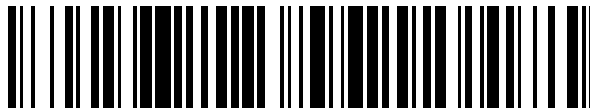


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 378 846**

51 Int. Cl.:

C08J 3/00 (2006.01)

C08L 95/00 (2006.01)

E01C 7/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08796357 .5**

96 Fecha de presentación: **21.07.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2183304**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.05.2010**

54 Título: **Método y producto de preparación de un material compuesto de polímero-aglutinante**

30 Prioridad:
20.08.2007 US 841441
15.07.2008 US 173571

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
18.04.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
18.04.2012

73 Titular/es:
Arr-Maz Products, L.P.
4800 State Road 60 East
Mulberry, FL 33868, US

72 Inventor/es:
BARNAT, James, J.;
VOPAT, F., Vincent y
PRICE, Ronnie, J.

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 378 846 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

Método y producto de preparación de un material compuesto de polímero-aglutinante.

Campo de la invención

5 La invención se refiere a un método y a un producto de preparación de un material compuesto de polímero-aglutinante bituminoso. De manera más específica, la presente invención es un método para preparar un material compuesto de polímero-aglutinante bituminoso que se puede conseguir en menos que una hora empleando un método de alta cizalladura y/o alta presión para producir un material compuesto que contiene un alto porcentaje de polímeros. El material compuesto se puede procesar más cortándolo en pellas que son secas y estables a 10 temperaturas normales y que se puede almacenar o transportar hasta ubicaciones de mezcla secundarias para homogeneización con el aglutinante bituminoso adicional. Esta instalación de mezcla secundaria también puede ser una planta de mezcla en caliente en la que se añaden las pellas a la mezcla y se incorporan en la planta de mezcla con el agregado y el asfalto o en el campo durante la deposición.

Descripción de la técnica relacionada

15 La molécula polimérica presenta una elevada masa molecular y está formada por muchas subunidades repetidas o monómeros. Los polímeros que se encuentran en la naturaleza incluyen ADN y proteínas presentes en las células vivas. Las moléculas poliméricas surgen en muchas formas y tamaños. La molécula de polímero puede ser una cadena larga de un monómero sencillo repetido una y otra vez o puede ser una red compleja que contiene docenas de tipos diferentes de monómeros. Son la identidad, variedad y configuración de los monómeros las que forman una molécula de polímero que determina las propiedades químicas y físicas de la molécula.

20 La química de los polímeros es penetrante. La American Chemical Society estima que 50 % de los profesionales químicos trabajan en un campo relacionado con los polímeros durante algún momento de su carrera. Esto es porque los polímeros se usan en una amplia gama de aplicaciones. Estas aplicaciones varían desde proteínas creadas de forma artificial hasta tejidos y fibras sintéticas, hasta plásticos y hasta aditivos para otros productos debido a las características deseables que los polímeros confieren a esos productos.

25 El uso de materiales compuestos poliméricos permite la formación de un compuesto o la reacción de varias sustancias químicas para dar lugar a una forma sencilla para su uso como materiales básicos, aislamiento, geles, catalizadores, adhesivos, sellantes, productos para automoción y una red de otros productos industriales y comerciales.

30 Se pueden usar los materiales compuestos que emplean asfalto como aglutinante o expansor en numerosas industrias que precisan un adhesivo mejorado o propiedades cohesivas tales como cubiertas, construcción de carreteras, pavimentos y básicamente cualquier industria que emplee adhesivos.

35 El hormigón asfáltico, que típicamente incluye asfalto y agregados y otras composiciones de asfalto puede exhibir determinadas propiedades mecánicas o físicas específicas para permitir su uso en varios campos de aplicación, en particular cuando se usa como aglutinante para la superficie de carreteras, como emulsiones de asfalto para aplicaciones industriales. El término "asfalto" según se usa en la presente memoria se refiere a betún basado en petróleo, pero los contenidos de la presente invención también se puede aplicar a otros tipos de materiales bituminosos.

40 Con frecuencia los asfaltos convencionales no retienen suficiente estabilidad y presentan un intervalo de plasticidad que es demasiado estrecho para su uso en muchas aplicaciones, tales como por ejemplo en la construcción de carreteras. El uso de asfalto o de emulsión de asfalto queda mejorado si estos aglutinantes pueden ser mejorados de manera que posean los niveles requeridos de elasticidad y plasticidad. Las características de comportamiento de los asfaltos para carreteras se mejoran en gran medida por medio de la incorporación de polímeros en los mismos. Estos aglutinantes modificados exhiben un comportamiento reológico superior. Dichos polímeros pueden ser caucho de butilo, polibutadieno, poliisopreno o poliisobuteno u otros polímeros de etileno-butadieno. Otros polímeros pueden 45 incluir un copolímero de etileno/acetato de vinilo, poliacrilato, polimetacrilato, policloropreno, polinorborno, terpolímero de etileno/propileno/dieno (EPDM) y un copolímero aleatorio o de bloques de estireno y un dieno conjugado. De este modo, los asfaltos modificados que se producen son denominados comúnmente como aglutinantes de polímero/betún o aglutinantes de polímero/asfalto. Estos asfaltos modificados con polímero y emulsiones de asfalto típicamente se producen utilizando polímeros basado en estireno/butadieno, y típicamente 50 presentan una temperatura de reblandecimiento elevada, una viscoelasticidad elevada, una fuerza mejorada bajo deformación, una recuperación mejorada bajo deformación y una características mejoradas de deformación a baja temperatura. Si los asfaltos modificados con polímero y las emulsiones de asfalto se tienen que emplear en la construcción o reparación de carreteras, la adición del polímero al material aglutinante bituminoso mejora las propiedades reológicas y los resultados del material de pavimento que es más compacto y menos susceptible frente a la formación de roderas. La patente de EE.UU. N°. 5.314.935, expedida a Chaverot et al., muestra familias de 55 agentes de reticulación, y la patente de EE.UU. N°. 4.242.246 de Maldonado et al. muestra varios polímeros y modificadores de asfalto.

Los asfaltos modificados o mejorados con polímero se usan de manera rutinaria en la construcción de carreteras, en el mantenimiento de carreteras y en las industrias de cubiertas. Se pueden usar materiales compuestos poliméricos-bituminosos-aglutinantes en muchas aplicaciones, que incluyen, pero no se limitan a, cubiertas, adhesivos, másticos y en la construcción de carreteras en las que los materiales compuestos son cementos de betún mejorados con polímero. Con fines únicamente de ilustración, se describe la invención principalmente en la presente memoria en forma de hormigón asfáltico mejorado con polímero que se usa asociado a las aplicaciones de construcción de carreteras, pero la invención no se encuentra limitada y se puede emplear en cualquier número de otras aplicaciones y con cualquier tipo de aglutinante bituminoso.

Se pueden usar los materiales compuestos de polímero-betún de varias formas. En primer lugar, se pueden diluir con un aglutinante adicional para rebajar las concentraciones de polímero con el fin de obtener las propiedades físicas deseadas del aglutinante resultante. Se puede usar el material compuesto como tal y se añade directamente al producto final en forma de asfalto de mezcla en caliente. En este caso el material compuesto se añade en forma de corriente por separado al proceso de mezcla y se incorpora en forma de material compuesto. Finalmente, el material compuesto se puede procesar más para dar lugar a propiedades reológicas adicionales o a otra forma física que puede resultar más conveniente para el proceso deseado.

Con el fin de conseguir un nivel dado de comportamiento de asfalto modificado, se añaden varios polímeros al asfalto o al aglutinante bituminoso en determinada concentración recomendada. La práctica actual consiste en añadir el nivel deseado de uno o más polímeros, en ocasiones junto con un reaccionante que favorece la reticulación de las moléculas de polímero hasta que se obtienen las propiedades reológicas deseadas. Un reaccionante típico usado es azufre en una forma que resulte apropiada para reticulación. El coste del polímero se suma de manera considerable al coste total de la mezcla resultante de material compuesto de asfalto/polímero. De este modo, el uso del polímero es un factor en la capacidad para satisfacer el criterio físico, mecánico y de coste. De igual forma, a niveles elevados de concentración de polímero, la viscosidad de trabajo de la mezcla de asfalto se hace demasiado elevada y requiere temperaturas excesivas para su manejo. Estas temperaturas excesivas degradan el polímero y el comportamiento reológico del material compuesto de polímero-aglutinante.

Típicamente, estos materiales compuestos bituminosos-poliméricos-aglutinantes se preparan de varias formas: una es por medio de un método de mezcla de baja cizalladura y otra es por medio de un método de mezcla de media cizalladura.

El método de baja cizalladura es el método típico empleado para crear materiales compuestos de polímero-aglutinante para su uso en muchas aplicaciones tales como la industria de construcción de carreteras. Este método emplea un dispositivo de mezcla de baja cizalladura tal como el tipo fabricado por MixMor en Casita Avenue 3131, Los Ángeles, California 90039. En el método de baja cizalladura, se calienta el aglutinante hasta obtener el fluido suficiente antes de añadir las pellas poliméricas al interior del dispositivo de mezcla. Típicamente, esta temperatura es de aproximadamente 350-450 °F (176-232 °C) si se emplea asfalto como aglutinante. El dispositivo de mezcla se opera con una tasa de cizalladura menor que 5 s^{-1} , con una presión de mezcla de aproximadamente 0-10 psi (0-68950 Pa). Se mezcla el material compuesto polimérico hasta que el polímero se dispersa o se hace soluble en el aglutinante. Normalmente, el tiempo de proceso es mayor que 3 horas para conseguir la solubilidad completa del polímero en el aglutinante a una concentración de típicamente aproximadamente 6 % en peso de los polímeros. Una concentración de polímero de 6 % en peso resulta típica ya que el polímero espesa la mezcla de material compuesto y concentraciones más elevadas de polímero dan lugar a una mezcla que es demasiado espesa para ser procesada por medio de un proceso de mezcla de baja cizalladura. Aproximadamente 20 % en peso de la concentración de polímero es el límite superior de la concentración de polímero posible en el material compuesto que usa este método de baja cizalladura que se puede conseguir únicamente con un bajo peso molecular de polímero o con polímeros altamente ramificados. A concentraciones de polímero por encima de aproximadamente 20 % en peso, el material compuesto se vuelve demasiado viscoso para la mezcla.

Este método de baja cizalladura para preparar materiales compuestos de polímero-aglutinante se emplea actualmente en los casos en los que el material compuesto polimérico de más que 6 % en peso es transportado en caliente hasta unas instalaciones de mezcla secundarias en las que el material compuesto se diluye más posteriormente con un aglutinante de betún para producir un material compuesto final que se encuentra listo para ser usado en aplicaciones tales como la construcción de carreteras. La concentración de polímero en el material compuesto final producido en las instalaciones de mezcla secundarias es de aproximadamente 2 a 5 % en peso del polímero en el betún. Se emplea este sistema de distribución centralizado debido al elevado coste del equipamiento de mezcla ligado a la mezcla inicial del polímero y el aglutinante con el fin de producir el material compuesto polimérico de más que 6 % en peso. Se usan dispositivos de mezcla de baja cizalladura menos costosos en las instalaciones destino para mezclar el material compuesto con el aglutinante adicional. Disponiendo de una instalación central de procesado costosa que pueda posteriormente suministrar material compuesto a varias instalaciones destino menos costosas, se reducen los costes totales de las instalaciones que se precisan para producir el material compuesto necesario para aplicaciones tales como la construcción de carreteras.

De manera alternativa, la instalación de mezcla secundaria puede ser una planta de mezcla en caliente en la que las pellas se añaden a la mezcla y se incorporan en la planta de mezcla con el agregado y el asfalto o en el campo durante la deposición.

El segundo método para producir materiales compuestos de polímero-aglutinante es el método de media cizalladura. El método de media cizalladura emplea molinos tales como los del tipo fabricado bajo el nombre comercial de Supraton® de la compañía alemana Buckau-Wolf, el molino MP10S producido por Dalworth Machine Products, Inc. ubicada en 5136 Saunders Road, Forth Worth, Tejas 76119, o un molino de coloide tal como el fabricado bajo el nombre comercial de Charlotte® y disponible en Chemicolloid Laboratories Inc., 55 Herricks Road, Garden City Park, Nueva York 11040-5260.

En el método de media cizalladura, el cemento de betún líquido y las pellas poliméricas se calientan hasta una temperatura de entre aproximadamente 350-450 °F (176-232 °C) en un tanque pre-humedecido antes de ser bombeados a través de la zona de cizalladura del molino y hacia el interior del tanque, en el cual una tubería de recirculación permite que la mezcla pase repetidamente a través de la zona de cizalladura hasta que se logra el nivel de solubilidad deseado. De manera alternativa, en determinado equipamiento se alimenta el polímero sólido directamente al molino. Normalmente, estos tipos de sistemas hacen circular el material compuesto de polímero-betún de manera continua a través del molino hasta que se dispersa. El molino se opera a una tasa de cizalladura mayor que 25.000 s⁻¹, pero a tiempos de residencia muy bajos, con una presión de mezcla de aproximadamente 35-50 psi (241300-344700 Pa). En estas condiciones, el tiempo de mezcla es de aproximadamente 1-4 horas para conseguir la solubilidad completa del polímero en el aglutinante de betún a una concentración de típicamente 12-15 % en peso de polímeros. Aproximadamente 26 % de la concentración de polímero representa el límite superior de la concentración de polímero posible en el material compuesto que usa este método de media cizalladura. El método de media cizalladura es capaz de manejar polímeros de cadena más larga hasta un máximo de peso molecular del polímero de aproximadamente 200.000 unidades de masa atómica (amu).

Los métodos de baja y media cizalladura para preparar materiales compuestos de polímero-aglutinante presentan varios problemas. En primer lugar, la operación de mezcla principal tiene lugar durante cualquier tiempo entre 3 y 6 horas para completar el método de baja cizalladura. El método de media cizalladura mejora el tiempo reduciéndolo hasta aproximadamente 1-4 horas. No obstante, sería deseable reducir más este tiempo de mezcla de manera que se pudieran producir cantidades más grandes de producto de manera más rápida en una instalación dada.

En segundo lugar, la concentración de polímero en el producto generado por medio de la operación de mezcla principal que usa el método de baja cizalladura es únicamente de aproximadamente 6 % en peso. Empleando el método de media cizalladura, la concentración es únicamente de 12-15 % en peso. Incluso con el método de media cizalladura, la concentración de polímero se encuentra limitada a un máximo de aproximadamente 26 % en peso. Sería deseable si la concentración de polímero fuera mucho mayor, posiblemente en el intervalo de más que 90 % en peso, ya que esto reduciría la cantidad de betún que tendría que ser transportado desde la instalación de mezcla principal hasta las instalaciones de mezcla secundarias. Si se pudiera aumentar considerablemente la concentración de polímero en el material compuesto de polímero-aglutinante, el ahorro de costes debido únicamente al transporte que se obtendría reduciendo la cantidad de betún a transportar entre las instalaciones de mezcla principal y secundaria sería importante.

En tercer lugar, el método de baja cizalladura funciona bien con polímeros de peso molecular por debajo de 100.000 amu y el método de media cizalladura funciona con polímeros de peso molecular por debajo de 180.000 amu, pero ninguno de los métodos funciona bien con polímeros de peso molecular más elevado, es decir, polímeros de peso molecular mayor que 180.000 amu. Los polímeros de peso molecular bajo son moléculas con longitudes de cadena más corta que la de los polímeros de peso molecular más elevado de longitud de cadena más larga. Sería deseable emplear polímeros de cadena más larga con pesos moleculares mayores que 180.000 amu ya que estas moléculas serían capaces de lograr la reología deseada para el material compuesto a concentraciones de polímero más bajas y, por tanto, a un coste de polímero menor, pero no se dispersan fácilmente y son susceptible de separación. Esta separación se debe a la pérdida de homogeneidad y esta inestabilidad se mide por medio de un Ensayo de Separación de Bolas y Anillos estándar en la industria. Estas moléculas de peso molecular elevado presentan cadenas más largas que se desdoblán y forman una red eficaz de intra-penetración (IPN). Esta IPN da lugar a propiedades reológicas superiores que permiten que el material compuesto resista mejor la fluencia y la deformación. De igual forma, si se pudieran emplear moléculas de peso molecular elevado, esto también supondría un ahorro del coste relativo a los agentes de reticulación que se requieren cuando se emplean polímeros de longitud de cadena corta.

En cuarto lugar, ambos métodos de mezcla de baja y media cizalladura dan lugar a una mezcla que se debe mantener en estado caliente cuando es transportada por medio de camión hasta las instalaciones de mezcla secundarias. Sería deseable generar un producto de material compuesto que se pueda manipular a temperaturas más bajas de manera que no sea necesario mantener el producto en estado caliente durante el transporte hasta las instalaciones de mezcla secundarias. Incluso más deseable, sería un producto de material compuesto que fuera tan estable que se pudiera almacenar en un almacén a temperatura ambiente tras la producción y antes de ser transportado a las instalaciones de mezcla secundarias.

La presente invención aborda todas estas necesidades. La presente invención reduce la operación de mezcla principal a menos que una hora, normalmente menos que 30 minutos y preferentemente menos que 3 minutos. La presente invención también produce un material compuesto con concentraciones de polímero mayores que 50 % o mayores que 90 % en peso. Además, la presente invención emplea polímeros de peso molecular más elevado, de

cadena más larga que requieren menos polímero y menos agentes de reticulación para lograr la reología deseada de material compuesto, dando lugar de este modo a un menor coste para generar el producto deseado. Aún más, la presente invención genera un producto que es estable a temperaturas normales y que se puede almacenar y transportar sin calentamiento. Además, la presente invención presenta la ventaja adicional de ser soluble de manera instantánea, soluble de manera casi instantánea o soluble en menos que 3 horas con el betún cuando se mezcla con el betún líquido en las instalaciones de mezcla secundarias, reduciendo de esta forma el tiempo de mezcla necesario para producir el material compuesto final que se necesita para aplicaciones tales como la construcción de carreteras, cubiertas u otras aplicaciones adhesivas.

La presente invención emplea un proceso de alta cizalladura para combinar el polímero y el aglutinante bituminoso tal como el que se consigue con un dispositivo de alta cizalladura como un dispositivo de extrusión o un molino de rodillos. Si se emplea un dispositivo de extrusión tal como un dispositivo de alta cizalladura, puede ser bien de tipo de husillo sencillo o bien de tipo de husillo doble. Si el dispositivo de extrusión es de tipo de husillo doble, entonces puede ser de tipo de co-rotación o contra-rotación. Dichos dispositivos de extrusión son fabricados por American Leistritz Extruder Corporation ubicada en Meister Avenue 169, Somerville, Nueva Jersey 08876 y por American Kuhne ubicada en Connecticut Avenue 31, Norwich, Connecticut 06360.

Si se emplea un molino de rodillos como dispositivo de alta cizalladura, un tipo apropiado de molino de rodillos es el fabricado con el nombre comercial de Banbury® por Qingdao Yadong Rubber Machinery Group Co., Ltd. en Quingdao, China y se encuentra disponible en todo el mundo por medio de diferentes distribuidores. Estos dispositivos de alta cizalladura operan a una tasa de cizalladura mayor que 1000 s^{-1} , a presiones mayores que 100 psi y pueden mezclar el polímero y el aglutinante juntos en menos que una hora, normalmente justo en cuestión de minutos. Con este método se pueden conseguir concentraciones mayores que 90 % en peso de polímero. El material compuesto se puede someter a extrusión y se puede cortar para dar lugar a pellas que son estables a temperaturas normales, que se pueden almacenar en almacenes y se pueden transportar posteriormente hasta las instalaciones de mezcla secundarias. Estas pellas presentan la ventaja adicional de mezclarse de forma instantánea, casi instantánea o en menos que 3 horas, cuando son añadidas a un aglutinante adicional en los dispositivos de mezcla de baja cizalladura de las instalaciones de mezcla secundarias.

Aunque la patente de EE.UU. N.º. 7.202.290 de Stuart, Jr. et al, describe un dispositivo de extrusión para crear una pella formada preparada a partir de un elastómero, un plastómero, un agente de reticulación y un asfalto, no define el papel del dispositivo de extrusión en cuanto a la cantidad total de cizalladura o energía utilizada para producir el material compuesto. De igual forma, en esa invención, se emplea el plastómero para separar el agente de reticulación del elastómero, de forma que se pueda producir una pella de combinación sin que se produzca la reticulación del elastómero.

La patente de EE.UU. N.º. 5.393.819 de Peters muestra una composición de un modificador de asfalto creada por medio de preparación de una combinación pre-asociada de politetrafluoroetileno (PTFE) y partículas de MoS_2 y añadiendo posteriormente ésta sobre un elastómero en un dispositivo de extrusión para crear el modificador de asfalto. Esta patente no menciona las ventajas del proceso de alta cizalladura así como el potencial de añadir materiales de reticulación. También, el uso del dispositivo de extrusión en esta patente es para el procesado del polímero, no para la incorporación del asfalto. Además, esta patente no menciona la solubilidad mejorada del material compuesto en el aglutinante de diluyente.

Sumario de la invención

La presente invención es un método para preparar un material compuesto de polímero-aglutinante y el material compuesto de polímero-aglutinante producido.

La presente invención proporciona un método para preparar un material compuesto de polímero-aglutinante que comprende:

alimentar más que 50 % en peso de al menos un polímero y al menos un aglutinante al interior de un dispositivo de alta cizalladura para producir un material compuesto de aglutinante polimérico que sea estable a temperaturas normales y que se pueda almacenar y transportar sin calentamiento.

La presente invención además proporciona un material compuesto de polímero-aglutinante que comprende:

alimentar más que 50 % en peso de al menos un polímero y al menos un aglutinante mezclados juntos en un dispositivo de alta cizalladura para formar una mezcla de material compuesto que sea estable a temperaturas normales y que se pueda almacenar sin calentamiento.

De manera más específica, la presente invención es un método para preparar un material compuesto de polímero-aglutinante que se puede conseguir en menos que una hora, y normalmente en cuestión de minutos, que emplea un método de alta cizalladura y de alta presión. La presente invención produce un material compuesto que contiene un elevado porcentaje de polímeros, es decir, mayor que 50 % en peso o mayor que 90 % en peso. El material compuesto se crea con polímero de alto peso molecular, es decir de peso molecular mayor que 100.000 amu, mayor que 150.000 amu o mayor que 200.000 amu. El material compuesto producido de este modo se puede enfriar y

cortar para dar lugar a pellas que son secas y estables a temperaturas normales y que se pueden almacenar o transportar sin calentamiento hasta las ubicaciones de mezcla secundarias para ser mezcladas con el aglutinante adicional.

- 5 Además, la presente invención presenta la ventaja adicional de mezclarse y disolverse de forma instantánea, de forma casi instantánea o en menos que 3 horas con un aglutinante adicional cuando se mezcla con el aglutinante adicional en las instalaciones de mezcla secundarias, reduciendo de este modo el tiempo de mezcla necesario para producir el material compuesto final que se necesita para la aplicación deseada. Aplicaciones en las que se puede emplear el material compuesto final pueden incluir, pero no se encuentran limitadas a, construcción de carreteras, cubiertas, adhesivos y másticos.
- 10 La presente invención emplea un dispositivo de alta cizalladura tal como un dispositivo de extrusión o un molino de rodillos. Si se emplea un dispositivo de extrusión, puede ser bien de tipo de husillo sencillo o de tipo de husillo doble y si es de tipo de husillo doble puede ser bien de tipo de co-rotación o de tipo de contra-rotación. Estos dispositivos de alta cizalladura pueden operar a una tasa de cizalladura mayor que 1000 s^{-1} , a presiones mayores que 2000 psi (13,79 MPa).
- 15 El método es capaz de producir un material compuesto de aglutinante polimérico con una concentración de polímero menor que 99,9 % en peso, con una concentración de material bituminoso o aglutinante menor que 74 % en peso y con una concentración de aditivo menor que 50 % en peso.

Descripción detallada de la realización preferida

20 La presente invención es un método para preparar un material compuesto de polímero-aglutinante y el material compuesto de polímero-aglutinante producido de este modo. La presente invención es un método para preparar un material compuesto de polímero-aglutinante estable que se puede conseguir en menos que una hora, normalmente en menos que 30 minutos, y preferentemente en menos que 3 minutos, empleando un método de mezcla de alta cizalladura y/o alta presión para producir un material compuesto que contiene un elevado porcentaje de polímeros y que emplea polímeros de alto peso molecular que permanecen de forma homogénea. Se puede enfriar el material compuesto producido de este modo y se puede cortar para dar lugar a pellas que son secas y que permanecen estables a temperaturas normales, se pueden almacenar sin calentamiento y se pueden transportar sin calentamiento hasta las ubicaciones de mezcla secundarias para proceder a la mezcla con aglutinantes adicionales u otros materiales.

30 Además, la presente invención presenta la ventaja adicional de ser soluble de forma instantánea, soluble de forma casi instantánea o soluble en menos que 3 horas con el aglutinante adicional cuando se mezcla con el aglutinante adicional en las instalaciones de mezcla secundarias, reduciendo de este modo el tiempo de mezcla necesario para producir el material compuesto final que se necesita para aplicaciones tales como la construcción de carreteras. Aunque el uso en aplicaciones de construcción de carreteras se discute asociado al material compuesto final, la invención no se encuentra limitada. Se puede usar el material compuesto final para otras aplicaciones que incluyen, pero no se limitan a, el uso en cubiertas, adhesivos y másticos.

35 La presente invención emplea mezcla de alta cizalladura tal como la que se produce en un dispositivo de alta cizalladura tal como un dispositivo de extrusión o un molino de rodillos. Si se emplea un dispositivo de extrusión, puede ser de tipo de husillo sencillo o de husillo doble. Si el dispositivo de extrusión es de tipo de husillo doble, puede ser de tipo de co-rotación o contra-rotación. Este tipo de dispositivos de alta cizalladura operan a presiones mayores que 100 psi (689500 Pa) y pueden mezclar el polímero y el aglutinante juntos en menos que una hora, normalmente en menos que 30 minutos, y preferentemente en menos que 3 minutos. De igual forma, la elevada viscosidad del material compuesto-polímero es procesada de manera ideal en flujo laminar. El polímero y el aglutinante bituminoso presentan un tiempo de residencia en el dispositivo de mezcla suficiente para proporcionar un material compuesto de polímero-aglutinante que sea considerablemente homogéneo. En una realización, el polímero y el aglutinante bituminoso presentan un tiempo de residencia en el dispositivo de mezcla mayor que aproximadamente 0,05 segundos. En otra realización, el polímero y el aglutinante bituminoso presentan un tiempo de residencia en el dispositivo de mezcla mayor que aproximadamente 0,10 segundos. En otra realización, el polímero y el aglutinante bituminoso presentan un tiempo de residencia en el dispositivo de mezcla mayor que aproximadamente 0,20 segundos.

50 En dinámica de fluidos, existen tres tipos de flujo: flujo laminar, flujo turbulento y flujo transicional. En terminología no científica, el flujo laminar es liso, el flujo turbulento es rugoso y el flujo transicional es una mezcla de ambos flujo liso y rugoso.

55 El número de Reynolds adimensional es un parámetro importante en las ecuaciones que describen si las condiciones de flujo conducen a un flujo laminar o turbulento y resulta importante para analizar cualquier tipo de flujo cuando existe un gradiente de velocidad o cizalladura. Indica la importancia relativa del efecto viscoso en comparación con el efecto de inercia. El número de Reynolds es proporcional a las fuerzas inerciales divididas entre las fuerza viscosas.

El flujo laminar, que en ocasiones es conocido como flujo currentilíneo, tiene lugar cuando el fluido fluye en capas

paralelas, sin alteración entre las capas. En el flujo laminar el número de Reynolds es menor que aproximadamente 2300. El flujo laminar se caracteriza por una elevada difusión de momento, baja convección de momento y una independencia de la presión y de la velocidad en cuanto a tiempo. La deformación por cizalladura en el flujo laminar es independiente de la densidad y la deformación por cizalladura depende casi por completo de la viscosidad.

5 El flujo turbulento produce vórtices de flujo, remolinos y estelas de remolino que hacen que el flujo sea impredecible. El flujo turbulento ocurre en general a elevadas velocidades de flujo. En el flujo turbulento, el número de Reynolds generalmente es mayor que aproximadamente 4000.

10 El flujo transicional es una mezcla de flujo laminar y turbulento, con una turbulencia en el centro de la tubería y flujo laminar cerca de los bordes. En el flujo transicional, el número de Reynolds es de aproximadamente 2300-4000. Cada uno de estos flujos se comporta de manera diferente en términos de pérdida de energía friccional mientras se produce el flujo y presenta diferentes ecuaciones que predicen su comportamiento.

15 Aunque se pueden conseguir tasas de cizalladura elevadas, la cantidad de cizalladura escalar (el producto de la tasa de cizalladura y el tiempo de residencia en el interior de esta zona de cizalladura), el tiempo de residencia o la energía por unidad de masa son importantes para la presente invención. La tasa de cizalladura se calcula como se muestra a continuación:

$$S_r = V / g$$

En la que V = velocidad periférica y g = el espacio.

20 La Tabla 1 muestra los valores resultantes para estos parámetros cuando se emplean diferentes dispositivos de alta cizalladura para la presente invención. Típicamente, un molino de media cizalladura de estator con rotor tradicional tal como un Dalworth MP105 presentaría un diámetro de accesorio de cizalladura de 10" (25,4 cm), un espacio de aproximadamente 0,40", una rotación de 3600 rpm y un caudal de producto de 350 gpm. Esto da lugar a una tasa de cizalladura máxima < 50.000 s⁻¹. El tiempo de residencia de este proceso dentro de la zona de cizalladura es < 1 segundo. La cantidad de cizalladura escalar que representan Sr * tiempo de residencia representa el tiempo durante el cual el producto se encuentra dentro de la zona de cizalladura más elevada. La cantidad de cizalladura escalar es de aproximadamente 130. Finalmente, se define la energía específica como la cantidad de energía utilizada para generar el producto y es de aproximadamente 0,005 kilowatios por kg.

30 De manera alternativa, si se emplea un dispositivo de extrusión de doble husillo, el dispositivo de extrusión de doble husillo comercial presenta dos ejes rotatorios. De manera ideal, se requiere que el espacio entre los accesorios de cizalladura y la pared y/o el elemento ajustado no sea mayor que aproximadamente 0,50 mm y que la rotación típicamente sea de entre 400 y 600 rpm. Esto da lugar a una tasa de cizalladura máxima de aproximadamente 8.500 s⁻¹ o más. Con elementos de vuelo más profundos, el tiempo de residencia en el dispositivo de alta cizalladura es de aproximadamente 1,23 segundos, dando lugar a una cantidad de cizalladura escalar necesaria de aproximadamente 10.000 y a una energía específica de aproximadamente 0,30 kilowatios por kg dentro de un régimen transicional o laminar y más preferentemente dentro de un régimen laminar.

35 Tabla 1

Dispositivo	Sr max.	Tiempo de residencia - s	Energía kilowatios/kg	Cantidad de cizalladura escalar Tasa * tiempo
Dispositivo de alta cizalladura ideal	8,419	1,23	0,29	10,347
Dalworth de producción	47,124	0,0036	0,0047	131

40 Según se describe en la presente memoria, el polímero y el aglutinante bituminoso se pueden someter a una amplia gama de cantidades de cizalladura escalar al tiempo que se produce la mezcla. En una realización de la presente invención, el polímero y el aglutinante bituminoso se someten a una cantidad de cizalladura escalar que es mayor que aproximadamente 250. En otra realización, el polímero y el aglutinante bituminoso se someten a una cantidad de cizalladura escalar que es mayor que aproximadamente 1.000. En otra realización, el polímero y el aglutinante bituminoso se someten a una cantidad de cizalladura escalar que es mayor que aproximadamente 1.500.

45 De acuerdo con la presente invención, se puede usar un intervalo amplio de energía al tiempo que se produce la mezcla del polímero y del aglutinante bituminoso. En una realización de la presente invención, la energía utilizada durante la mezcla del polímero y el aglutinante bituminoso es mayor que aproximadamente 0,025 kw/kg. En otra realización de la presente invención, la energía utilizada durante la mezcla del polímero y el aglutinante bituminoso es mayor que aproximadamente 0,05 kw/kg. En otra realización de la presente invención, la energía utilizada durante la mezcla del polímero y el aglutinante bituminoso es mayor que aproximadamente 0,10 kw/kg.

Se calculó la energía utilizada de acuerdo con la presente invención tomando el producto de la energía del motor del dispositivo de alta cizalladura, la proporción de rpm de producción del motor con respecto a rpm máxima del motor, el momento del motor en porcentaje, y la eficacia de la caja de cambios. Posteriormente, se calcula la energía utilizada por kg dividiendo la energía utilizada por el flujo másico del material compuesto de aglutinante polimérico. Para los fines de esta solicitud, se usó el cálculo de la energía utilizada, 0,97 (ó 97 %), como eficacia de la caja de cambios.

Con este método se pueden conseguir concentraciones mayores que 90 % del polímero. Se somete a extrusión el material compuesto o se extiende a partir del dispositivo de extrusión o del molino de rodillos para dar lugar a un cordón largo. De hecho, el presente método es capaz de producir un material compuesto de aglutinante polimérico con una concentración de polímero menor que 99,9 % en peso, con una concentración de material bituminoso o aglutinante menor que 74 % en peso y con una concentración de aditivo menor que 50 % en peso.

Cuando se enfría el cordón de material compuesto, se puede cortar en pellas. Estas pellas son estables a temperaturas normales, se pueden almacenar sin calentamiento y se pueden transportar sin calentamiento hasta las instalaciones de mezcla secundarias. Estas pellas presentan la ventaja adicional de mezclarse de forma instantánea, de forma casi instantánea o en menos que 3 horas cuando se añaden al aglutinante adicional en los dispositivos de mezcla de baja cizalladura que se encuentran presentes en las instalaciones de mezcla secundarias.

Este método es capaz de producir un material compuesto de polímero-aglutinante con una concentración de polímero menor que 99,9 % en peso, con una concentración de material bituminoso o aglutinante menor que 74 % en peso y con una concentración de aditivo menor que 50 % en peso. Se alimentan al menos un polímero y al menos un aglutinante en el interior del dispositivo de extrusión de alta cizalladura o del molino de rodillos con el fin de producir el material compuesto. De manera opcional, también se alimenta al menos un aditivo en el interior del dispositivo de extrusión de alta cizalladura o en el molino de rodillos con el polímero y con el aglutinante para producir el material compuesto.

Los polímeros empleados en la presente invención pueden ser, pero no se encuentran limitados a, elastómeros, plastómeros, polímeros de combinación de elastómero/plastómero, oligómeros, monómeros y polímeros funcionalizados, oligómeros y monómeros. Los elastómeros pueden incluir, pero no se encuentran limitados a, uretano, caucho natural, epoxi, estireno-butadieno (SB), estireno-etileno/butileno-estireno (SEBS), estireno butadieno estireno (SBS), estireno-butadieno (SBR), polieteretercetonas (PEEK), poli(tereftalato de etileno) (PET), polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno (PE). Los plastómeros pueden incluir, pero no se encuentran limitados a, nailon, poli-alfa olefinas amorfas (APAO), metacrilato de etilo (EMA) y acetato de etileno-vinilo (EVA).

Los aglutinantes empleados en la presente invención puede ser cualquier tipo de material bituminoso o resina de hidrocarburo, incluyendo, pero no limitándose a, asfalto basado en petróleo o carbón basado en alquitrán de carbón o betún natural. El material bituminoso típico que se puede emplear como aglutinante en la presente invención incluiría, pero no se encuentra limitado a, cemento de asfalto (AC), betún natural, alquitrán de carbón, asfalto, residuos de destilación de alquitranes a vacío (VTB), residuos de destilación de petróleo, asfaltos de calidad funcional (PG), materiales bituminosos o productos de petróleo.

Los aditivos empleados en la presente invención pueden incluir, pero no se encuentran limitados a, agentes de reticulación o agentes de vulcanizado, inhibidores, resinas/resinas de trementina, agentes de compatibilidad, fibras y tensioactivos. Los agentes de reticulación pueden incluir, pero no se encuentran limitados a, azufre, aminas, óxidos y epóxidos.

Los inhibidores pueden incluir, pero no se encuentran limitados a, fenoles, sustancias químicas anti-oxidación y eliminadores de radicales libres. Las resinas/resinas de trementina pueden incluir, pero no se encuentran limitadas a, compuestos fenólicos, ácidos de resina/resina de trementina y sales y resinas de tofa. Los agentes de compatibilidad pueden incluir, pero no se encuentran limitados a, tensioactivos, aceites de proceso, resinas, resinas de trementina y poli(ácido fosfórico) (PPA). Las fibras pueden incluir, pero no se encuentran limitadas a, fibras de Kevlar®, celulosa, polipropileno (PP), polietileno (PE) y poliéster. Los tensioactivos pueden incluir, pero no se encuentran limitados a, aceites de proceso, resinas, resinas de trementina y poli(ácido fosfórico) (PPA).

REIVINDICACIONES

- 1.- Un método para preparar un material compuesto de polímero-aglutinante que comprende:
alimentar más que 50 % en peso de al menos un polímero y al menos un aglutinante en el interior de un dispositivos de alta cizalladura para producir un material compuesto de aglutinante polimérico que es estable a temperaturas normales y que se puede almacenar y transportar sin calentamiento.
- 5 2.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende alimentar más que 90 % en peso de dicho al menos un polímero en el interior del dispositivo de alta cizalladura.
- 3.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el dispositivo de alta cizalladura es un dispositivo de extrusión de alta cizalladura.
- 10 4.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un aglutinante es betún.
- 5.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
alimentar al menos un aditivo en el interior del dispositivo de alta cizalladura para producir el material compuesto de aglutinante polimérico; y en el que dicho al menos un polímero se alimenta en el interior del dispositivo de alta cizalladura para producir una concentración de polímero de menos que 99,9 % en peso.
- 15 6.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero se alimenta en el interior de un dispositivo de alta cizalladura para producir una concentración de polímero de menos que 99,9 % en peso.
- 20 7.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material compuesto se produce por medio del dispositivo de alta cizalladura en menos que 3 minutos.
- 8.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende:
transportar el material compuesto de aglutinante polimérico sin calentamiento hasta una ubicación de mezcla secundaria.
- 25 9.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 8, que además comprende:
mezclar el material compuesto de aglutinante polimérico con un aglutinante adicional en la ubicación de mezcla secundaria.
- 30 10.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla con un tiempo de residencia en el dispositivo de alta cizalladura mayor que 0,05 segundos.
- 11.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla con un tiempo de residencia en el dispositivo de alta cizalladura mayor que 0,10 segundos.
- 35 12.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla con un tiempo de residencia en el dispositivo de alta cizalladura mayor que 0,20 segundos.
- 13.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la cantidad de cizalladura escalar es mayor que 250.
- 40 14.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la cantidad de cizalladura escalar es mayor que 1.000.
- 45 15.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la energía utilizada es mayor que 0,025 kW/kg en el dispositivo de alta cizalladura.
- 16.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la energía utilizada

es mayor que 0,05 kW/kg en el dispositivo de alta cizalladura.

17.- El método para preparar el material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la energía utilizada es mayor que 0,10 kW/kg en el dispositivo de alta cizalladura.

5 18.- Un material compuesto de polímero-aglutinante que comprende:

más que 50 % en peso de al menos un polímero y al menos un aglutinante mezclados juntos en un dispositivo de alta cizalladura para formar una mezcla de material compuesto que es estable a temperaturas normales y que se puede almacenar sin calentamiento.

10 19.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, que comprende más que 90 % en peso de dicho al menos un polímero.

20.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un aglutinante es betún.

21.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero se encuentra a una concentración de menos que 99,9 % en peso.

15 22.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se mezclan juntos en dicho dispositivo de alta cizalladura durante menos que 3 minutos.

20 23.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que la mezcla de material compuesto formada a partir de la mezcla de dicho al menos un polímero y dicho al menos aglutinante se prepara en forma de pellas.

24.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicha mezcla de material compuesto es fácilmente soluble cuando se mezcla con un aglutinante adicional.

25 25.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla con un tiempo de residencia en el dispositivo de alta cizalladura mayor que 0,05 segundos.

26.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla con un tiempo de residencia en el dispositivo de alta cizalladura mayor que 0,10 segundos.

30 27.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla con un tiempo de residencia en el dispositivo de alta cizalladura mayor que 0,20 segundos.

28.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la cantidad de cizalladura escalar es mayor que 250.

35 29.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la cantidad de cizalladura escalar es mayor que 1.000.

40 30.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en la que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la energía utilizada es mayor que 0,025 kW/kg en el dispositivo de alta cizalladura.

31.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la energía utilizada es mayor que 0,05 kW/kg en el dispositivo de alta cizalladura.

45 32.- El material compuesto de polímero-aglutinante de acuerdo con la reivindicación 18, en el que dicho al menos un polímero y dicho al menos un aglutinante se someten a mezcla en la que la energía utilizada es mayor que 0,10 kW/kg en el dispositivo de alta cizalladura.