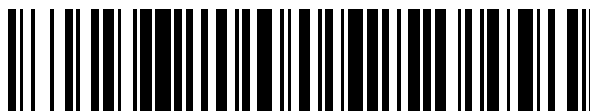


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 254**

51 Int. Cl.:

C09K 5/12 (2006.01)

F24J 2/46 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.03.2011** **PCT/EP2011/054883**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.10.2011** **WO11124510**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.03.2011** **E 11711088 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016** **EP 2556129**

54 Título: **Azufre líquido con viscosidad mejorada como portador de calor**

30 Prioridad:

09.04.2010 EP 10159483

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

21.10.2016

73 Titular/es:

BASF SE (100.0%)
Carl-Bosch-Strasse 38
67056 Ludwigshafen am Rhein, DE

72 Inventor/es:

MAJOR, FELIX;
SEELER, FABIAN;
GARLICH, FLORIAN;
GÄRTNER, MARTIN;
MAURER, STEPHAN;
WORTMANN, JÜRGEN;
LUTZ, MICHAEL;
HUBER, GÜNTHER;
MACHHAMMER, OTTO y
SCHIERLE-ARNDT, KERSTIN

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 587 254 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

Azufre líquido con viscosidad mejorada como portador de calor

- La presente invención se refiere a una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, a un procedimiento para producir una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, al uso de una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, como portador de calor y/o acumulador de calor, los cuales comprenden una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, así como a plantas de energía solar-térmica que comprenden tuberías, intercambiadores de calor y/o recipientes llenos con mezclas que contienen azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, tal como se define respectivamente en las reivindicaciones.
- Dependiendo del campo de aplicación, varía mucho el perfil de requisitos para líquidos portadores de calor o acumuladores de calor, por lo cual en la práctica se utiliza una gran cantidad de líquidos. Los líquidos deben ser líquidos a temperatura ambiente o a temperaturas mucho más bajas y tener bajas viscosidades. Para temperaturas de empleo más altas, no se considera el agua, su presión de vapor sería demasiado grande. Por esto se utilizan aceites minerales a base de hidrocarburos hasta aproximadamente 320 °C y aceites que contienen compuestos aromáticos, sintéticos, o aceite de silicona para temperaturas de hasta 400 °C (Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Gesellschaft Verfahrenstechnik und Chemieingenieurwesen (GVC), VDI Wärmeatlas, 10ª edición, editorial Springer Verlag, Berlín Heidelberg, 2006).
- Una aplicación reciente para líquidos de transferencia de calor representa las plantas de energía solar que generan energía eléctrica a gran escala indirectamente de la radiación solar (Butscher, R., Bild der Wissenschaft 2009, 3, páginas 84 a 92).
- A este respecto, la radiación solar se enfoca, por ejemplo, mediante espejos en forma de canales, conformados de modo parabólico, en la línea focal. Allí se encuentra un tubo metálico el cual puede encontrarse para impedir pérdidas de calor dentro de un tubo de vidrio, en cuyo caso el espacio entre los tubos concéntricos ha sido evacuado. Un líquido de transferencia de calor, que se calienta por radiación solar, fluye a través del tubo metálico. En la actualidad, en calidad de líquido de transferencia de calor se utiliza una mezcla de éter difenílico y difenilo.
- El portador de calor se calienta de esta manera mediante radiación solar concentrada a máximo 400°C. El medio caliente de transferencia de calor calienta agua en un generador de vapor para dar lugar a vapor de agua. Este vapor de agua impulsa una turbina y a su vez ésta impulsa al generador, tal como en una planta convencional de energía eléctrica para producir corriente. Con este procedimiento puede lograrse un grado de efectividad promedio de aproximadamente 16 por ciento respecto del contenido de energía de la radiación solar. El grado de eficiencia de la turbina de vapor es de aproximadamente 37% a esta temperatura de entrada.
- Hasta ahora, las plantas de energía de este tipo han sido construidas con un rendimiento instalado de algunos cientos de megavatios y muchas otras se encuentran en planificación, principalmente en España, pero también en el norte de África y en los Estados Unidos de América.
- Ambos componentes de la mezcla de éter difenílico y difenilo, utilizada como portador de calor (en lo sucesivo esta mezcla se denomina "aceite térmico"), tienen un punto de ebullición de aproximadamente 256 °C a presión atmosférica. El punto de fusión del difenilo se encuentra en 68-72 °C; el del éter difenílico en 26-39 °C. Mezclando ambas sustancias se disminuye el punto de fusión a 12 °C. La mezcla de las dos sustancias puede usarse hasta un máximo de 400 °C; a temperaturas superiores se presenta descomposición. La presión de vapor se encuentra a esta temperatura a aproximadamente 10 bar, la cual es una presión que todavía es tolerable en la industria.
- Es deseable obtener grados de efectividad de turbina mayores que 37 por ciento. Para este propósito, sin embargo, se necesitan temperaturas de entrada de vapor mayores que 400 °C.
- El grado de eficiencia de una turbina a vapor se incrementa con la temperatura de entrada a la turbina. Las plantas modernas de energía, alimentadas con combustible fósil, operan con temperaturas de entrada de vapor de hasta 650 °C y con esto logran grados de eficiencia alrededor de 45%.
- Incluso en plantas de energía térmicas-solares sería por completo posible, desde el punto de vista industrial, calentar el líquido de transferencia de calor en la línea focal de los espejos a temperaturas alrededor de 650 °C y con esto lograr también grados de eficiencia tan altos como en el caso de plantas de energía alimentadas con combustibles fósiles; sin embargo, la resistencia restringida a la temperatura del líquido de transferencia de calor que se utiliza hasta ahora descarta esta posibilidad.
- En las plantas de energía térmicas-solares de torre pueden lograrse temperaturas superiores a las de las plantas de energía de canales parabólicos; en las primeras, una torre se encuentra rodeada de espejos que concentran la luz del sol en un receptor en la parte superior de la torre. En este receptor se calienta un portador de calor que luego se utiliza mediante un intercambiador de calor para la generación de vapor y para la operación de una turbina. En las

plantas de energía de torre (por ejemplo Solar II, California, Estados Unidos de América) ya se había utilizado una mezcla de nitrato de sodio (NaNO_3) y nitrato de potasio (KNO_3) (60:40) como portador de calor. Esta mezcla puede utilizarse sin problemas hasta 550 °C, aunque tiene un alto punto de fusión de hasta 240°C; es decir, la mezcla se solidifica por debajo de esta temperatura y por lo tanto ya no puede circular en las tuberías como portador de calor.

- 5 Han sido propuestos otros posibles portadores de calor a alta temperatura a base de azufre. El azufre se funde a presión atmosférica a 120 °C y tiene un punto de ebullición de 440 °C a presión atmosférica. Sin embargo, el azufre líquido es problemático como portador de calor ya que en un intervalo de temperaturas de 160 a 220 °C en términos generales es altamente viscoso e incapaz de bombearse.

Por lo tanto, es deseable disminuir la viscosidad del azufre fundido.

- 10 Para reducir la viscosidad de azufre fundido el documento WO 2005/071037 describe la mezcla de azufre con pequeñas cantidades de selenio y/o telurio.

El documento US 4 335 578 describe la disminución de viscosidad de azufre fundido adicionando bromo o yodo.

Los documentos DE 10 2008 046071 A1 y WO 2010/0256921 A1 describen que la viscosidad de azufre como líquido portador de calor puede disminuirse mediante adición y mezcla de halógeno, tal como el cloro, SCl_2 o S_2Cl_2 .

- 15 El documento DE 10 2008 046071 A1 describe además que se incorpora arsénico en forma de As_2S_4 o As_2S_3 al azufre fundido.

Todos estos aditivos son altamente corrosivos incluso a temperaturas bajas y aún más a las altas temperaturas del azufre fundido.

- 20 Es ventajoso operar una planta de energía solar-térmica de manera continua. Esto se logra, por ejemplo, almacenando calor durante tiempos de radiación solar alta, el cual puede usarse para producción de corriente después de ponerse el sol o durante fases de mal tiempo.

El almacenamiento de calor puede efectuarse directamente guardando el medio portador de calor que se ha calentado en tanques de depósito bien aislados, o indirectamente transfiriendo el calor del medio portador de calor que ha sido calentado a otro medio (acumulador de calor), por ejemplo una fusión de sal de nitrato de sodio-nitrato de potasio

- 25

Un método indirecto ha sido realizado en la planta de energía de 50 MW Andasol I en la cual se han utilizado aproximadamente 28.000 t de una fusión de nitrato de sodio nitrato de potasio (60:40) como acumulador de calor en un tanque bien aislado. Durante los tiempos de radiación solar, la fusión se bombea desde un tanque más frío (aproximadamente 280 °C) por un intercambiador de calor de aceite térmico-sal a un tanque más caliente y allí se calienta a aproximadamente 380 °C. Allí se desacopla la energía térmica del aceite térmico mediante un intercambiador de calor y se acopla a la fusión de sal (intercambiador de calor de aceite térmico-sal). En tiempos de radiación solar más baja y durante las noches, la planta de potencia puede operarse a carga completa durante aproximadamente 7,5 horas con un acumulador completamente cargado.

- 30

Sin embargo, sería ventajoso que el medio portador de calor se utilizara también como medio acumulador de calor ya que de esta manera podrían ahorrarse los correspondientes intercambiadores de calor de aceite térmico-sal.

- 35

Además, de esta manera podría evitarse un posible contacto del aceite térmico que tiene propiedades reductoras con la fusión de nitrato que tiene un efecto altamente oxidante. Debido al precio ostensiblemente superior del aceite térmico en comparación con la fusión de nitrato de sodio-nitrato de potasio, hasta ahora no se ha tomado en consideración el aceite térmico en calidad de acumulador de calor.

- 40 El objetivo de la invención es proporcionar un material portador de calor y acumulador de calor mejorado, fácilmente disponible, preferiblemente un líquido portador de calor y acumulador de calor. El líquido debe poder utilizarse a temperaturas superiores a 400 °C, preferiblemente por encima de 500 °C. Al mismo tiempo, el punto de fusión debe ser menor que el de las fusiones de sales inorgánicas ya utilizadas en la industria, por ejemplo por debajo de 130 °C. Además, el líquido debe tener una presión de vapor tan baja como sea posible, que pueda controlarse en la industria, por ejemplo menor que 10 mbar.

- 45

Para la presente invención fundamentalmente es bien adecuado cualquier tipo de azufre elemental. El azufre elemental es conocido desde la antigüedad y se describe, por ejemplo, en Gmelins Handbuch der Anorganischen Chemie (8ª edición, editorial Chemie GmbH, Weinheim, 1953). Puede obtenerse de yacimientos puros, menas de azufre o de acuerdo con el método de Frasch, pero también en gran cantidad de procedimientos de desulfuración de petróleo y gas natural.

- 50

El azufre bien adecuado tiene una pureza en el intervalo de 98 a 100% en peso, preferiblemente en el intervalo de 99,5 a 100 % en peso. La diferencia del 100%, dependiendo del método de obtención, está constituida habitualmente por agua, minerales inorgánicos o hidrocarburos.

- 5 Los aditivos que contienen aniones en el contexto de esta solicitud son compuestos de un metal del sistema periódico de los elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos, preferiblemente aniones estructurados a partir de átomos no metálicos.

Ejemplos de metales de este tipo son: metales alcalinos, preferiblemente sodio, potasio; metales alcalino-térreos, preferiblemente magnesio, calcio, bario; metales del grupo 13 del sistema periódico de los elementos, preferiblemente aluminio, metales de transición, preferiblemente manganeso, hierro, cobalto, níquel, cobre, zinc.

- 10 Ejemplos de aniones de este tipo son: haluros y polihaluros, por ejemplo fluoruro, cloruro, bromuro, yoduro, triyoduro; calcogenuros y policalcogenuros, por ejemplo óxido, hidróxido, sulfuro, sulfuro de hidrógeno, disulfuro, trisulfuro, tetrasulfuro, pentasulfuro, hexasulfuro, selenuro, telurio; pnícogenuros, por ejemplo amida, imida, nitruro, fosfuro, arsenuro; pseudohaluro, por ejemplo cianuro, cianato, tiocianato; aniones complejos, por ejemplo fosfato, hidrofosfato, dihidrofosfato, sulfato, hidrosulfato, sulfito, hidrosulfito, tiosulfato, hexacianoferrato, tetracloroaluminato, tetracloroferrato.

- 15 Ejemplos de aditivos que contienen aniones son: cloruro de aluminio (III), cloruro de hierro (III), sulfuro de hierro (II), bromuro de sodio, bromuro de potasio, yoduro de sodio, yoduro de potasio, tiocianato de potasio, tiocianato de sodio, sulfuro disódico (Na_2S), tetrasulfuro disódico (Na_2S_4), pentasulfuro disódico (Na_2S_5), pentasulfuro dipotásico (K_2S_5), hexasulfuro dipotásico (K_2S_6), tetrasulfuro de calcio (CaS_4), trisulfuro de bario (BaS_3), selenuro dipotásico (K_2Se), fosfuro tripotásico (K_3P), hexacianoferrato (II) de potasio, hexacianoferrato (III) de potasio, tiocianato de cobre (I), triyoduro de potasio, triyoduro de cesio, hidróxido de sodio, hidróxido de potasio, hidróxido de cesio, óxido de sodio, óxido de potasio, óxido de cesio, cianuro de potasio, cianato de potasio, tetraaluminato de sodio, sulfuro de manganeso (II), sulfuro de cobalto (II), sulfuro de níquel (II), sulfuro de cobre (II), sulfuro de zinc, fosfato de trisódico, hidrofosfato disódico, hidrofosfato de sodio, sulfato disódico, hidrosulfato de sodio, sulfito disódico, hidrosulfito de sodio, tiosulfato de sodio, fosfato tripotásico, hidrofosfato dipotásico, dihidrofosfato de potasio, sulfato dipotásico, hidrosulfato de potasio, sulfito dipotásico, hidrosulfito de potasio, tiosulfato de potasio.

- 20 Los aditivos que contienen aniones en el contexto de esta solicitud son además mezclas de dos o de más compuestos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos, preferiblemente aniones formados de átomos de no metales.
- 25 A este respecto, de acuerdo con el estado actual de conocimiento, la proporción de masas de los componentes individuales no es crítica.

Los aditivos particularmente preferidos que contienen aniones son calcogenuros de metal alcalino, por ejemplo compuestos binarios entre un metal alcalino, a saber: litio, sodio, potasio, rubidio o cesio, y un calcógeno, a saber: oxígeno, azufre, selenio o telurio.

- 30 También son posibles, obviamente, mezclas de estos compuestos binarios, en cuyo caso, de acuerdo con el estado actual del conocimiento, las proporciones de mezcla no son críticas.

- 35 Aditivos muy particularmente preferidos que contienen aniones son tetrasulfuro disódico (Na_2S_4), pentasulfuro disódico (Na_2S_5), pentasulfuro dipotásico (K_2S_5), hexasulfuro dipotásico (K_2S_6), tiocianato de sodio (NaSCN), tiocianato de potasio (KSCN), hidróxido de sodio (NaOH) o hidróxido de potasio (KOH) así como mezclas de al menos dos de estos componentes.

De manera fundamental se conocen procedimientos para la preparación de los aditivos que contienen aniones, que se mencionaron antes, y se describen en la literatura.

- 40 Por ejemplo, es posible preparar polisulfuros de metales alcalinos de la fórmula M_2S_x ($x = 2, 3, 4, 5, 6$) directamente a partir de los sulfuros de metales alcalinos y de la cantidad correspondiente de azufre fundiéndolos conjuntamente a temperaturas de 400 a 500 °C. Los correspondientes sulfuros de metales alcalinos (M_2S) pueden prepararse, por ejemplo, mediante reducción de los correspondientes sulfatos de metales alcalinos con carbono. Otro procedimiento bien adecuado para producir polisulfuros de metales alcalinos es la reacción directa de metales alcalinos con azufre, tal como se describe a manera de ejemplo en el documento US 4,640,832. Otros procedimientos adecuados para producir los polisulfuros de metales alcalinos son la reacción de carbonatos de metales alcalinos o de hidróxidos de metales alcalinos con azufre, la reacción de sulfuros de metales alcalinos con azufre, la reacción de sulfuros de metales alcalinos o de hidrosulfuros de metales alcalinos en solución acuosa o alcohólica con azufre o la reacción de metales alcalinos con azufre en amoníaco líquido.

- 45 La mezcla según la invención contiene azufre elemental en el intervalo de 50 a 99,999 % en peso, preferentemente en el intervalo de 80 a 99,99 % en peso, particularmente preferible 90 a 99,9 % en peso, cada caso respecto de la masa total de la mezcla de la invención.

La mezcla de la invención contiene preferiblemente los aditivos de la invención, los cuales contienen aniones, en el intervalo de 0,001 a 50 % en peso, preferentemente en el intervalo de 0,01 a 20 % en peso, particularmente preferible 0,1 a 10 % en peso, cada caso respecto de la masa total de la mezcla de la invención.

- 5 La mezcla según la invención puede contener otros aditivos por ejemplo aditivos que disminuyen el punto de fusión de la mezcla. En términos generales la mezcla total de estos aditivos se encuentra en el intervalo de 0,01 a 50 % en peso, respecto de la masa total de la mezcla de la invención.

La suma de los componentes de la mezcla de la invención da como resultado 100%.

La mezcla de la invención que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, opcionalmente la mezcla líquida de la invención (tal como se ha definido antes y se definirá más adelante), puede producirse tal como sigue.

- 10 Todos los componentes (azufre y el aditivo que contiene aniones o varios aditivos que contienen aniones de acuerdo con la invención) se mezclan entre sí en estado sólido en una proporción correspondiente de masas y opcionalmente, a continuación, se funden con el fin de obtener la mezcla líquida terminada.

- 15 A manera de alternativa, primero se funde el azufre elemental y después se agrega el aditivo que contiene aniones según la invención o varios aditivos que contienen aniones según la invención mientras se mezclan y, opcionalmente, la mezcla obtenida pasa a estado sólido por medio de enfriamiento. El aditivo que contiene aniones, o los aditivos que contienen aniones, se disuelven preferiblemente en la fusión de azufre prácticamente por completo.

- 20 También son objeto de la presente solicitud las mezclas según la invención previamente descritas, las cuales contienen azufre elemental y un aditivo que contiene aniones en forma de fluido, en cuyo caso el aditivo que contiene aniones se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos. Estas mezclas se llaman en lo sucesivo "mezclas líquidas según la invención"

- 25 El término "mezcla líquida según la invención" significa en la presente que el azufre en esta mezcla se encuentra líquido a 101325 Pa (abs.) de presión o incluso a una presión superior, al menos parcialmente, preferiblemente por completo.

La mezcla líquida según la invención, a una presión de 101325 Pa (abs.), tiene preferiblemente una temperatura en el intervalo de 120 °C a 450 °C. A una temperatura superior a 101325 Pa (abs), la mezcla líquida según la invención tiene preferiblemente una temperatura en el intervalo de 120 °C a 600 °C.

- 30 La mezcla líquida según la invención corresponde en su composición a las mezclas de la invención descritas fundamentalmente o como preferidas, particularmente preferidas o muy particularmente preferida, las cuales contienen azufre elemental y un aditivo que contiene aniones de acuerdo con la invención.

- 35 El máximo de la viscosidad de la mezcla líquida según la invención, a una presión de 101325 Pa (abs.), medido tal como se indica en los ejemplos, se encuentra por lo regular en un intervalo de temperaturas de 120 °C a 195°C en el intervalo de 0,005 Pa·s a 50 Pa·s, preferentemente 0,005 Pa·s a 30 Pa·s, particularmente preferible 0,005 Pa·s a 5 Pa·s.

- 40 La solicitud se refiere además al uso de una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, preferentemente una mezcla líquida según la invención, respectivamente tal como se ha descrito antes, en calidad de portador de calor y/o acumulador de calor, en cuyo caso el aditivo que contiene aniones se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos.

- 45 La solicitud también se refiere al uso de una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, preferiblemente de una mezcla líquida según la invención, respectivamente tal como se ha descrito antes, en calidad de portador de calor y/o acumulador de calor en plantas de energía, por ejemplo plantas de energía solar-térmica, en cuyo caso el aditivo que contiene aniones se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de los elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos.

- 50 La solicitud también se refiere al uso de una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contienen aniones, preferiblemente de una mezcla líquida según la invención, respectivamente tal como se ha descrito antes, en calidad de portador de calor y/o acumulador de calor en plantas de energía, por ejemplo plantas de energía solar-térmica, a una temperatura en el intervalo de 120 °C a 600 °C, en cuyo caso el aditivo que contiene aniones se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos.

El uso antes descrito de las mezclas líquidas según la invención, principalmente de aquellas en calidad de portadores de calor, tiene lugar preferentemente con la exclusión de aire y humedad, preferentemente en un sistema cerrado por ejemplo de tuberías, bombas, intercambiadores de calor, dispositivos reguladores y recipientes.

5 También son objeto de la presente solicitud portadores de calor o acumuladores de calor que comprenden una mezcla, preferentemente en forma de fluido, que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, en cuyo caso el aditivo que contiene aniones se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos.

10 Portadores de calor son medios que son calentados por una fuente de calor, por ejemplo el sol en el caso de plantas de energía solar-térmica, y transportan la cantidad de calor contenida en ellos por un trayecto determinado. Luego pueden transferir este calor a otro medio, por ejemplo agua o un gas, preferentemente mediante un intercambiador de calor, en cuyo caso este otro medio puede impulsar una turbina, por ejemplo. Pero los portadores de calor también pueden transferir la cantidad de calor contenida en ellos a otro medio que se encuentra en un recipiente de depósito (por ejemplo una fusión de sal de nitrato de potasio ion nitrato de sodio) y de esta manera pasar el calor para el almacenamiento. Los portadores de calor pueden sin embargo almacenarse ellos mismos en un recipiente de depósito y permanecer allí; luego ellos mismos son tanto portadores de calor como también acumuladores de calor.

15 Los acumuladores de calor son medios, habitualmente composiciones de materiales, por ejemplo las mezclas según la invención, que pueden acumular una cantidad de calor durante un tiempo determinado y se encuentran habitualmente en un recipiente fijado en un sitio, preferiblemente aislado frente a pérdidas de calor.

20 También son objeto de la presente solicitud las plantas de energía que comprenden intercambiadores de calor, recipientes y/o tuberías llenas con mezclas que contienen azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, en cuyo caso el aditivo que contiene aniones se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos.

Ejemplos

Las propiedades físicas se midieron tal como sigue:

30 La viscosidad dinámica de las mezclas se determinó dentro de un intervalo de temperaturas de 120 a 195 °C por medio de viscosimetría de rotación de acuerdo con una instrucción interna de la compañía, tal como sigue. La configuración de la medición se compone de un recipiente cilíndrico estacionario en el cual se encuentra un cilindro sólido, montado de modo que sea capaz de girar. El líquido que va a medirse se introduce en el espacio anular. A continuación se determina el par de torsión requerido para permitir que el cilindro sólido gire a una velocidad determinada. El par de torsión requerido como una función del gradiente de velocidad que se presenta puede usarse para calcular la viscosidad dinámica de fluido.

35 Ejemplo 1 (instrucción general)

40 La mezcla respectiva, tal como se describe en los ejemplos 2 a 6, fue calentada mientras se agitaba en una atmósfera de nitrógeno desde la temperatura ambiente hasta 250 °C. A partir de aproximadamente 120 °C la mezcla se volvió líquida. Al seguir calentando, a partir de aproximadamente 159 °C la viscosidad de salida se incrementó de manera significativa, a 190 °C aproximadamente alcanzó un máximo y después, a temperaturas superiores, cayó nuevamente, tal como pudo establecerse por medio de la modificación del momento de torsión del agitador. Luego la mezcla se dejó enfriar desde 250 °C a 150 °C.

Esta operación de calentamiento y enfriamiento se llevó a cabo nueve veces más. Luego se tomó una muestra de la mezcla a temperatura ambiente y tal como se describió antes se determinó la viscosidad dinámica de la muestra.

Ejemplo 2

45 El ejemplo 1 se realizó con una mezcla de 3 g de pentasulfuro dipotásico (K_2S_5) y 297 g de azufre y se midió la viscosidad dinámica de una muestra. El máximo de viscosidad se encontró a 195 °C y fue de 5 Pa·s.

Ejemplo 3

El ejemplo 1 se realizó con una mezcla de 5 g de hidróxido de potasio (KOH) y 295 g de azufre y se midió la viscosidad dinámica de una muestra. El máximo de viscosidad se encontró a 195 °C y fue de 5 Pa·s.

50 Ejemplo 4

El ejemplo 1 se realizó con una mezcla de 5 g de hidróxido de sodio (NaOH) y 295 g de azufre y se midió la viscosidad dinámica de una muestra. El máximo de viscosidad se encontró a 195 °C y fue de 30 Pa·s.

Ejemplo 5

- 5 El ejemplo 1 se realizó con una mezcla de 3 g de pentasulfuro disódico (Na_2S_5) y 297 g de azufre y se midió la viscosidad dinámica de una muestra. El máximo de viscosidad se encontró a 195 °C y fue de 10 Pa·s.

Ejemplo 6

El ejemplo 1 se realizó con una mezcla de 15 g de cloruro de hierro (III) (FeCl_3) y 285 g de azufre y se midió la viscosidad dinámica de una muestra. El máximo de viscosidad se encontró a 195 °C y fue de 38 mPa·s.

Ejemplo 7 (para comparación)

- 10 El ejemplo 1 se repitió con 300 g de azufre y no se adicionó aditivo que contuviera aniones.

Tal como se describió en el ejemplo 1, el azufre se calentó y se enfrió en total 10 veces.

Luego se tomó una muestra de la mezcla a temperatura ambiente y tal como se describió antes, se determinó la viscosidad dinámica. El máximo de viscosidad se encontró a 190 °C y fue de 90 Pa·s.

REIVINDICACIONES

1. Mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, caracterizada porque el aditivo que contiene aniones se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos.
2. Mezcla de acuerdo con la reivindicación 1, en la cual el aditivo que contiene anión comprende compuestos iónicos de un metal del sistema periódico de elementos con aniones cargados negativamente, una o varias veces, monoatómicos o poliatómicos.
3. Mezcla de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, en forma de fluido.
4. Mezcla de acuerdo con la reivindicación 3 con el máximo de la viscosidad a una presión de 101326 Pa (abs.) en el intervalo de temperaturas de 120 °C a 195 °C en el intervalo de 0.005 Pa·s a 50 Pa·s.
5. Uso de una mezcla, tal como se ha definido en las reivindicaciones 1 a 4, como portador de calor y/o acumulador de calor.
6. Uso de una mezcla en forma de fluido, tal como se ha definido en las reivindicaciones 3 a 4, como portador de calor y/o acumulador de calor.
7. Uso tal como se ha definido en las reivindicaciones 5 a 6, como portador de calor y/o acumulador de calor en plantas de energía.
8. Portador de calor y/o acumulador de calor que comprenden una mezcla tal como se ha definido en las reivindicaciones 1 a 4.
9. Portador de calor y/o acumulador de calor que comprenden una mezcla en forma de fluido tal como se ha definido en las reivindicaciones 3 a 4.
10. Plantas de energía solar-térmica que comprenden tuberías, intercambiadores de calor y/o recipientes llenos con mezclas tal como se han definido en las reivindicaciones 1 a 4.
11. Procedimiento para producir una mezcla que contiene azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, en el cual i) se mezclan entre sí azufre elemental y un aditivo que contiene aniones, o varios aditivos que contienen aniones, en estado sólido, en la proporción de masas deseada y la mezcla se convierte luego opcionalmente en una fusión mediante calentamiento, o ii) en el cual primero se funde el azufre elemental y a éste se adiciona un aditivo que contiene aniones, o varios aditivos que contienen aniones, mientras se mezclan y, opcionalmente, la mezcla obtenida pasa a estado sólido mediante enfriamiento, en cuyo caso el aditivo que contiene aniones en i) y ii) se selecciona del grupo que consiste en compuestos de un metal del sistema periódico de con aniones cargados negativamente, formalmente de modo sencillo o múltiple, monoatómicos o poliatómicos.