrupos adecuados de lubricantes para compresores se aplican al aceite mineral sintético y al aceite mineral producido a partir de petróleo crudo, como se indicó anteriormente.

40

El lubricante para compresor puede comprender otro u otros componentes, tal como aditivos de lubricidad y/u otro u otros aditivos. Por consiguiente, el lubricante para compresores de la presente invención puede comprender aditivos lubricantes convencionales y opcionalmente otros aditivos tales como antioxidantes, como se conoce bien en el estado de la técnica.

45

El lubricante para compresores preferente contiene hidrocarburos parafínicos.

En una realización adecuada, el lubricante para compresor tiene una viscosidad de $8,5 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ a 100 °C. En una segunda realización adecuada, el lubricante del compresor contiene 5 % en peso o menos de hidrocarburos con menos de 25 átomos de carbono.

50

En una tercera realización adecuada, el lubricante para compresores contiene hidrocarburos parafínicos que consisten en hidrocarburos con un peso molecular promedio (Mw) de 480 o más.

55

La "cantidad de hidrocarburos", "viscosidad" y "Mw" anteriores están convenientemente de acuerdo con la Directiva Europea 2002/72/CE del 6 de agosto de 2002 antes mencionada.

Se prefiere que el lubricante del compresor sea según cada una de las realizaciones anteriores.

60

Más convenientemente, el lubricante para compresores comprende un aceite mineral que se usa convencionalmente como lubricantes para compresores para producir plásticos, por ejemplo, plásticos, LDPE, para la industria médica o alimentaria, más convenientemente el lubricante para compresores comprende un aceite mineral que es un aceite blanco, convenientemente un aceite blanco médico. El aceite blanco tiene un significado bien conocido.

65

El lubricante para compresores más adecuado de la presente invención cumple los requisitos indicados para el aceite mineral blanco en la Directiva Europea 2002/72/CE del 6 de agosto de 2002, Anexo V, para plásticos utilizados en contacto con alimentos. La directiva se publicó, por ejemplo, en L 220/18 ES Diario Oficial de las Comunidades Europeas de 15.8.2002.

5

El aceite mineral preferente para la presente invención es el subproducto producido a partir del petróleo crudo como se indicó anteriormente.

10

El lubricante para compresores de la invención puede ser un lubricante para compresores disponible comercialmente o puede producirse por medios convencionales, y es convenientemente un lubricante comercial utilizado en procesos de polimerización a alta presión para producir plásticos para aplicaciones médicas o alimentarias. Ejemplos no exhaustivos de lubricantes para compresores adecuados disponibles comercialmente son, por ejemplo, lubricante para compresores ExxonMobil R Series para la producción de polietileno utilizado en contacto con alimentos y suministrado, por ejemplo, por ExxonMobil, Shell Corena para la producción de polietileno para uso farmacéutico y suministrado por Shell, o CL-1000-SONO-EU, suministrado por Sonneborn.

15

El lubricante para compresores no contiene componentes basados en polialquilenglicol.

20

El lubricante para compresores de la presente invención se usa de una manera convencional y bien conocida por un experto en la materia para la lubricación del compresor en la etapa de compresión (a) de la presente invención.

25

En una realización de la presente invención, el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano se selecciona de acuerdo con:

$$(MFR_2[g/10min]) < 1,8 * \text{comonomero que contiene grupos silano} [\% \text{ en peso}] - 0,6$$

30

Uno de los objetivos de la presente invención es utilizar una cantidad baja de comonomero que contiene grupos silano manteniendo al mismo tiempo buenas propiedades de reticulación. Si el MFR₂ y el comonomero que contiene grupos silano [% en peso] se seleccionan según la ecuación anterior, el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano conservará una buena respuesta de reticulación. El Hotset del copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano reticulado a 1 h en un baño de agua a 90 °C es convenientemente inferior al 60 %, más convenientemente inferior al 50 %. Existen varias razones para disminuir el comonomero que contiene grupos silano, tales como el coste y el desgaste del equipo como se describe en el documento de Patente EP2636690 de Borealis.

35

En una realización de la invención, el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano tiene un MFR₂ de 0,5 a 2 g/10 min, convenientemente de 0,7 a 1,5 g/10 min.

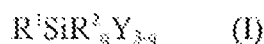
40

En una realización adicional, el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano tiene un contenido de comonomero que contiene grupos silano inferior al 2,0 % en peso, más adecuado, inferior al 1 % en peso. El contenido de comonomero que contiene grupos silano debe ser de al menos 0,3 % en peso, más adecuado al menos 0,5 % en peso. El copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano tiene un contenido de comonomero que contiene grupos silano de al menos 0,2 % en peso, más adecuado al menos 0,4 % en peso.

45

El comonomero que contiene grupos silano para copolimerizar grupos silano para producir polímero de etileno es un compuesto de silano insaturado representado por la fórmula:

50



En la que

55

R¹ es un grupo hidrocarbilo, hidrocarbiloxi o (met)acriloxihidrocarbilo etilénicamente insaturado, cada R² es independientemente un grupo hidrocarbilo alifático saturado, Y, que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y q es 0, 1 o 2.

60

El comonomero que contiene grupos silano puede ser un comonomero o una mezcla de dos o más comonomeros que contienen grupos silano, convenientemente uno. Ejemplos especiales de compuestos de silano insaturados son aquellos en los que R¹ es vinilo, alilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexanilo o gamma-(met)acriloxipropilo; Y es metoxi, etoxi, formiloxi, acetoxi, propioniloxi o un grupo alquilo o arilamino; y R², si está presente, es un grupo metilo, etilo, propilo, decilo o fenilo. El más adecuado es el viniltrietoxisilano (VTES) o el viniltrimetoxisilano (VTMS).

65

En una realización de la presente invención, el copolímero de etileno con comonómero que contiene grupos silano se prepara copolimerizando el monómero de etileno con comonómero de viniltrietoxisilano o viniltrimetoxisilano en un proceso por radicales de alta presión para producir el copolímero de etileno con un copolímero que contiene unidades de grupo silano.

El catalizador de la reacción de condensación se selecciona convenientemente entre carboxilatos de metales, tales como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto; a partir de un compuesto de titanio que lleva un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted, a partir de bases orgánicas; de ácidos inorgánicos; y de ácidos orgánicos; más convenientemente a partir de carboxilatos de metales, tales como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto, a partir de compuestos de titanio que llevan un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted como se definió anteriormente o a partir de ácidos orgánicos. El catalizador de la reacción de condensación es convenientemente ácido, más convenientemente un ácido de Brønsted. En una realización aún más adecuada, el catalizador de la reacción de condensación es un ácido sulfónico, aún más adecuado un ácido sulfónico orgánico aromático, que es un ácido sulfónico orgánico que comprende el elemento estructural:



en la que

Ar es un grupo arilo que puede estar sustituido o no sustituido, y si está sustituido, entonces convenientemente con al menos un grupo hidrocarbilo de hasta 50 átomos de carbono, y x es al menos 1; o un precursor del ácido sulfónico de fórmula (III) que incluye un anhídrido de ácido del mismo o un ácido sulfónico de fórmula (III) al que se le han proporcionado grupos protectores hidrolizables, por ejemplo un grupo acetilo que se puede eliminar por hidrólisis.

Dichos ácidos sulfónicos orgánicos se describen, por ejemplo, en el documento de Patente EP736065, o alternativamente, en los documentos de Patente EP1309631, EP1309632.

En una realización, el catalizador de la reacción de condensación es un ácido sulfónico aromático, más convenientemente el ácido sulfónico orgánico aromático de fórmula (III). Dicho ácido sulfónico de fórmula (III) como catalizador de la reacción de condensación puede comprender la unidad estructural según la fórmula (III) una o varias veces, por ejemplo, dos o tres veces (como unidad repetitiva (II)). Por ejemplo, dos unidades estructurales según la fórmula (III) pueden estar unidas entre sí mediante un grupo puente tal como un grupo alquileo.

Convenientemente, el ácido sulfónico aromático orgánico de fórmula (III) tiene de 6 a 200 átomos de C, más convenientemente de 7 a 100 átomos de C.

Convenientemente x es 1, 2 o 3, y más convenientemente x es 1 o 2. Más convenientemente, Ar es un grupo fenilo, un grupo naftaleno o un grupo aromático que comprende tres anillos fusionados tales como fenantreno y antraceno.

Ejemplos no limitantes de los compuestos de ácido sulfónico aún más adecuados de fórmula (II) son ácido p-toluenosulfónico, ácido 1-naftalenosulfónico, ácido 2-naftalenosulfónico, acetilp-toluenosulfonato, acetilmetanosulfonato, ácido dodecilbencenosulfónico, metanosulfonato de octadecanoilo y ácido tetrapropilbencenosulfónico; cada uno de los cuales puede sustituirse independientemente. Aún más adecuado, se sustituye el ácido sulfónico de fórmula (III), es decir, Ar es un grupo arilo que está sustituido con al menos un grupo hidrocarbilo C1 a C30. En este subgrupo más adecuado del ácido sulfónico de fórmula (III), es además adecuado que Ar sea un grupo fenilo y x sea al menos uno (es decir, el fenilo está sustituido con al menos un -S(=O)2OH), más convenientemente x es 1, 2 o 3; y más convenientemente x es 1 o 2 y Ar es fenilo que está sustituido con al menos un grupo hidrocarbilo C3-20. El ácido sulfónico (III) más adecuado como catalizador de la reacción de condensación es el ácido tetrapropilbencenosulfónico y el ácido dodecilbencenosulfónico, más convenientemente el ácido dodecilbencenosulfónico.

La cantidad de catalizador de reacción de condensación es típicamente de 0,00001 a 0,1 mol/kg de composición polimérica, convenientemente de 0,0001 a 0,01 mol/kg de composición polimérica, más convenientemente de 0,0005 a 0,005 mol/kg de composición polimérica. La elección del catalizador de la reacción de condensación y la cantidad factible del mismo depende de la aplicación final y está dentro de las habilidades de un experto en la materia.

El polímero de etileno con comonómero que contiene grupos silano puede contener comonómero o comonómeros adicionales que no sean comonómeros que contienen grupos silano. Además, el polímero de etileno con comonómero que contienen grupos silano puede contener más grupos polares distintos del comonómero que contiene grupos silano (denominados en el presente documento grupos polares). En una realización, el copolímero de etileno con monómero que contiene grupos silano contiene también polares, que pueden introducirse injertando un compuesto que contiene grupos polares o copolimerizando uno o más

comonómeros que contienen grupos polares (en el presente documento se hace referencia como comonómero polar). En esta realización, el copolímero de etileno se produce polimerizando monómero de etileno con comonómero que contiene grupos silano y con al menos un, convenientemente uno, comonómero polar. En una realización de la presente invención, el copolímero de etileno con comonómero que contiene grupos silano comprende además comonómero o comonómeros polares que están libres de grupos silano, uno o más comonómeros polares, convenientemente un comonómero polar.

Los comonómeros polares típicos pueden ser grupo o grupos hidroxilo, grupo o grupos alcoxi, grupo o grupos carbonilo, grupo o grupos carboxilo, grupo o grupos éter o grupo o grupos éster, o una mezcla de los mismos. Más convenientemente, como dicho comonómero polar se pueden usar comonómeros polares que contienen grupos carboxilo y/o éster. Aún más convenientemente, el comonómero o comonómeros polares se seleccionan de los grupos de acrilato, metacrilato o acetato, o cualquier mezcla de los mismos. Aún más convenientemente seleccionado del grupo de acrilatos de alquilo, metacrilatos de alquilo o acetato de vinilo, o una mezcla de los mismos. Más preferentemente, dichos comonómeros polares opcionales pueden seleccionarse entre acrilatos de alquilo C1 a C6, metacrilatos de alquilo C1 a C6 o acetato de vinilo.

Comonómeros polares especialmente adecuados son acetato de vinilo (EVA), (met)acrilato de metilo (EMA y EMMA), acrilato de etilo (EEA) y/o acrilato de butilo (EBA), más convenientemente de EBA, EMA y EEA. Se pueden usar en combinación dos o más de dichos compuestos olefínicamente insaturados. El término "ácido (met)acrílico" pretende abarcar tanto el ácido acrílico como el ácido metacrílico. El copolímero de etileno se produce mediante una polimerización a alta presión con iniciación por radicales libres.

La densidad del copolímero de etileno es superior a $0,920 \text{ g/cm}^3$. Convenientemente, la densidad del homopolímero o copolímero de etileno no es superior a $0,960 \text{ g/cm}^3$, convenientemente inferior a $0,940 \text{ g/cm}^3$.

La presente invención se refiere a un cable que comprende un conductor rodeado por una o más capas en el que al menos una de dichas capas comprende el copolímero de etileno con comonómero que contiene grupos silano según cualquier realización anterior. Convenientemente, el cable es un cable de alimentación de bajo voltaje. El cable de alimentación se define como un cable que transfiere energía y funciona a cualquier nivel de voltaje. El cable de alimentación de bajo voltaje (LV, por sus siglas en inglés) normalmente funciona a voltajes inferiores a 6 kV. Los cables de alimentación de media tensión (MV, por sus siglas en inglés) funcionan a niveles de tensión más altos y en aplicaciones diferentes a los cables de LV. Un cable de alimentación de media tensión típico suele funcionar con tensiones de 6 a 36 kV. Normalmente, los cables de alimentación de MV constan de un conductor rodeado al menos por una capa semiconductor interior, una capa aislante y una capa semiconductor exterior con una capa de revestimiento exterior. La capa de aislamiento está bien protegida y la principal causa de degradación es la degradación eléctrica provocada por el campo eléctrico del conductor. El cable de alimentación de LV se compone de un conductor eléctrico que está recubierto con una capa aislante o una capa combinada de aislamiento y revestimiento, adecuada como capa aislante. Convenientemente, el aislamiento del cable se extruye sobre el conductor. El conductor suele ser de aluminio o cobre. El cobre tiene mejor conductividad, pero es bien conocido que degrada polímeros, como el polietileno, más rápido que el aluminio.

El cable de alimentación de LV comprende una capa aislante en la que dicha capa aislante comprende el copolímero de etileno con comonómero que contiene grupos silano según cualquier realización anterior. De manera adecuada, la capa de aislamiento es adyacente y está en contacto directo con el conductor, de manera adecuada el conductor es un conductor de cobre. Esta realización aprovecha mejor el efecto técnico de la presente invención. Esto se muestra en los ejemplos como una mejora mayor de la OIT de las copas de cobre en comparación con las copas de aluminio. La elección de los materiales de la copa es, por ejemplo, conductores de cobre y aluminio.

En una realización más adecuada de la invención, la capa aislante funciona como capa aislante y capa de revestimiento, convenientemente un cable de una capa. Estos cables suelen estar expuestos al viento y a la intemperie. La OIT es un buen indicador de la resistencia de los polímeros al viento y a la intemperie.

La presente invención se refiere además a un proceso para producir un copolímero de etileno con comonómero que contiene grupos silano según cualquier realización anterior, en el que el copolímero de etileno con al menos un comonómero que contiene grupos silano se produce en un proceso de alta presión que comprende las etapas de:

- (a) comprimir etileno junto con el comonómero que contienen grupos silano bajo presión en un compresor, en donde se usa un lubricante de compresor para la lubricación,
- (b) polimerizar etileno junto con el comonómero que contienen grupos silano en una zona de polimerización,
- (c) separar la poliolefina obtenida de los productos sin reaccionar y recuperar la poliolefina separada en una zona de recuperación,

en donde en la etapa a) el lubricante del compresor comprende un aceite mineral y no contiene componentes a base de polialquilenglicol;

- 5 De manera adecuada, la etapa de polimerización b) se realiza a una presión de hasta 4000 bar, convenientemente de 700 a 4000 bar, y a una temperatura de hasta 400 °C, convenientemente de 80 a 350 °C.

Métodos de prueba

- 10 a) Índice de flujo de fusión

El índice de flujo de fusión MFR₂ se midió de acuerdo con la norma ISO 1133 a 190 °C y una carga de 2,16 kg para homo y copolímeros de etileno.

- 15 b) Densidad: La densidad se midió de acuerdo con las normas ISO 1183D e ISO1872-2 para la preparación de muestras.

c) Tiempo de inducción de oxígeno (OIT, por sus siglas en inglés)

- 20 El OIT se midió según las normas EN728 e ISO TR 10837 a una temperatura de 190 C a 210 °C con O₂ atmosférico.

d) Alargamiento por fraguado en caliente (%):

- 25 Para determinar que la composición de polietileno reticulable está curada convenientemente, el alargamiento por fraguado en caliente y el fraguado permanente se determinan de acuerdo con la norma IEC 60811-507, midiendo la deformación térmica a 200 °C y con una carga de 0,20 MPa. Se preparan tres muestras de prueba a partir de una cinta que consiste en una composición de polietileno para ensayarse cortando muestras de prueba de la cinta. Cada muestra de prueba se fija verticalmente desde su extremo superior en el horno y se fija una carga de 0,20 MPa al extremo inferior de cada muestra de prueba. Después de 15 minutos, a 200 °C en un horno, se mide la distancia entre las líneas marcadas previamente y se calcula el porcentaje de alargamiento por fraguado en caliente, % de
- 30 alargamiento. Para el % de fraguado permanente, la fuerza de tracción (peso) se elimina de las muestras de prueba y luego se recupera a 200 °C durante 5 minutos y luego se deja enfriar a temperatura ambiente hasta temperatura ambiente. El % fijado permanentemente se calcula a partir de la distancia entre las líneas marcadas.

- 35 e) El contenido (% en peso y % en moles) de comonomero polar presente en el polímero y el contenido (% en peso y % en moles) de unidades que contienen grupo(s) silano (convenientemente comonomero) presentes en la composición polimérica (convenientemente en el polímero). Se usó espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa para cuantificar el contenido de comonomero del polímero en la composición polimérica.

- 40 Espectros cuantitativos de ¹H-RMN registrados en estado de solución utilizando un espectrómetro de RMN Bruker Advance III 400 que funciona a 400,15 MHz. Todos los espectros se registraron utilizando un cabezal de sonda estándar de banda ancha inversa de 5 mm a 100 °C utilizando gas nitrógeno para todos los sistemas neumáticos. Se disolvieron aproximadamente 200 mg de material en 1,2-tetracloroetano-d₂ (TCE-d₂) usando ditercutilhidroxitolueno (BHT) (CAS 128-37-0) como estabilizador. Se empleó excitación estándar de pulso único utilizando un pulso de grado, un retraso de relajación de 3 s y sin rotación de la muestra. Se adquirieron un total de 16 transitorios por espectro utilizando 2 escaneos ficticios. Se recogieron un total de 32k puntos de datos por FID con un tiempo de permanencia de 60 μs, lo que correspondía a una ventana espectral de aprox. 20 ppm. A continuación, el FID se llenó con ceros hasta 64k puntos de datos y se aplicó una función de ventana exponencial con una ampliación de línea de 0,3 Hz. Esta configuración se eligió principalmente por su capacidad para resolver las señales cuantitativas resultantes de la
- 45 copolimerización de metilacrilato y viniltrimetilsiloxano cuando están presentes en el mismo polímero.

- 50 Se procesaron espectros cuantitativos de ¹H-RMN se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas mediante programas de automatización de análisis espectral personalizados. Todos los desplazamientos químicos se hicieron referencia internamente a la señal del disolvente protonado residual a 5,95 ppm. Cuando se presentaron señales características resultantes de la incorporación de vinilacitato (VA), acrilato de metilo (MA), acrilato de butilo (BA) y viniltrimetilsiloxano (VTMS), en diversas secuencias de comonomeros (Randell89). Todos los contenidos de comonomero se calculan con respecto a todos los demás monómeros presentes en el polímero.

- 60 La incorporación de vinilacitato (VA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 4,84 ppm asignada a los sitios *VA, teniendo en cuenta el número de núcleos 18 por comonomero y corrigiendo la superposición de los protones OH de BHT cuando están presentes:

$$65 \quad VA = (I^*_{VA} - (I_{ArBHT})/2) / 1$$

ES 2 987 434 T3

La incorporación de metilacrilato (MA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 3,65 ppm asignada a los sitios IMA, teniendo en cuenta el número de núcleos informados por comonomero:

$$MA = I_{IMA} / 3$$

La incorporación de butilacrilato (BA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 4,08 ppm asignada a los sitios 4BA, teniendo en cuenta el número de núcleos informados por comonomero:

$$BA = I_{4BA} / 2$$

La incorporación de viniltrimetilsiloxano se cuantificó utilizando la integral de la señal a 3,56 ppm asignada a los sitios IVTMS, teniendo en cuenta el número de núcleos informados por comonomero:

$$VTMS = I_{IVTMS} / 9$$

Se observaron señales características resultantes del uso adicional de BHT como estabilizador. El contenido de BHT se cuantificó utilizando la integral de la señal a 6,93 ppm asignada a los sitios ArBHT, teniendo en cuenta el número de núcleos informantes por molécula:

$$BHT = I_{ArBHT} / 2$$

El contenido de comonomero de etileno se cuantificó usando la integral de la señal alifática en masa (en masa) entre 0,00 - 3,00 ppm. Esta integral puede incluir los sitios 1VA (3) y α VA (2) de la incorporación aislada de acetato de vinilo, los sitios *MA y MA de la incorporación aislada de metilacrilato, los sitios 1BA (3), 2BA (2), 3BA (2), *BA (1) y α BA (2) de la incorporación aislada de butilacrilato, los sitios *VTMS y α VTMS de la incorporación aislada de vinilsilano y los sitios alifáticos de BHT, así como los sitios de secuencias de polietileno. El contenido total de comonomero de etileno se calculó basándose en la integral masiva y compensando las secuencias de comonomero observadas y BHT:

$$E = (1/4) * I_{bulk} - 5*VA - 3*MA - 10*BA - 3*VTMS - 21 *BHT]$$

Cabe señalar que la mitad de las señales α en la señal masiva representan etileno y no comonomero y que se introduce un error insignificante debido a la incapacidad de compensar los dos extremos de cadena saturados (S) sin sitios de ramificación asociados. Las fracciones molares totales de un monómero dado (M) en el polímero se calcularon como:

$$fM = M / (E + VA + MA + BA + VTMS)$$

La incorporación total de comonomero de un monómero dado (M) en porcentaje molar se calculó a partir de las fracciones molares de la manera estándar:

$$M [\text{mol } \%] = 100 * fM$$

La incorporación total de comonomero de un monómero dado (M) en porcentaje en peso se calculó a partir de las fracciones molares y el peso molecular del monómero (MW) de la manera estándar:

$$M [\% \text{ en peso}] = 100 * (fM * MW) / (fVA * 86,09) + (fMA * 86,09) + (fBA * 128,17) + (fVTMS * 148,23) + ((1-fVA-fMA-fBA-fVTMS) * 28,05)$$

randall89
J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys, 1989, C29, 201.

Es evidente para un experto en la materia que el principio anterior se puede adaptar de manera similar para cuantificar el contenido de cualquier comonomero polar adicional que sea distinto de MA BA y VA, si está dentro de la definición del comonomero polar dada en la presente solicitud y cuantificar el contenido de cualquier unidad que contenga grupos silano adicionales que no sean VTMS, si está dentro de la definición de unidades que contienen grupos silano como se da en la presente solicitud, utilizando la integral de la señal característica respectiva.

Materiales

EVS PAG: Etileno vinil trimetoxi silano que tiene un índice de flujo de fusión (MFR₂ @190 °C) que es de 1,0 g/10 min, con 0,3 % en peso de Lowinox CPL disponible de Chemtura (CAS-núm. 68610-51-5). El polietileno se preparó mediante un proceso de polimerización por radicales a alta presión en el que el aceite del compresor que lubrica el compresor es un aceite PAG (Orites 270DS).

Mineral EVS: Etileno vinil trimetoxi silano que tiene un índice de flujo de fusión (MFR₂@190 °C) que es de 1,0 g/10 min, con 0,3 % en peso de Lowinox CPL disponible en Chemtura (CAS-núm.68610-51-5). El polietileno se preparó mediante un proceso de polimerización por radicales a alta presión en el que el aceite del compresor que lubrica el compresor es un aceite mineral.

CatMB SA, mezcla maestra de catalizador de reacción de condensación con un portador de polímero de etileno de baja densidad (MFR₂ es 7,5 g/10 min) que contiene 1,5 % en peso de ácido dodecibenceno sulfónico como catalizador de reacción de condensación y 2 % de Irganox 1010 como estabilizador se mezcló en seco con el silano. copolímeros.

Preparativos

Se han medido las influencias del aceite de compresor utilizado en procesos por radicales a alta presión sobre la estabilidad térmica de copolímeros de etileno con comonomero que contiene grupos silano. Todos los ejemplos, EVS PAG y EVS Mineral, se prepararon en un reactor tubular tal como se describe en los ejemplos comparativos 1 y 2 del documento de Patente EP2508566.

La estabilidad térmica se evaluó mediante mediciones OIT a 190 °C utilizando copas de aluminio. Todas las muestras se reticularon con el mismo lote maestro de reticulación. Las muestras se mezclaron con un 5 % de CatMB SA, mezcla maestra de catalizador de condensación, disponible en Borealis, que es una mezcla maestra de reticulación completamente funcionalizada. Los resultados se dan en la tabla 1. Es evidente que el aceite mineral EVS tiene una mejor estabilidad térmica en comparación con el aceite EVS PAG. La disminución de la OIT es de aproximadamente el 30 %. El efecto negativo del aceite PAG se confirmó añadiendo 300 ppm de PA al aceite mineral EVS.

Tabla 1, EVS con 1,3 % en peso de VTMS

Material	OIT	OIT Relativo, % A1, 190 °C
Mineral EVS	186	100
EVS PAG	126	68
Mineral EVS + 300 ppm PAG	151	81

Se han evaluado además muestras de copolímeros de etileno vinil trimetoxi silano con respecto a su rendimiento en caliente. Los copolímeros de etileno vinil trimetoxi silano producidos con aceite mineral y aceite PAG como lubricante en el hipercompresor se han comparado con copolímeros empapados de etileno vinil trimetoxi silano producidos con aceite mineral. Las cantidades de vinil trimetoxi silano se han variado tal como se describe en la tabla 2.

Todas las muestras se reticularon con el mismo lote maestro de reticulación. Las muestras se mezclaron con CatMB SA al 5 %. Después de la extrusión, las muestras se reticularon durante 1 h en un baño de agua a 90 °C. El efecto se evaluó midiendo el valor de ajuste en caliente a 200 °C. Cuanto mejor sea la reticulación, menor será el valor de ajuste en caliente, es decir, la respuesta de reticulación.

Como se ve en la tabla 2 y la figura 1, el alargamiento por fraguado en caliente (%) disminuye con el contenido de vinil trimetoxi silano (VTMS). Existe una clara diferencia entre los materiales producidos con aceite mineral y aceite PAG.

Los resultados muestran una mayor respuesta de reticulación en los polímeros con aceite mineral en comparación con los polímeros con aceite PAG. El efecto del aceite PAG se confirmó añadiendo 300 ppm de PAG al material Mineral EVS con 1,5 % en peso de VTMS.

	EVS PAG	EVS PAG	EVS PAG	EVS PAG	EVS PAG	EVS PAG	Mineral EVS	Mineral EVS	Mineral EVS	Mineral EVS empapado con PAG
Conjunto caliente %	100	70	64	49	48	37	60	46	25	73
Contenido VTMS % en peso	1,18	1,49	1,54	1,8	1,83	1,9	1,32	1,5	1,8	1,5

La figura 1 muestra la tabla 2. Todos los ejemplos son con y MFR₂ de 1 g/10min. Los ejemplos de EVS con aceite mineral y aceite PAG están en una línea lineal. Se puede deducir que el contenido de VTMS se puede reducir normalmente en un 0,3 % en peso manteniendo la misma respuesta de reticulación.

REIVINDICACIONES

1. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano que se produce en un proceso de polimerización por radicales a alta presión que comprende las etapas de:
- 5 (a) comprimir etileno junto con comonomero que contiene grupos silano bajo presión en un compresor, en donde se utiliza un lubricante de compresor para la lubricación,
 (b) polimerizar etileno junto con comonomero que contiene grupos silano en una zona de polimerización,
 10 (c) separar el etileno obtenido de los productos sin reaccionar y recuperar el copolímero de etileno separado en una zona de recuperación, en donde
 en el que en la etapa a) el lubricante del compresor comprende un aceite mineral y no contiene componentes a base de polialquilenglicol; en el que el copolímero de etileno tiene un contenido de comonomero que contiene grupos silano de 0,5 a 3 % en peso y un MFR₂ medido de acuerdo con la norma ISO 1133 a 190 °C y una carga de 2,16 Kg, de 0,3 a 10 g/10min, y el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano es reticulado con un catalizador de reacción de condensación que es ácido, convenientemente un ácido de Brönsted.
- 15 2. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano, según la reivindicación 1, en el que dicho aceite mineral es un aceite mineral obtenible a partir de procesos de refinería de petróleo crudo.
- 20 3. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano, según la reivindicación 1 o 2, en el que dicho aceite mineral contiene hidrocarburos parafínicos.
- 25 4. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el MFR₂ es de 0,5 a 2 g/10min.
- 30 5. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silanos, un según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el contenido de comonomero que contiene grupos silano es inferior al 2 % en peso.
- 35 6. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano, según la reivindicación 5, en el que el catalizador de la reacción de condensación es un ácido sulfónico, convenientemente un ácido sulfónico orgánico.
- 40 7. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano, según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silanos que contiene además comonomero o comonomeros polares que no contienen grupos silano.
- 45 8. Copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano, según la reivindicación 7, en el que el comonomero o comonomeros polares libres de grupos silano es acetato de vinilo (EVA), (met)acrilato de metilo, (EMA y EMMA), acrilato de etilo (EEA), y/o acrilato de butilo (EBA), convenientemente EMA.
- 50 9. Cable que comprende un conductor rodeado por una o más capas en las que al menos una de dichas capas comprende el copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.
- 55 10. Cable, según la reivindicación 9, en el que dicho cable es un cable de alimentación de baja tensión.
11. Cable, según la reivindicación 9 o 10, en el que la al menos una capa es una capa aislante.
12. Cable, según la reivindicación 11, en el que la capa aislante es adyacente y está en contacto directo con un conductor, convenientemente un conductor de cobre.
13. Cable, según la reivindicación 11 o 12, en el que la capa aislante funciona como capa aislante y capa de revestimiento.
- 60 14. Proceso para producir un copolímero de etileno con comonomero que contiene grupos silano según las reivindicaciones 1 a 8, en el que dicho proceso es un proceso radical de alta presión que comprende las etapas de:
- 65 (a) comprimir etileno junto con comonomero que contiene grupos silano bajo presión en un compresor, en el que se utiliza un lubricante de compresor para lubricación,
 (b) polimerización del etileno junto con comonomero que contiene grupos silano en una zona de polimerización,
 (c) separar la poliolefina obtenida de los productos sin reaccionar y recuperar la poliolefina separada en una zona de recuperación,

en la que en la etapa a) el lubricante del compresor comprende un aceite mineral y no contiene componentes a base de polialquilenglicol.

- 5 15. Proceso, según la reivindicación 14, en el que la etapa de polimerización b) se realiza a una presión de hasta 4000 bar, convenientemente de 700 a 4000 bar, y a una temperatura de hasta 400 °C, convenientemente de 80 a 350 °C.

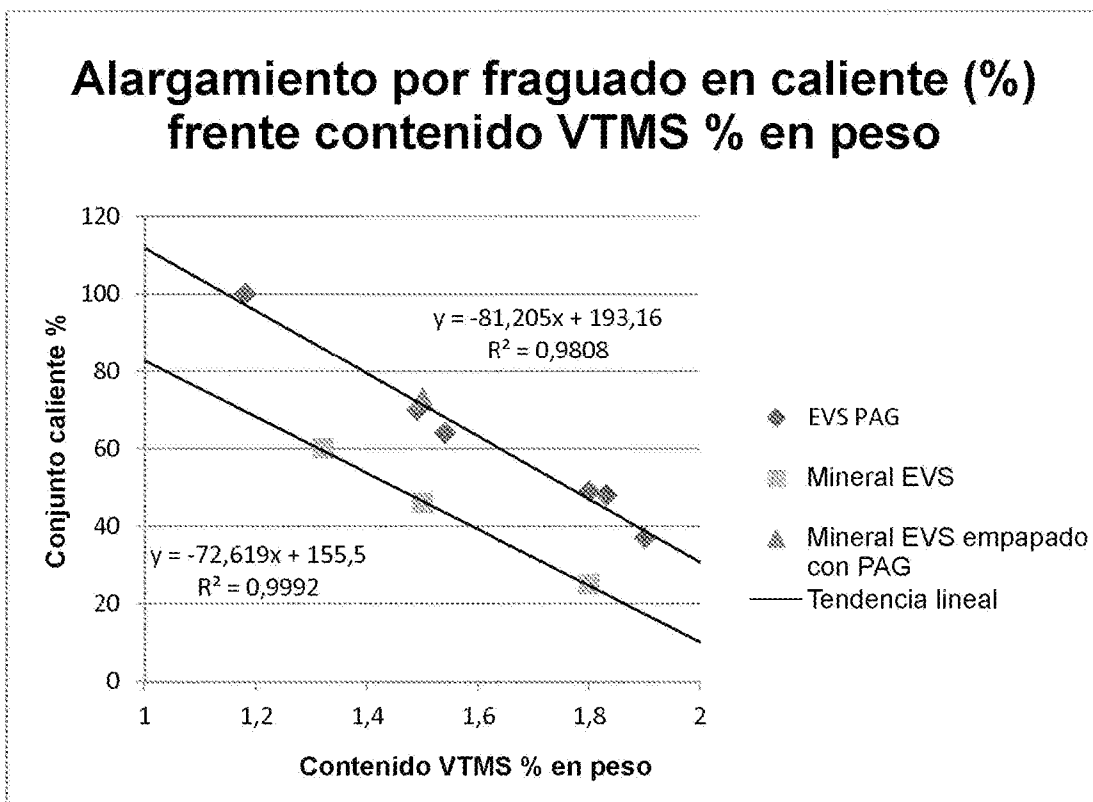


Figura 1

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

10

- WO 2009012041 A
- WO 2009012092 A
- EP 2499176 A
- EP 2499197 A
- EP 2499175 A
- EP 2636690 A
- EP 1309631 A
- EP 1309632 A
- EP 2508566 A

Literatura no patente citada en la descripción

- *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*, 1986, vol. 6, 383-410
- Polyethylene: High-pressure. **R.KLIMESCH; D.LITTMANN; F.-O. MÁHLING.** *Encyclopedia of Materials: Science and Technology.* Elsevier Science Ltd, 2001, 7181-7184
- *CHEMICAL ABSTRACTS*, 128- 37-0
- **J. RANDALL.** *Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys.*, 1989, vol. G29, 201
- *CHEMICAL ABSTRACTS*, 68610-51-5

15