(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 748 035**

(51) Int. CI.:

C04B 26/26 (2006.01)
C04B 14/02 (2006.01)
C04B 16/04 (2006.01)
C08L 95/00 (2006.01)
C08L 23/30 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.01.2012 PCT/US2012/022535**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.08.2012 WO12103206**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.01.2012 E 12739942 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 2668143**

(54) Título: **Materiales de pavimentación de asfalto y procedimientos de fabricación de los mismos**

(30) Prioridad:

28.01.2011 US 201161437265 P
13.01.2012 US 201213350393

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.03.2020

(73) Titular/es:

HONEYWELL INTERNATIONAL INC. (100.0%)
115 Tabor Road
Morris Plains, NJ 07950, US

(72) Inventor/es:

ROTZ, STEVEN;
HACKER, SCOTT y
RUAN, YONGHONG

(74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

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

DESCRIPCIÓN

Materiales de pavimentación de asfalto y procedimientos de fabricación de los mismos

Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a materiales de pavimentación de asfalto y a procedimientos de fabricación de materiales de pavimentación de asfalto, y más particularmente se refiere a materiales de pavimentación de asfalto que muestran resistencia a "la formación de surcos" y que tienen una adhesión mejorada entre un aglutinante de asfalto y un agregado, y a procedimientos de fabricación de dichos materiales de pavimentación de asfalto.

Antecedentes de la invención

Las mezclas de asfalto se utilizan generalmente como materiales de pavimentación para la construcción y el mantenimiento de carreteras. Generalmente, el asfalto, a menudo denominado "aglutinante de asfalto" o "cemento de asfalto", se mezcla con agregado para formar el material utilizado en pavimentación de asfalto. El procesamiento y el uso de este material por medio de equipos de pavimentación producen el pavimento de asfalto. El pavimento de asfalto comprende agregado que se mantiene dentro de una fase continua del aglutinante de asfalto mediante la adherencia del aglutinante de asfalto al agregado.

La resistencia y la durabilidad del pavimento de asfalto depende de varios factores, tales como las propiedades de los materiales utilizados, la interacción de los diversos materiales, el diseño de la mezcla, las prácticas de construcción y el entorno y las condiciones de tráfico a las que está expuesto el pavimento. Para producir una mezcla que tenga un buen rendimiento durante la vida útil del pavimento, es importante lograr un recubrimiento apropiado del agregado con el asfalto con el espesor óptimo de la película de aglutinante de asfalto, una buena adhesión del asfalto sobre el agregado y una buena resistencia cohesiva del asfalto.

Los pavimentos convencionales sufren varios tipos de formas de alteración, tales como deformación permanente, resistencia cohesiva, oxidación y daños por humedad. La deformación permanente es un problema importante para el pavimento de asfalto. Una carretera puede sufrir un calor superior en aproximadamente 27 a 38 ºC (de 80 a aproximadamente 100 ºF) o más en verano con respecto al invierno. A temperaturas más cálidas, el pavimento de asfalto se ablanda y puede deslizarse y moverse creando crestas y surcos, lo que se denomina a menudo "formación de surcos", bajo el peso de camiones pesados que discurren sobre el mismo o del tráfico que se ha detenido temporalmente, como por ejemplo en una intersección con semáforos, ya que la formación de surcos depende tanto del peso del vehículo como del periodo de duración de la aplicación del peso. Para reducir o prevenir la formación de surcos, se incorporan a menudo polímeros u otros materiales que tienen un módulo relativamente superior al del asfalto, o que pueden producir un aglutinante de asfalto de módulo superior al del asfalto a temperaturas más cálidas, a los aglutinantes de asfalto convencionales. Los polímeros típicos utilizados para modificar aglutinantes de asfalto para reducir o prevenir la formación se surcos incluyen elastómeros, tales como, por ejemplo, copolímero de estireno/butadieno/estireno (SBS), y plastómeros, tales como, por ejemplo, polietileno, copolímero de acetato de etilo/vinilo (EVA), y similares.

El daño por humedad también es un problema importante para el pavimento de asfalto convencional. Debido a que el agua tiene una mayor afinidad por la superficie del agregado que el aglutinante de asfalto y porque efectivamente no hay, o hay poca, unión química entre el aglutinante de asfalto y la superficie del agregado, el agua a veces puede desplazar el aglutinante de asfalto de la superficie del agregado causando daños por humedad. Esto se conoce como "desprendimiento". Para reducir o evitar el desprendimiento, se incorporan a menudo aditivos antidesprendimiento a los aglutinantes de asfalto convencionales. Los aditivos antidesprendimiento comunes incluyen aminas que generalmente contienen cadenas grasas no polares largas que presentan una alta afinidad por el aglutinante de asfalto. Las estructuras moleculares de estas aminas tienden a aumentar la resistencia de la unión adhesiva entre el aglutinante y el agregado.

Desafortunadamente, los aditivos utilizados para reducir o prevenir el desprendimiento generalmente no reducen ni previenen la formación de surcos; de forma similar, los polímeros utilizados para reducir o prevenir la formación de surcos generalmente no reducen ni evitan el desprendimiento. Esto puede conducir a composiciones de pavimento de asfalto más complejas y costosas que incluyen tanto aditivos antidesprendimiento como polímeros contra la formación de surcos para aumentar la resistencia al desprendimiento y a la formación de surcos.

En consecuencia, es deseable proporcionar materiales de pavimentación de asfalto que incluyan un aditivo polimérico que sea eficaz para reducir o prevenir tanto el desprendimiento como la formación de surcos. Además, es deseable proporcionar procedimientos para fabricar dichos materiales de pavimentación de asfalto.

Sumario de la invención

En el presente documento se proporcionan materiales de pavimentación de asfalto y procedimientos para preparar

materiales de pavimentación de asfalto. Según una forma de realización ejemplar, un material de pavimentación de asfalto comprende un aglutinante de asfalto presente en una cantidad del 3 al 8% en peso del material de pavimentación de asfalto. El aglutinante de asfalto consiste esencialmente en asfalto base y un polietileno de alta densidad oxidado que está presente en una cantidad del 0,25 al 10% en peso del asfalto base. El agregado está presente en una cantidad del 92 al 97% en peso del material de pavimentación de asfalto. El polietileno de alta densidad oxidado adhiere eficazmente el aglutinante de asfalto al agregado para resistir el desprendimiento del aglutinante de asfalto del agregado causado por la humedad.

Según otra forma de realización ejemplar, se proporciona un procedimiento para preparar un material de pavimentación de asfalto. El procedimiento comprende la etapa de mezclado del aglutinante de asfalto y el agregado en condiciones eficaces para formar el material de pavimentación de asfalto. El aglutinante de asfalto está presente en una cantidad del 3 al 8% en peso del material de pavimentación de asfalto y el agregado está presente en una cantidad del 92 al 97% en peso del material de pavimentación de asfalto. El aglutinante de asfalto consiste esencialmente en asfalto base y un polietileno de alta densidad oxidado que está presente en una cantidad del 0,25 al 10% en peso del asfalto base. El polietileno de alta densidad oxidado adhiere eficazmente el aglutinante de asfalto al agregado para resistir el desprendimiento del aglutinante de asfalto del agregado causado por la humedad.

Breve descripción de los dibujos

A continuación se describirán formas de realización de la presente invención junto con las figuras siguientes, en las que números similares denotan elementos similares y en las que:

La figura 1 es una comparación gráfica de las relaciones de resistencia a la tracción de diversos materiales de pavimentación de asfalto según una forma de realización ejemplar;

La figura 2 incluye fotos de muestras de agregado que se han recubierto con diversos aglutinantes de asfalto y posteriormente se han sometido a un ensayo de agua en ebullición según una forma de realización ejemplar; y

La figura 3 es una comparación gráfica del grado real de temperatura alta de diversos materiales de pavimentación de asfalto según una forma de realización ejemplar.

Descripción detallada

La descripción detallada siguiente es sencillamente de naturaleza ejemplar y no pretende limitar la invención o la aplicación y los usos de la invención. Además, no existe ninguna intención de vincularse a ninguna teoría presentada en el apartado *Antecedentes de la invención* anterior o el apartado *Descripción detallada* siguiente.

Las diversas formas de realización contempladas en el presente documento se refieren a materiales de pavimentación de asfalto que muestran resistencia a la formación de surcos y presentan una adhesión mejorada entre un aglutinante de asfalto y un agregado para obtener resistencia al desprendimiento. El material de pavimentación de asfalto comprende un aglutinante de asfalto y un agregado. El aglutinante de asfalto consiste esencialmente en asfalto base (por ejemplo, asfalto puro o no modificado) y un polietileno de alta densidad oxidado. Los inventores han descubierto que los polietilenos de alta densidad oxidados son plastómeros adecuados para modificar el aglutinante de asfalto a fin de reducir o prevenir la deformación permanente del pavimento de asfalto a temperaturas más cálidas. Además, los inventores también han descubierto que los polietilenos de alta densidad oxidados actúan como promotores de la adhesión entre el aglutinante de asfalto y el agregado para mejorar la resistencia del pavimento de asfalto al daño por humedad que provoca el desprendimiento. Por lo tanto, el material de pavimentación de asfalto incluye un polietileno de alta densidad oxidado que es eficaz para reducir o prevenir tanto el desprendimiento como la formación de surcos, y preferentemente proporciona un material simplificado que es menos costoso de producir.

El material de pavimentación de asfalto comprende un aglutinante de asfalto presente en una cantidad del 3 al 8 por ciento en peso (% en peso) del material de pavimentación de asfalto. El aglutinante de asfalto consiste esencialmente en asfalto base y un polietileno de alta densidad oxidado que está presente en una cantidad del 0,25 al 10% en peso, y preferentemente del 0,5 al 4% en peso y de forma más preferida del 1 al 4% en peso del asfalto base.

La ASTM define el asfalto como un material cementante de marrón oscuro a negro en el que los componentes predominantes son betunes de origen natural u obtenidos en el procesamiento del petróleo. Los asfaltos contienen característicamente materiales saturados, materiales aromáticos, resinas y asfaltenos.

Pueden utilizarse todos los tipos de asfalto, de origen natural, fabricados sintéticamente y modificados, según los materiales de pavimentación de asfalto contemplados en el presente documento. El asfalto de origen natural incluye el asfalto de roca nativa, el asfalto de lago y similares. El asfalto fabricado sintéticamente es a menudo un subproducto de las operaciones de refinado o de posrefinado de petróleo e incluye asfalto soplado con aire, asfalto mezclado, asfalto craqueado o residual, asfalto de petróleo, asfalto de propano, asfalto de destilación directa, asfalto

térmico y similares. El asfalto modificado incluye asfalto base (por ejemplo, asfalto puro o no modificado que puede ser de origen natural o producirse de forma sintética) modificado con elastómeros, ácido fosfórico, ácido polifosfórico, plastómeros, copolímero de etileno/acetato de vinilo y similares, o diversas combinaciones de estos modificadores. Los ejemplos no limitantes de elastómeros adecuados para modificar el asfalto base incluyen cauchos naturales o sintéticos que incluyen caucho de neumáticos molidos, caucho de butilo, caucho de estireno/butadieno (SBR), terpolímeros de estireno/etileno/butadieno/estireno (SEBS), polibutadieno, poliisopreno, terpolímeros de etileno/propileno/dieno (EPDM), terpolímeros de etileno/acrilato de n-butilo/metacrilato de glicidilo y copolímeros de bloques o aleatorios de estireno/dieno conjugado, tales como, por ejemplo, copolímero de estireno/butadieno, que incluye estireno/butadieno/estireno (SBS), estireno/isopreno y copolímero de bloques de estireno/isopreno-butadieno. Los copolímeros de bloques pueden ser ramificados o lineales y pueden ser dibloque, tribloque, tetrabloque o multibloque.

En un ejemplo, el polietileno de alta densidad oxidado es un homopolímero de polietileno oxidado. En otro ejemplo, el polietileno de alta densidad oxidado tiene preferentemente una densidad de aproximadamente 950 a aproximadamente 1000 kg/cm (de 0,95 a aproximadamente 1 g/cc). Dos de estos polietilenos de alta densidad oxidados adecuados son homopolímeros de polietileno de alta densidad oxidado Honeywell Titan™ 7817 y Honeywell Titan™ 7686, fabricados por Honeywell International Inc., con sede en Morristown, Nueva Jersey.

En una forma de realización ejemplar, el polietileno de alta densidad oxidado tiene un peso molecular de 1000 a 30.000 daltons, y de forma más preferida de 1000 a 10.000 daltons. Además, el grado de oxidación, por ejemplo, el contenido del grupo carboxilo, del polietileno de alta densidad oxidado puede caracterizarse mediante titulación de una solución del polímero oxidado con una solución alcohólica de hidróxido de potasio (KOH) 0,1 N hasta un punto final "rosado" visual utilizando fenolftaleína como indicador para determinar el contenido de ácido total o el índice de acidez del polietileno de alta densidad oxidado. Preferentemente, el polietileno de alta densidad oxidado tiene un índice de acidez de aproximadamente 5 a aproximadamente 50 (por ejemplo un índice de acidez de aproximadamente 5 a aproximadamente 50 mg de KOH/g), y de forma más preferida de aproximadamente 15 a aproximadamente 40 (por ejemplo, un índice de acidez de aproximadamente 15 a aproximadamente 40 mg de KOH/g).

El material de pavimentación de asfalto también comprende agregado. "Agregado" es un término colectivo para materiales minerales, tales como, por ejemplo, arena, grava o piedra triturada que se combinan con el aglutinante de asfalto para formar el material de pavimentación de asfalto. El agregado puede comprender agregado natural, agregado fabricado o una combinación de los mismos. El agregado natural generalmente es roca extraída de una excavación abierta (por ejemplo, una cantera) que se reduce a tamaños utilizables mediante trituración mecánica. El agregado fabricado es generalmente un subproducto de otros procesos de fabricación, tal como escoria procedente del procesamiento metalúrgico (por ejemplo, producción de acero, estaño y cobre). El agregado fabricado también incluye materiales especiales que se producen de forma que posean una característica física particular que no se encuentra en la roca natural, tal como, por ejemplo, una densidad reducida. El material de pavimentación de asfalto comprende agregado que está presente en una cantidad del 92 al 97% en peso del material de pavimentación de asfalto.

En una forma de realización preferida, el material de pavimentación de asfalto consiste esencialmente en aglutinante y agregado de asfalto, y el aglutinante de asfalto consiste esencialmente en asfalto base y polietileno de alta densidad oxidado y no posee sustancialmente ningún agente antidesprendimiento típico. La expresión "sustancialmente ningún agente antidesprendimiento", tal como se utiliza en el presente documento, significa que el agente antidesprendimiento, si está presente, no se utiliza en una cantidad que cumpla con las normas de la industria con respecto a la resistencia al daño por humedad. Dos de estos ensayos adecuados para determinar la resistencia de un material de pavimentación de asfalto al daño por humedad se especifican en los procedimientos establecidos por las normas AASHTO T-283 y ASTM D 4867. Diversos tipos de agentes antidesprendimiento típicos incluyen aminas tales como poliaminas y polialquilenpoliamina, aminas modificadas tales como poliaminas que reaccionan con ácidos grasos, cal (CaO) (incluida la cal hidratada ($Ca(OH)_2$), ácido fosfórico, polímero acrílico, incluido el polímero de estireno-acrílico, o combinaciones y/o derivados de los mismos. En una forma de realización alternativa, el aglutinante de asfalto puede incluir un polímero y/o un elastómero contra la formación de surcos, tal como, por ejemplo, SBS presente en una cantidad de aproximadamente el 0,5 a aproximadamente el 5% en peso del asfalto base.

En una forma de realización ejemplar, se proporciona un procedimiento para preparar materiales de pavimentación de asfalto tal como se ha expuesto en los párrafos anteriores. El procedimiento incluye calentar y secar el agregado a una temperatura de 120 a 190 ºC. En un ejemplo, el agregado se calienta y se seca por medios convencionales, de forma continua o en lotes, tales como, por ejemplo, en un mezclador de tambor mediante gases calientes. El asfalto base o modificado se calienta de forma separada al agregado hasta un estado líquido a una temperatura de 120 a 190 ºC.

En una forma de realización, se añade polietileno de alta densidad oxidado al asfalto líquido caliente para formar un aglutinante de asfalto líquido caliente. El aglutinante de asfalto caliente se combina posteriormente con el agregado calentado en las operaciones continuas o en lotes convencionales en las que el aglutinante de asfalto y el agregado

se mezclan a una temperatura de 120 a 190 ºC para formar una mezcla caliente de material de pavimentación de asfalto.

En otra forma de realización, el polietileno de alta densidad oxidado se combina inicialmente con el agregado calentado en el mezclador de tambor en el que el agregado calentado funde el polietileno de alta densidad oxidado. En esta forma de realización, la operación convencional continua o en lotes produce el mezclado del agregado caliente con el polietileno de alta densidad oxidado en estado fundido de tal forma que el polietileno de alta densidad oxidado recubra la superficie del agregado. El asfalto líquido caliente se combina posteriormente con el agregado recubierto de polietileno de alta densidad oxidado en el mezclador de tambor y los ingredientes combinados se mezclan a una temperatura de 120 a 190 ºC para formar una mezcla caliente de material de pavimentación de asfalto. Durante el proceso de mezclado, el polietileno de alta densidad oxidado se transfiere y/o se difunde desde el agregado al asfalto líquido caliente para formar una fase de aglutinante de asfalto líquido caliente continua.

Con referencia a la figura 1, se proporciona una representación gráfica de los resultados de un estudio de daños por humedad de varios materiales de pavimentación de asfalto. En particular, en este estudio se evaluaron los efectos de dos polímeros diferentes, el homopolímero de polietileno de alta densidad oxidado Honeywell Titan™ 7686 y el homopolímero de polietileno de densidad media Honeywell Titan™ 7205 (fabricados por Honeywell International Inc. con sede en Morristown, Nueva Jersey) sobre la susceptibilidad a la humedad de mezclas de asfalto. Se utilizó una mezcla de pavimentación de asfalto de grado fino, de tráfico pesado, diseñada para cumplir con los requisitos del DOT (Departamente de Transporte) de Wisconsin como composición base para el estudio. El agregado utilizado para formar las mezclas de pavimentación de asfalto era agregado de granito de una fuente de agregado importante ubicada en la zona norte centro de Wisconsin. El ensayo de daños por humedad se realizó utilizando el procedimiento especificado en el procedimiento establecido por la norma AASHTO T-283.

Los efectos del homopolímero de polietileno de alta densidad oxidado Honeywell Titan™ 7686 y el homopolímero de polietileno de densidad media Honeywell Titan™ 7205 se evaluaron cuando se utilizaron solos en las mezclas de asfalto, y cuando se utilizaron en combinación con el polímero SBS. Los resultados también se compararon con una mezcla de asfalto producida con un aglutinante de asfalto que consistía en asfalto base modificado solo con SBS. Los ensayos también incluyeron mezclas de asfalto que incluían un agente antidesprendimiento de poliamina de KLING BETA 2250 fabricado por Akzo Noble N.V., con sede en Ámsterdam, Países Bajos. En las muestras que contenían el agente antidesprendimiento de poliamina, el agente antidesprendimiento estaba presente en cantidades de aproximadamente el 0,5% en peso del asfalto base.

Según el procedimiento establecido por la norma AASHTO T-283, los ensayos de susceptibilidad a la humedad cuantifican el daño por humedad como la relación entre la resistencia a la tracción indirecta de las muestras de pavimentación de asfalto acondicionadas y no acondicionadas. Todos los ensayos se realizaron a aproximadamente 25 ºC utilizando muestras compactadas a aproximadamente el 7% +/- 1% de contenido de huecos de aire. Para las muestras acondicionadas, el procedimiento establecido por la norma requiere saturación de vacío a niveles de porcentaje de saturación que varían de aproximadamente el 55 a aproximadamente el 85% seguida de inmersión completa en un baño de agua a aproximadamente 60 ºC durante aproximadamente 24 horas.

Tal como se ilustra, las dos primeras barras, ejemplos de referencia 102 y 104, representan las relaciones de resistencia a la tracción de mezclas de pavimentación de asfalto que incluyen SBS presente en una cantidad de aproximadamente el 4,5% en peso del asfalto base sin el agente antidesprendimiento y con el agente antidesprendimiento, respectivamente. Las dos segundas barras, 106 y el ejemplo de referencia 108 representan las relaciones de resistencia a la tracción de mezclas de pavimentación de asfalto que incluyen el homopolímero de polietileno de alta densidad oxidado Honeywell Titan™ 7686 presente en una cantidad de aproximadamente el 3,5% en peso del asfalto base sin el agente antidesprendimiento y con el agente antidesprendimiento, respectivamente. Las dos terceras barras, ejemplos de referencia 110 y 112, representan las relaciones de resistencia a la tracción de mezclas de pavimentación de asfalto que incluyen SBS presente en una cantidad de aproximadamente el 1% peso y el homopolímero de polietileno de alta densidad oxidado Honeywell Titan™ 7686 presente en una cantidad de aproximadamente el 2,5% en peso del asfalto base sin el agente antidesprendimiento y con el agente antidesprendimiento, respectivamente. Las dos cuartas barras, ejemplos de referencia 114 y 116, representan las relaciones de resistencia a la tracción de mezclas de pavimentación de asfalto que incluyen el homopolímero de polietileno de densidad media Honeywell Titan™ 7205 presente en una cantidad de aproximadamente el 6% en peso del asfalto base sin el agente antidesprendimiento y con el agente antidesprendimiento, respectivamente. Las dos quintas barras, ejemplos de referencia 118 y 120, representan las relaciones de resistencia a la tracción de mezclas de pavimentación de asfalto que incluyen SBS presente en una cantidad de aproximadamente el 1% peso y el homopolímero de polietileno de densidad media Honeywell Titan™ 7205 presente en una cantidad de aproximadamente el 3,5% en peso del asfalto base sin el agente antidesprendimiento y con el agente antidesprendimiento, respectivamente.

Según los requisitos del DOT de Wisconsin, las mezclas de pavimentación de asfalto sin aditivos antidesprendimiento que tienen relaciones de resistencia a la tracción según la norma AASHTO T-283 de al menos 0,70 se consideran aceptables para la construcción y/o el mantenimiento de carreteras, y las mezclas de pavimentación de asfalto con aditivos antidesprendimiento que tienen relaciones de resistencia a la tracción de

AASHTO T-283 de al menos 0,75 se consideran aceptables para la construcción y/o el mantenimiento de carreteras. Tal como se ha indicado, las mezclas de asfalto que comprendían SBS y/o el homopolímero de polietileno de densidad media Honeywell Titan™ 7205 sin el agente antidesprendimiento representadas por las barras 102, 114 y 118 (ejemplos de referencia) tenían relaciones de resistencia a la tracción de aproximadamente 0,5, 0,68 y 0,52, respectivamente, y por lo tanto se consideraron inaceptables para la construcción y/o el mantenimiento de carreteras. Sin embargo, las mezclas de asfalto que comprendían homopolímero de polietileno de alta densidad oxidado Honeywell Titan™ 7686 con o sin SBS y sin el agente antidesprendimiento representadas por las barras 106 y 110 tenían relaciones de resistencia a la tracción de aproximadamente 0,99 y 1,01, respectivamente, y por lo tanto se consideraron aceptables para la construcción y/o el mantenimiento de carreteras.

En una forma de realización ejemplar, el material de pavimentación de asfalto incluye un aglutinante de asfalto y un agregado, en el que el aglutinante de asfalto incluye asfalto base y polietileno de alta densidad oxidado y no posee prácticamente ningún agente antidesprendimiento típico. El material de pavimentación de asfalto tiene una relación de resistencia a la tracción según la norma AASHTO T-283 de al menos aproximadamente 0,65, y preferentemente de al menos aproximadamente 0,75, y de forma más preferida de al menos aproximadamente 0,85, y de la forma más preferida de al menos aproximadamente 0,95.

Con referencia a la figura 2, se proporcionan fotos de muestras de agregado que se recubrieron con diversos aglutinantes de asfalto y posteriormente se sometieron a un ensayo de agua en ebullición según una forma de realización ejemplar. Se formaron muestras de varios materiales de pavimentación de asfalto utilizando agregado de granito del noroeste de Rusia. En particular, la muestra de referencia correspondiente a la foto 130 se formó con agregado recubierto con un aglutinante de asfalto que comprendía asfalto base y Honeywell Titan™ 7205 que estaba presente en una cantidad de aproximadamente el 3% en peso del asfalto base. La muestra de referencia correspondiente a la foto 132 se formó con agregado recubierto con un aglutinante de asfalto que comprendía asfalto base y SBS que estaba presente en una cantidad de aproximadamente el 3% en peso del asfalto base. La muestra correspondiente a la foto 134 se formó con agregado recubierto con un aglutinante de asfalto que comprendía asfalto base y Honeywell Titan™ 7686 que estaba presente en una cantidad de aproximadamente el 3% en peso del asfalto base. La muestra de referencia correspondiente a la foto 136 se formó con agregado recubierto con un aglutinante de asfalto que comprendía asfalto base y SBS y Honeywell Titan™ 7686 que estaban presentes en cantidades de aproximadamente el 2,25 y el 0,75% en peso del asfalto base, respectivamente.

Las muestras se dispusieron cada una por separado en agua en ebullición durante aproximadamente 10 minutos y después se retiraron y se dejaron enfriar. Tal como se ilustra en las fotos 130 y 132, las muestras de referencia de material de pavimentación de asfalto que contenían Honeywell Titan™ 7205 y SBS en el aglutinante de asfalto sin Honeywell Titan™ 7686 (por ejemplo, polietileno oxidado) tenían áreas sustanciales de superficie de agregado al descubierto, lo que indica que gran parte del aglutinante de asfalto se había desprendido de las superficies de agregado durante el ensayo de ebullición. Por el contrario, el agregado de las muestras de material de pavimentación de asfalto ilustradas en las fotos 134 y 136 que contenían Honeywell Titan™ 7686 en el aglutinante de asfalto tenía una coloración sustancialmente negra, lo que indica que el aglutinante de asfalto estaba todavía en su sitio y presentaba una adhesión excelente a las superficies del agregado. Por lo tanto, el polietileno oxidado Honeywell Titan™ 7686 adhirió eficazmente el aglutinante de asfalto al agregado para resistir el desprendimiento del aglutinante de asfalto del agregado durante el ensayo de ebullición.

Con referencia a la figura 3, se proporciona una comparación gráfica del grado real de temperatura alta de varias muestras de material de pavimentación de asfalto según una forma de realización ejemplar. El grado de pavimentación del cemento de asfalto se describe en términos del grado de rendimiento (PG) definido por dos números que representan las temperaturas del pavimento. Estos números se determinan utilizando el procedimiento establecido por la norma AASHTO M320. El primer número PG 64-XX representa la temperatura alta del pavimento (o "grado real de temperatura alta") en grados Celsius y el segundo número PG XX-22 representa la temperatura baja del pavimento. La temperatura alta del pavimento se relaciona con los efectos de la formación de surcos y la temperatura baja del pavimento se relaciona con el agrietamiento a temperatura fría. Cuanto mayor sea la temperatura alta del pavimento de un grado de rendimiento (indicado por el primer número), más resistente será el cemento de asfalto a la formación de surcos. Por ejemplo, el cemento de asfalto que tiene un grado de rendimiento de PG 76-22 (por ejemplo, grado real de temperatura alta de 76) es más resistente a la formación de surcos que el cemento de asfalto que tiene un grado de rendimiento de PG 64-22 (por ejemplo, grado real de temperatura alta de 64).

Las muestras de material de pavimentación de asfalto ilustradas en la figura 3 se prepararon utilizando una formulación de pavimento de asfalto que tenía un grado de rendimiento de PG 64-22 que también se modificó con la adición de lo siguiente para mejorar la resistencia a la formación se surcos: SBS presente en una cantidad de aproximadamente el 4,5 % en peso del asfalto base para muestras de referencia correspondientes a las dos primeras barras 140 y 142; SBS y Honeywell Titan™ 7686 presentes en cantidades de aproximadamente el 1 y el 2,5% en peso, respectivamente, del asfalto base para las muestras de referencia correspondientes a las dos segundas barras 144 y 146; Honeywell Titan™ 7686 presente en una cantidad de aproximadamente el 3,5 % en peso del asfalto base para las muestras de referencia correspondientes a las dos terceras barras 148 y 150; y SBS y Honeywell Titan™ 7205 presentes en cantidades de aproximadamente el 1 y el 3,5% en peso, respectivamente, del

asfalto base para las muestras correspondientes a las dos cuartas barras 152 y 154. También, según el procedimiento establecido por la norma AASHTO M320, las muestras correspondientes a las barras 140, 144, 148 y 152 eran muestras de material de pavimentación de asfalto no envejecidas, y las muestras correspondientes a las barras 142, 146, 150 y 154 eran muestras envejecidas por calor a corto plazo a aproximadamente 163 ºC durante aproximadamente 85 minutos.

Tal como se ilustra, en todos los casos, las muestras mostraron valores de grado real de temperatura alta superiores a 76, lo que indica que los materiales de pavimentación de asfalto tendrían una resistencia relativamente buena a la formación de surcos y tendrían grados de rendimiento correspondientes de al menos PG 76-22. En particular, las muestras que contenían Honeywell Titan™ 7686 presente en una cantidad de aproximadamente el 3,5% en peso del asfalto base correspondientes a las barras 148 y 150 tenían los valores de grado real de temperatura alta más elevados de aproximadamente 82 y aproximadamente 79, respectivamente, lo que indica una excelente resistencia a la formación de surcos. Por lo tanto, el polietileno oxidado Honeywell Titan™ 7686 es eficaz como polímero contra la formación de surcos.

En consecuencia, se han descrito materiales de pavimentación de asfalto que muestran resistencia a la formación de surcos y presentan una adhesión mejorada entre un aglutinante de asfalto y un agregado para obtener resistencia al desprendimiento. El material de pavimentación de asfalto comprende un aglutinante de asfalto y agregado. El aglutinante de asfalto consiste esencialmente en asfalto base y un polietileno de alta densidad oxidado. Los polietilenos de alta densidad oxidados son plastómeros adecuados para modificar el aglutinante de asfalto para reducir o prevenir la deformación permanente del pavimento de asfalto a temperaturas más cálidas causada por el peso, la duración y el número de vehículos. Además, se ha encontrado que los polietilenos de alta densidad oxidados actúan como promotores de la adhesión entre el aglutinante de asfalto y el agregado para mejorar la resistencia del pavimento de asfalto al daño por humedad que provoca el desprendimiento. Por lo tanto, el material de pavimentación de asfalto incluye un polietileno de alta densidad oxidado que es eficaz para reducir o prevenir tanto el desprendimiento como la formación de surcos, y preferentemente proporciona un material simplificado que es menos costoso de producir.

Si bien se ha presentado al menos una forma de realización ejemplar en el apartado *Descripción detallada* anterior, deberá apreciarse que existen una gran cantidad de variaciones. También debe apreciarse que la forma de realización ejemplar o las formas de realización ejemplares son solo ejemplos, y no pretenden limitar el alcance, la aplicabilidad o la configuración de la invención de ninguna forma. Más bien, el apartado *Descripción detallada* anterior proporcionará a los expertos en la técnica una hoja de ruta conveniente para implementar una forma de realización ejemplar de la invención, entendiéndose que se pueden realizar varios cambios en la función y la disposición de los elementos descritos en una forma de realización ejemplar sin apartarse del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas y sus equivalentes legales.

REIVINDICACIONES

1. Un material de pavimentación de asfalto que comprende:

un aglutinante de asfalto presente en una cantidad del 3 al 8% en peso del material de pavimentación de asfalto, consistiendo esencialmente el aglutinante de asfalto en asfalto base y un polietileno de alta densidad oxidado que está presente en una cantidad del 0,25 al 10% en peso del asfalto base; y

agregado presente en una cantidad del 92 al 97% en peso del material de pavimentación de asfalto, en el que el polietileno de alta densidad oxidado adhiere eficazmente el aglutinante de asfalto al agregado para resistir el desprendimiento del aglutinante de asfalto del agregado causado por la humedad.

2. El material de pavimentación de asfalto según la reivindicación 1, en el que el polietileno de alta densidad oxidado está presente en una cantidad del 1 al 4% en peso del asfalto base.

3. El material de pavimentación de asfalto según la reivindicación 1, en el que el polietileno de alta densidad oxidado tiene un peso molecular de 1000 a 30.000 daltons.

4. El material de pavimentación de asfalto según la reivindicación 1, en el que el polietileno de alta densidad oxidado tiene un índice de acidez de 5 a 50.

5. El material de pavimentación de asfalto según la reivindicación 1, consistiendo esencialmente el material de pavimentación de asfalto en el aglutinante de asfalto y el agregado.

6. Un procedimiento para preparar un material de pavimentación de asfalto, comprendiendo el procedimiento la etapa de mezclado de aglutinante de asfalto y agregado en condiciones eficaces para formar el material de pavimentación de asfalto, en el que el aglutinante de asfalto está presente en una cantidad del 3 al 8% en peso del material de pavimentación de asfalto y el agregado está presente en una cantidad del 92 al 97% en peso del material de pavimentación de asfalto, en el que el aglutinante de asfalto consiste esencialmente en asfalto base y un polietileno de alta densidad oxidado que está presente en una cantidad del 0,25 al 10% en peso del asfalto base, y en el que el polietileno de alta densidad oxidado adhiere eficazmente el aglutinante de asfalto al agregado para resistir el desprendimiento del aglutinante de asfalto del agregado causado por la humedad.

7. El procedimiento según la reivindicación 6, en el que la etapa de mezclado del aglutinante de asfalto y el agregado incluye mezclar el aglutinante de asfalto y el agregado a una temperatura de 120 a 190 ºC.

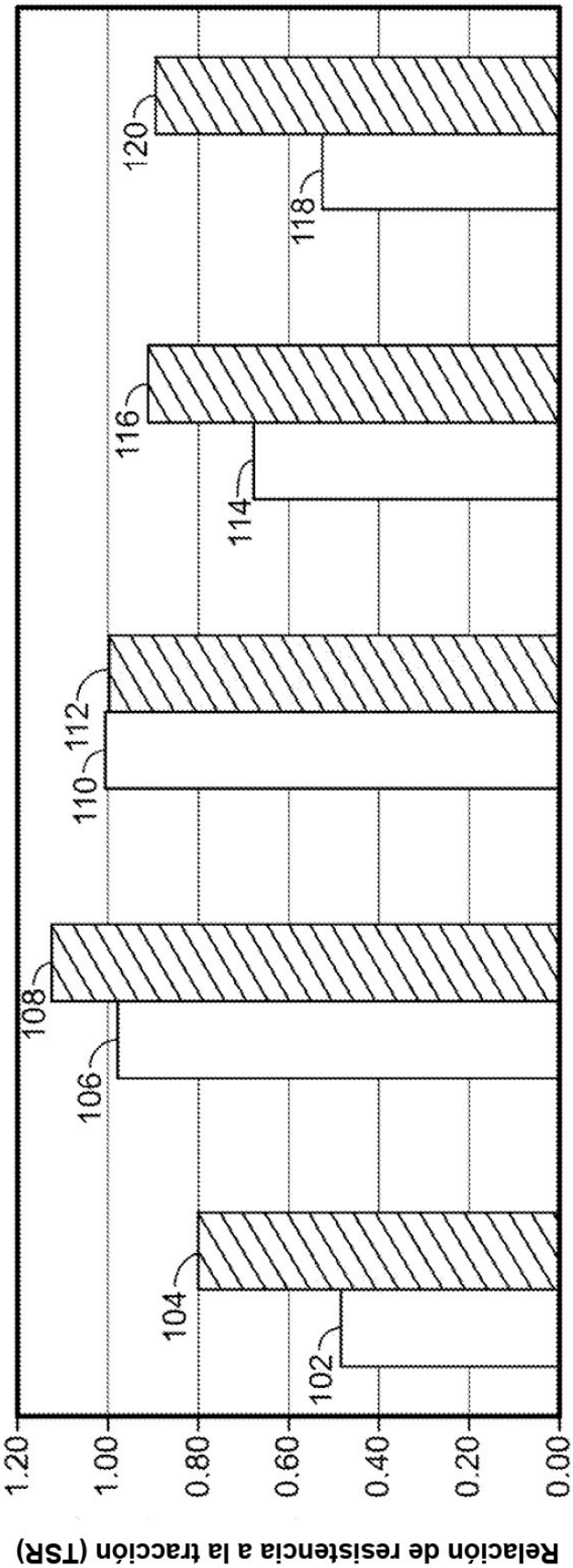
Relación de resistencia a la tracción (TSR)
1.20
1.00
0.80
0.60
0.40
0.20
0.00
102
104
106
108
110
112
114
116
118
120

FIG. 1

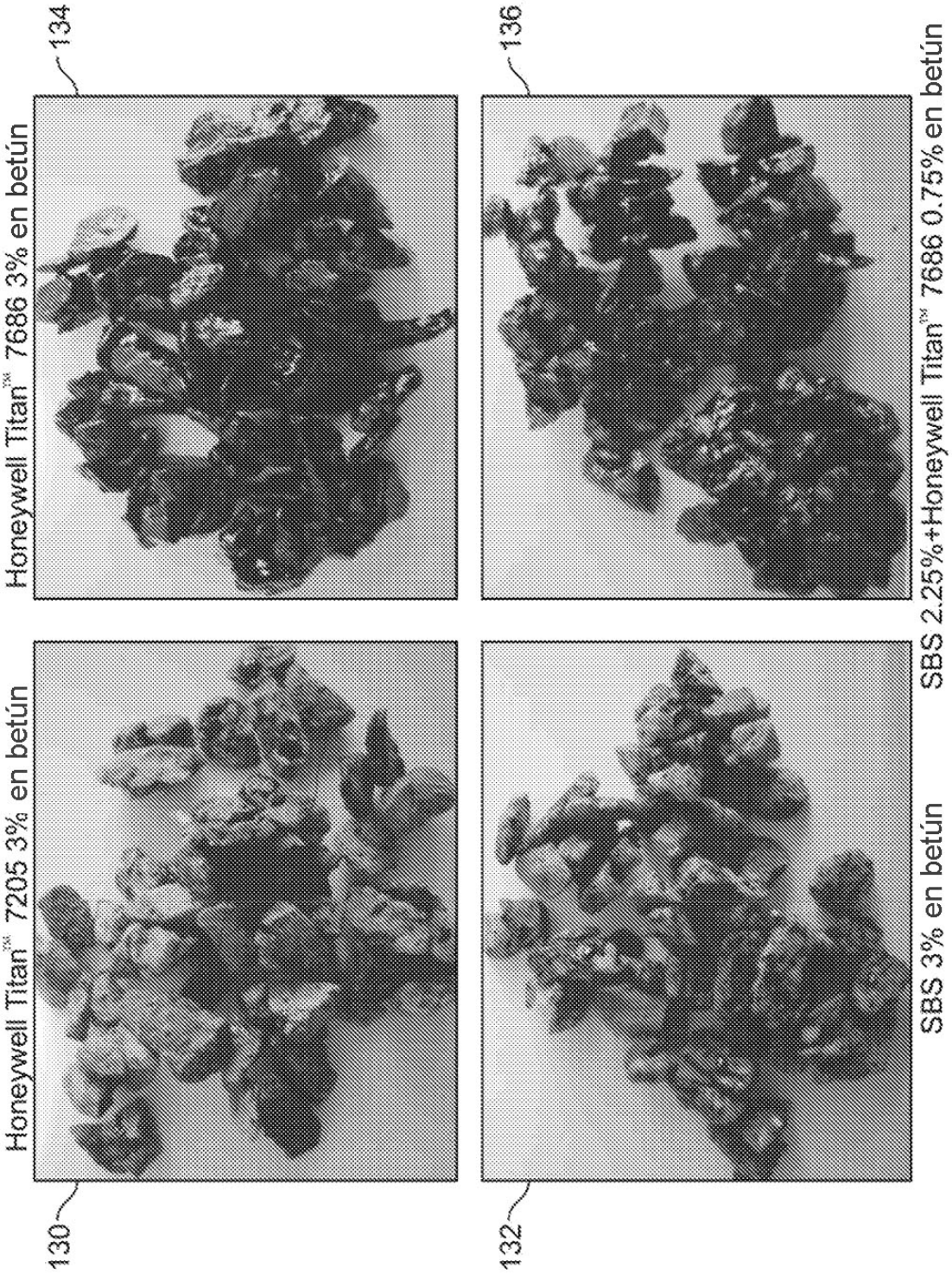
Honeywell Titan™ 7205 3% en betún
Honeywell Titan™ 7686 3% en betún
130
134
SBS 3% en betún
SBS 2.25%+Honeywell Titan™ 7686 0.75% en betún
132
136

FIG. 2

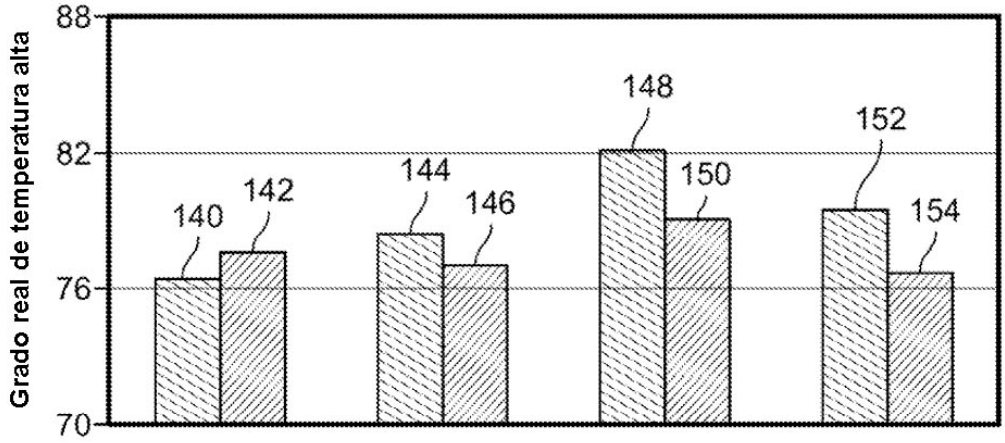
Grado real de temperatura alta
88
82
76
70
140
142
144
146
148
150
152
154

FIG. 3