

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 537 766**

51 Int. Cl.:

**B05D 5/08** (2006.01)

**F17D 1/17** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.03.2008 E 08731941 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.04.2015 EP 2155405**

54 Título: **Agentes reductores de la resistencia fluidodinámica de tipo poliolefina producidos por trituración no criogénica**

30 Prioridad:

**14.05.2007 US 748103**

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

**11.06.2015**

73 Titular/es:

**BAKER HUGHES INCORPORATED (100.0%)  
2929 ALLEN PARKWAY SUITE 2100  
HOUSTON, TX 77019-2118, US**

72 Inventor/es:

**MATHEW, THOMAS y  
KOMMAREDDI, NAGESH, S.**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 537 766 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

Agentes reductores de la resistencia fluidodinámica de tipo poliolefina producidos por trituración no criogénica

### Campo técnico

5 La invención se refiere a procesos para producir agentes poliméricos reductores de la resistencia fluidodinámica en forma de partículas finamente divididas y, más particularmente, a procesos para la trituración de agentes poliméricos reductores de la resistencia fluidodinámica para producir partículas finas de los mismos en dos o más pasadas, que no requieren trituración a temperaturas criogénicas.

### Antecedentes

10 El uso de polialfa-olefinas o copolímeros de las mismas para reducir la resistencia fluidodinámica de un hidrocarburo que fluye a través de un conducto y, por lo tanto, los requisitos de energía para el transporte de hidrocarburo fluido, se conoce bien, véase, por ejemplo, el documento US 2004/0112995. Estos agentes reductores de la resistencia fluidodinámica o DRA (por sus iniciales en inglés "drag reducing agent") han tomado diversas formas en el pasado, incluyendo suspensiones o dispersiones de polímeros triturados para formar mezclas fluidas y bombeables en un medio líquido. Un problema experimentado generalmente con la simple trituración de las polialfa-olefinas (PAO) es que las partículas experimentarán "fluencia en frío" o se adherirán entre sí con el paso del tiempo, haciendo imposible colocar la PAO en el hidrocarburo líquido donde se quiere reducir la resistencia fluidodinámica, en una forma de área superficial adecuada, tal como el tamaño de partículas, se disolverá o se mezclará de otra manera con el hidrocarburo de una manera eficaz. Adicionalmente, el proceso de trituración o el trabajo mecánico empleado en la reducción de tamaño tiende a degradar el polímero, reduciendo de esta manera la eficiencia de reducción de la resistencia fluidodinámica del polímero.

20 Una solución común para evitar la fluencia en frío durante el proceso de trituración es revestir las partículas de polímero trituradas con un agente anti-aglomerante. Se ha usado también la trituración criogénica de los polímeros para producir las partículas antes de o simultáneamente con el revestimiento con un agente anti-aglomerante. Sin embargo, algunas suspensiones de DRA en polvo o en forma de partículas requieren un equipo especial para su preparación, almacenamiento e inyección en un conducto para asegurar que el DRA se ha disuelto completamente en la corriente de hidrocarburo. La ciencia de formulación que proporciona una dispersión de estabilidad adecuada para que permanezca en una forma bombeable necesita este equipo especial.

25 También se ha probado en el pasado los DRA en gel o disolución (aquellos polímeros que están esencialmente en una disolución viscosa con un disolvente de hidrocarburo). Sin embargo, estos geles reductores de la resistencia fluidodinámica también demandan un equipo de inyección especializado, así como sistemas de suministro presurizados. Los DRA en gel o disolución son estables y tienen un conjunto definido de condiciones que el equipo mecánico tiene que satisfacer para bombearlos, incluyendo, sin que ello pretenda ser limitante, viscosidad, presión de vapor, degradación indeseable debido a cizalla, etc. Los DRA en gel o disolución también están limitados a una actividad de aproximadamente el 10% de polímero como una concentración máxima en un fluido portador debido a la alta viscosidad en disolución de estos DRA. De este modo, los costes de transporte de estos DRA son considerables, puesto que hasta aproximadamente un 90% del volumen que se transporta y manipula es material inerte.

30 Al revisar la mayor parte de las patentes en este campo, puede apreciarse que se han gastado considerables recursos tanto químicas como físicas para suministrar fácil y eficazmente agentes reductores de la resistencia fluidodinámica al fluido cuya fricción se va a reducir. Aún ninguno de estos métodos anteriores ha resultado totalmente satisfactorio. Por ejemplo, en procesos de trituración no criogénicos convencionales con múltiples pasadas a través del triturador, son necesarias del orden de 30 pasadas o recorridos, para reducir el tamaño de partículas suficientemente. De este modo, es necesario que sea un proceso de reducción de tamaño más eficaz.

35 De este modo, sería deseable si pudiera desarrollarse un agente reductor de la resistencia fluidodinámica que se disuelva rápidamente en el hidrocarburo fluido (u otro fluido), que pudiera minimizar o eliminar la necesidad de un equipo de preparación especial y la incorporación en el hidrocarburo en el sitio del fluido, y que pudiera formularse para que contenga más del 10% de polímero para reducir el almacenamiento y transporte de material inerte. Sería deseable también tener un proceso para producir un agente reductor de la resistencia fluidodinámica en forma de partículas que no requiera trituración criogénica en su preparación y/o únicamente trituración en condiciones de temperatura ambiente en tan pocas pasadas o recorridos como sea posible.

### Sumario

40 Se proporciona, en una forma, un método para producir un agente reductor de la resistencia fluidodinámica de polímero en forma de partículas que implica alimentar a un primer procesador componentes que incluyen poliolefina granulada y al menos un adyuvante de la trituración líquido. Los componentes se triturarán para producir un agente reductor de la resistencia fluidodinámica intermedio de tipo poliolefina en forma de partículas de un primer tamaño, que a su vez se alimenta a un segundo procesador. Estos agentes reductores de la resistencia fluidodinámica

intermedios de tipo poliolefina en forma de partículas de un primer tamaño se trituran después para producir un agente reductor de la resistencia fluidodinámica de tipo poliolefina en forma de partículas de un segundo tamaño menor que el primer tamaño. Este proceso puede repetirse a través de múltiples procesadores para reducir continua y adicionalmente el tamaño de la poliolefina en forma de partículas. Este método es altamente eficaz para reducir el tamaño de partículas del polímero en comparación con los métodos previos de granulación en húmedo, y también proporciona una manera sencilla de producir distribuciones del tamaño de partículas bi-modales y multi-modales.

Opcionalmente, cada uno de los procesadores tiene impulsores, donde el impulsor del primer procesador es relativamente más abierto que el impulsor del segundo procesador. En otra realización no limitante, la trituración se realiza en ausencia de temperaturas criogénicas.

En otra realización alternativa, el (primer) tamaño del agente reductor de la resistencia fluidodinámica intermedio de tipo poliolefina en forma de partículas es entre aproximadamente 550 y aproximadamente 450 micrómetros, donde el segundo tamaño es de aproximadamente 200 a aproximadamente 300 micrómetros. La elección de combinaciones de impulsor y cabezal de trituración para un procesamiento adicional puede ajustarse para alcanzar el tamaño deseado para la poliolefina en forma de partículas.

### 15 Descripción detallada

Los procesos anteriores para reducir el tamaño de los agentes reductores de la resistencia fluidodinámica de polímero (DRA) implicaban múltiples pasadas o recorridos a través de un triturador, reciclando el material hasta 30 veces para conseguir una reducción de tamaño suficiente. Esto es ineficaz. En segundo lugar, es deseable tener una manera eficaz y sencilla de producir distribuciones del tamaño de partículas bi-modales y multi-modales. Las distribuciones del tamaño de partículas bi-modales y multi-modales pueden ser muy importantes para el rendimiento del producto DRA en tuberías. Una distribución bimodal del tamaño de partículas es una que incluye dos distribuciones del tamaño de partículas diferentes que tienen picos a diferentes tamaños, mientras que multi-modal se refiere a una combinación de más de dos distribuciones del tamaño de partículas diferentes. Las distribuciones del tamaño de partículas bi-modales o multi-modales que tienen las distribuciones deseadas generalmente no se han realizado de una manera sencilla o eficaz, hasta ahora.

Se ha descubierto un proceso mediante el cual pueden utilizarse solo dos trituradores o procesadores, o más de dos trituradores o procesadores, en serie, en combinación con un adyuvante de la trituración líquido para llevar al polímero de poliolefina granulada a un estado triturado de partículas finas de aproximadamente 300 micrómetros o menor en condiciones no criogénicas en solo dos pasadas, en una realización no limitante (una pasada en cada triturador o procesador). El proceso en una realización no limitante implica la introducción de un adyuvante de la trituración líquido atomizado, inyectado o aplicado de otra manera (compuesto de propiedades humectantes de manera que se confiere lubricidad al sistema de trituración) opcionalmente junto con la introducción de un adyuvante de la trituración sólido orgánico en la cámara de trituración, de manera que se minimiza o se evita la aglomeración de partículas y la formación de bolas de gel de poliolefina blandas. El adyuvante de la trituración sólido puede usarse también para mejorar la acción de cizalla de ayuda en la cámara de trituración o pulverización para conseguir las pequeñas partículas de polímero de aproximadamente 600 micrómetros o menor (fase intermedia) o 300 micrómetros o menor (segunda fase). El uso de un único adyuvante de la trituración líquido, tal como el agente de humectación, y hacer pasar el polímero a través de dos procesadores o trituradores en serie con cuchillas de diferente tamaño, produce tamaños de partícula del orden de aproximadamente 200-300 micrómetros.

En una realización no limitante, la trituración para producir el agente reductor de la resistencia fluidodinámica de polímero en forma de partículas se realiza a temperaturas no criogénicas. Para los fines de la presente memoria, la temperatura criogénica se define como la temperatura de transición vítrea ( $T_g$ ) del polímero particular cuyo tamaño se reduce o que se tritura, o por debajo de esa temperatura. Se apreciará que la  $T_g$  variará con el polímero específico que se tritura. Típicamente,  $T_g$  varía entre aproximadamente  $-10^\circ\text{C}$  y aproximadamente  $-100^\circ\text{C}$  (aproximadamente  $14^\circ\text{F}$  y aproximadamente  $-148^\circ\text{F}$ ), en una realización no limitante. En otra versión no restrictiva, la trituración para producir el agente reductor de la resistencia fluidodinámica de polímero en forma de partículas se realiza a temperatura ambiente. Para los fines de la presente memoria, las condiciones de temperatura ambiente se definen como entre aproximadamente  $20\text{-}25^\circ\text{C}$  (aproximadamente  $68\text{-}77^\circ\text{F}$ ). En una realización alternativa no limitante, temperatura ambiente se define como la temperatura a la que ocurre la trituración sin ningún enfriamiento añadido. Debido a que se genera calor en el proceso de trituración, "temperatura ambiente" puede ser por tanto en algunos contextos una temperatura mayor que aproximadamente  $20\text{-}25^\circ\text{C}$  (aproximadamente  $68\text{-}77^\circ\text{F}$ ). En otra versión no limitante más en la presente memoria, la trituración para producir un agente reductor de la resistencia fluidodinámica de polímero en forma de partículas se realiza a una temperatura enfriada que es menor que la temperatura ambiente, pero que es mayor que la temperatura criogénica para el polímero específico que se está triturando. Una temperatura enfriada preferida puede variar de aproximadamente  $-7$  a aproximadamente  $2^\circ\text{C}$  (de aproximadamente  $20$  a aproximadamente  $35^\circ\text{F}$ ).

Si el adyuvante de la trituración líquido se añade en pequeñas cantidades, entonces la acción del líquido no es tanto para ayudar al mecanismo de cizalla, como para ayudar en la lubricidad del sistema de pulverización, de manera que los puntos calientes debidos a la cizalla mecánica se reducen en gran medida o se eliminan. Como se indica, se espera un cierto aumento en la temperatura con cualquier trituración. Asimismo, sin la adición del adyuvante de la

trituration líquido en pequeñas cantidades, tiende a acumularse polímero gomoso sobre las superficies de la cuchilla de pulverización. De nuevo, la lubricidad del sistema desempeña un importante papel en el mantenimiento de una operación de trituración eficaz; un sistema eficaz se define por una operación de pulverización fluida suave con poca acumulación de polímero sobre las superficies de metal, ausencia de formación de bolas de gel, y junto con velocidades de producción adecuadas. Las velocidades de producción adecuadas incluyen, sin que ello sea necesariamente limitante, un mínimo de aproximadamente 7,6 hasta una velocidad superior de aproximadamente 23 litros/min (de aproximadamente 2 a aproximadamente 6 galones por minuto).

En general, el polímero que se procesa en los métodos de la presente memoria puede ser cualquier agente reductor de la resistencia fluidodinámica (DRA) polimérico convencional o bien conocido incluyendo, sin que ello pretenda ser limitante, poli(alfa-olefina), policloropreno, polímeros y copolímeros de acetato de vinilo, poli(óxido de alquileno), y mezclas de los mismos y similares. Para que los métodos sean exitosos, el DRA polimérico tendría que tener una estructura suficiente (peso molecular) para existir como un sólido puro que se prestaría por sí mismo al proceso de pulverización, es decir, que se verá sometido a cizalla mediante fuerzas mecánicas en partículas más pequeñas. Un DRA de una naturaleza sólida, más duro (temperatura de transición vítrea relativamente mayor) que la poli(alfa-olefina) ciertamente funcionaría bien.

Pueden encontrarse detalles adicionales sobre la polimerización continua de DRA de polímeros en las Patentes de Estados Unidos N° 6.649.670 y 7.119.132. Los documentos de patente que implican granulación usando adyuvantes de trituración líquidos incluyen las Patentes de Estados Unidos N° 6.894.088 y 6.946.500 y la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 2007/0066712 A1.

La poli(alfa-olefina) es un polímero preferido en una realización no limitante en la presente memoria. Las poli(alfa-olefinas) (PAO) son útiles para reducir la resistencia fluidodinámica y las pérdidas por fricción en tuberías y conductos de hidrocarburo fluido. Antes de los procesos y métodos innovadores descritos en la presente memoria, el polímero ya se ha granulado, tal como por cualquiera de las técnicas u otros procesos indicados previamente, es decir, se degrada o se fragmenta de otra manera en gránulos de aproximadamente 1,3 cm (0,5 pulgadas) o menor, alternativamente en el intervalo de aproximadamente 6 mm a aproximadamente 20 mm, o en otra realización no limitante, desde un umbral inferior de aproximadamente 8 mm independientemente hasta aproximadamente 12 mm. Es permisible que el polímero granulado tenga un agente anti-aglomeración sobre el mismo. Tales agentes anti-aglomeración incluyen, sin que ello sea necesariamente limitante, talco, alúmina, estearato de magnesio, bis-estearamida de etileno, y similares y mezclas de los mismos, y otros conocidos en la técnica.

Dentro del contexto de los métodos y procesos en la presente memoria, el término "granulado" se refiere a cualquier proceso de reducción de tamaño que produce un producto que es relativamente mayor que el producido por trituración. Adicionalmente, dentro del contexto de estos métodos, "trituration" se refiere a un proceso de reducción de tamaño que da un producto relativamente más pequeño que el producido por "granulación". La "trituration" puede referirse a cualquier molienda, pulverización, machacado, homogenización, u otra reducción de tamaño que da como resultado agentes reductores de la resistencia fluidodinámica de polímero en forma de partículas del tamaño y el tipo que son el objetivo en la presente memoria.

El adyuvante de la trituración sólido orgánico puede ser cualquier material en forma de partículas finamente divididas o polvo que inhiba, rechace o evite la aglomeración de partículas y/o la formación de bolas de gel durante la trituración. El adyuvante de la trituración sólido orgánico puede funcionar también para proporcionar la acción de cizalla necesaria en la etapa de pulverización o trituración para conseguir partículas poliméricas del tamaño deseado. El propio adyuvante de la trituración sólido orgánico tiene un tamaño de partículas, que en una realización no limitante, varía de aproximadamente 1 a aproximadamente 300 micrómetros, preferiblemente de aproximadamente 10 a aproximadamente 50 micrómetros. Los adyuvantes de la trituración sólidos orgánicos adecuados incluyen, sin que ello sea necesariamente limitante, copolímero de eteno/buteno (tal como Microthene, disponible en Equistar, Houston), ceras de parafina (tal como aquellas producidas por Baker Petrolite), alcoholes sólidos, de alto peso molecular (tales como alcoholes Unilin disponibles en Baker Petrolite), y cualquier compuesto sólido no metálico compuesto de C y H, y opcionalmente N y/o S que puede prepararse en tamaños de partícula de 10-50 micrómetros adecuados para este proceso, y mezclas de los mismos. La bis-estearamida de etileno es eficaz también como un adyuvante de la trituración sólido orgánico.

El adyuvante de la trituración líquido proporciona lubricidad al sistema durante la trituración. Los adyuvantes de la trituración líquidos adecuados incluyen cualquiera que confiera lubricidad a la superficie del polímero que se va a triturar. Los ejemplos específicos incluyen, sin que ello sea necesariamente limitante, una combinación de un glicol con agua y/o un alcohol. Los glicoles adecuados incluyen, sin que ello sea necesariamente limitante, etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, dipropilenglicol, metil éteres de tales glicoles, y similares, y mezclas de los mismos. Los líquidos alcohólicos adecuados incluyen, sin que ello sea necesariamente limitante, metanol, etanol, butanol, isopropanol (alcohol isopropílico, IPA), hexanol, heptanol, octanol y similares y mezclas de los mismos. Los adyuvantes de la trituración líquidos que no sean dañinos para el medio ambiente son particularmente deseables. En una realización no limitante en la presente memoria, el adyuvante de la trituración líquido es la combinación de propilenglicol, agua y hexanol. Las proporciones de los tres componentes en esta combinación pueden variar de aproximadamente 20 a 80% en peso a aproximadamente 20 a 80% en peso a aproximadamente 0 a 30% en peso, preferiblemente de aproximadamente 20 a 80% en peso a aproximadamente 20 a 80% en peso a aproximadamente

0 a 20% en peso. En una realización no limitante en la presente memoria, el adyuvante de la trituración líquido se atomiza o pulveriza en la cámara de trituración o pulverización y/o sobre los gránulos de polímero a medida que se alimentan a la cámara.

5 Se apreciará que habrá un número de diferentes maneras específicas en las que pueden realizarse de forma práctica los métodos que están dentro del alcance de la invención, pero que no se describen específicamente en la presente memoria. Por ejemplo, en una realización no limitante en la presente memoria, el polímero granulado se alimenta en la cámara de trituración de los procesadores a una velocidad de aproximadamente 210 a aproximadamente 660 lb/h (de aproximadamente 95 a aproximadamente 300 kg/h), el adyuvante de la trituración sólido orgánico opcional se alimenta a una velocidad de aproximadamente 60 a aproximadamente 180 lb/h (de aproximadamente 27 a aproximadamente 82 kg/h), y el adyuvante de la trituración líquido se alimenta a una velocidad de aproximadamente 600 a aproximadamente 1680 lb/h (de aproximadamente 272 a aproximadamente 762 kg/h). Como se indica, todos los componentes pueden alimentarse simultáneamente a la cámara de trituración. Alternativamente, los componentes pueden mezclarse entre sí antes de alimentarlos a la cámara de trituración. En una versión alternativa en la presente memoria, los componentes se añaden secuencialmente, sin ningún orden o secuencia particular. En una versión no restrictiva, el adyuvante de la trituración líquido y el adyuvante de la trituración sólido opcional se añaden solo al primer procesador, pero en otra realización no limitante pueden añadirse a cualquiera de los procesadores secuenciales.

En otra realización no restrictiva en la presente memoria, el método usa una combinación avanzada de rotor/estátor en dos o más fases o pasadas en serie. Este es un proceso de reducción muy eficaz para producir partículas poliméricas en comparación con los procesos de trituración convencionales existentes, particularmente aquellos que reciclan las partículas de polímero particulares diez, veinte o treinta veces para conseguir el tamaño deseado. El equipo rotor/estátor adecuado para los métodos de la presente memoria incluye, sin que ello pretenda ser limitante, los procesadores COMITROL® disponibles en URSHEL® Laboratories. El estátor tiene múltiples cuchillas removibles de la periferia de un cabezal de microcorte. Un impulsor en un rotor fuerza los gránulos de polímero hacia las cuchillas de corte del estátor. Estas cuchillas pueden extraerse y darlas la vuelta, ampliando de esta manera la vida útil del estátor. El rotor puede tener un impulsor uni-corte o multi-corte basado en el tamaño de partículas de la alimentación al triturador o procesador. Los impulsores multi-corte son más abiertos y se usan para corte grueso; es decir, para producir una partícula más grande y gruesa. Los impulsores uni-corte son más cerrados y se usan para una trituración más fina. En los métodos de la presente memoria, un primer procesador que tiene un impulsor multi-corte trituraría el polímero granulado a una partícula polimérica intermedia de un primer tamaño o intermedio, que se alimentaría a un segundo procesador en serie con el primer procesador, donde el segundo procesador tendría un impulsor uni-corte para triturar el polímero intermedio a un segundo tamaño o tamaño final menor que el primer tamaño. En general, el primer impulsor es relativamente más abierto que el segundo impulsor. En una realización no limitante, el impulsor del primer procesador es semi-abierto y el impulsor del segundo procesador es cerrado. Los impulsores abiertos, semi-abiertos y cerrados son bien conocidos en la técnica. En una alternativa no restrictiva, cada uno del primer procesador y el segundo procesador tienen cuchillas, donde las cuchillas del segundo procesador son más pequeñas que las cuchillas del primer procesador. Análogamente, los procesadores posteriores, si se emplearan, tendrían cuchillas gradualmente diferentes para conseguir un tamaño aún más reducido. Por ejemplo, las cuchillas en un procesador posterior serían cuchillas más pequeñas y/o más cerradas respecto al procesador inmediatamente anterior.

Las cuchillas en el cabezal de microcorte de estos procesadores pueden estar dispuestas u orientadas a un ángulo para proporcionar una eficiencia de corte máxima. En otra realización no limitante, los bordes de trituración pueden estar revestidos con carburo de tungsteno para eliminar, reducir o mitigar el desgaste. Con cabezales de trituración seleccionados apropiadamente, el tamaño de la partícula polimérica puede reducirse al intervalo de 200-300 micrómetros en dos pasadas (una pasada por cada procesador en serie). En la tecnología de trituración anterior para aplicaciones PAO, se requerían múltiples pasadas (por ejemplo, aproximadamente 30 pasadas o recorridos) para conseguir la misma reducción del tamaño de partículas. Adicionalmente, tales métodos anteriores de reciclar repetidamente el polímero en forma de partículas de vuelta a través de la misma máquina finalmente producirían partículas de solo una distribución del tamaño de partículas. En estas máquinas convencionales, las partículas poliméricas se reciclaban a través de la misma máquina hasta que se conseguía el tamaño de partículas deseado.

En los métodos de la presente memoria, se usan en serie dos procesadores o trituradores diferentes con diferentes cuchillas de corte y el material normalmente no se recicla para conseguir tamaños más pequeños. En una realización alternativa, no limitante, puede realizarse el reciclado opcional de algunas de las partículas para conseguir un producto de partícula polimérica final que tiene una distribución de tamaño deseada bi-modal o multi-modal. Las distribuciones de tamaño bi-modales y/o multi-modales son importantes en la disolución de polímeros DRA en un hidrocarburo fluido en una tubería porque las partículas más pequeñas se disolverán y serán efectivas antes y las partículas más grandes durarán más tiempo en el flujo en la tubería para continuar proporcionando reducción a la resistencia fluidodinámica a la corriente de hidrocarburo. Puede encontrarse más información sobre distribuciones de tamaño bi-modales o multi-modales para DRA en la Publicación de Solicitud de Patente de Estados Unidos N° 2006/0293196 A1 (N° de Serie 11/451.741). Puede conseguirse también una distribución bi-modal del tamaño de partículas no alimentando toda la poliolefina intermedia en forma de partículas del primer procesador al segundo procesador para trituración adicional. La poliolefina intermedia desviada en forma de partículas DRA se combinaría entonces con al menos parte de la poliolefina final en forma de partículas DRA de

tamaño reducido del segundo procesador al producto DRA final. Este nuevo concepto puede ampliarse a distribuciones multi-modales del tamaño de partículas de DRA de tipo poliolefina, utilizando múltiples procesadores.

5 En otra realización no limitante, pueden apilarse dos o más trituradores o procesadores uno encima del otro, es decir, verticalmente uno sobre el otro. Esta orientación o configuración reduciría la huella global y posibilitaría un procesamiento secuencial y/o múltiples pasadas a través de la misma máquina, por ejemplo el reciclado de las partículas de vuelta a uno o ambos procesadores o trituradores.

10 Una realización no restrictiva tendrá el tamaño del polímero intermedio en forma de partículas del primer procesador entre aproximadamente 550 y aproximadamente 450 micrómetros, alternativamente el extremo inferior de este intervalo puede ser independientemente de aproximadamente 475 micrómetros y el extremo superior de este intervalo puede ser independientemente de aproximadamente 525 micrómetros. En una realización no limitante, se espera que los procesos descritos en la presente memoria produzcan un agente reductor de la resistencia fluidodinámica del producto de polímero en forma de partículas donde el tamaño de partículas promedio varía de aproximadamente 200-300 micrómetros, alternativamente donde al menos el 90% en peso de las partículas tienen un tamaño de menos de aproximadamente 300 micrómetros o menor, en otra versión alternativa, el 100 por ciento en peso de las partículas tienen un tamaño de 250 micrómetros o menor.

20 Se espera que los DRA de polímero en forma de partículas resultantes puedan transportarse fácilmente en forma de una dispersión de partículas en un líquido en contraste con un producto en polvo. El líquido en la dispersión puede ser el adyuvante de la trituración líquido, junto con materiales adicionales añadidos después de que se forme el producto acabado (por ejemplo, cualquiera de los líquidos adecuados mencionados anteriormente como el adyuvante de la trituración líquido u otros líquidos compatibles que no son disolventes para el DRA de polímero). Los DRA de polímero en forma de partículas pueden insertarse fácilmente en e incorporarse dentro de un hidrocarburo fluido, un fluido acuoso, una emulsión de aceite-en-agua o una emulsión de agua-en-aceite, según sea apropiado. Los productos DRA fabricados por los procesos y métodos de la presente memoria son fluidos y contienen un alto porcentaje, hasta aproximadamente un 50% de polímero activo, alternativamente aproximadamente un 10-40% de polímero activo.

25 La invención se describirá ahora adicionalmente con respecto a los ejemplos específicos, que se proporcionan solo para ilustrar adicionalmente la invención y que no la limitan de ninguna manera.

#### Ejemplos 1-4

30 La trituración del polímero de poliolefina para partículas de DRA se realizó en un proceso en dos pasadas, una pasada secuencialmente a través de cada uno de los dos procesadores o trituradores, donde el impulsor del primer procesador estaba semi-abierto y el impulsor del segundo procesador estaba cerrado: se desarrollaron los siguientes datos.

Ejemplo N° 1

Tamaño de partículas (mv) 259 micrómetros

35 Tamaño de partículas (D95) 493 micrómetros

Ejemplo N° 2

Tamaño de partículas (mv): 197 micrómetros

Tamaño de partículas (D95): 360 micrómetros

Ejemplo N° 3

40 Tamaño de partículas (mv): 268 micrómetros

Tamaño de partículas (D95): 497 micrómetros

Ejemplo N° 4

Tamaño de partículas (mv): 249 micrómetros

Tamaño de partículas (D95): 425 micrómetros

45 "MV" se refiere al diámetro medio de la distribución de volumen y representa el centro de gravedad de la curva de distribución del tamaño de partículas. El tamaño de partículas dado en primer lugar es el tamaño de partículas final después de la segunda pasada, donde "D95" se refiere a que aproximadamente el 95% de las partículas están en o por debajo de este tamaño. Los tamaños de partícula intermedia se dan en segundo lugar. El tamaño inicial de partícula es 8 mm - 12,7 mm en los gránulos de polímero. Puede verse que pueden conseguirse DRA de partículas de poliolefina de 300 micrómetros o menor en el método de dos pasadas en la presente memoria.

50

5 Se ha proporcionado un proceso eficaz para producir un agente reductor de la resistencia fluidodinámica de polímero en forma de partículas bi-modal o multi-modal, con un tamaño de partículas pequeño adecuado y un área superficial adecuada en dos pasadas, cada una secuencialmente a través de diferentes trituradores o procesadores, que se disolverá y disipará fácilmente en corrientes de hidrocarburo fluido. Estos DRA de polímero en forma de partículas pueden fabricarse simple y fácilmente y no requieren temperaturas criogénicas para producirlos. Estas partículas de polímero bi-modal o multi-modal no requieren múltiples reciclados de las partículas en la misma máquina, por ejemplo del orden de 10, 20 o 30 pasadas de reciclado. Estos DRA de polímero en forma de partículas no experimentan fluencia en frío tras reposar una vez fabricados.

10 Pueden hacerse muchas modificaciones en la composición y el proceso de esta invención sin alejarse del alcance de la misma, que se define únicamente en las reivindicaciones adjuntas. Por ejemplo, la naturaleza exacta de y las proporciones de polímero, procesadores o trituradores, adyuvante de la trituración sólido orgánico opcional, y adyuvante de la trituración líquido pueden ser diferentes de las usadas aquí. Pueden desarrollarse técnicas de procesamiento particulares para posibilitar que los componentes se combinen homogéneamente y funcionen bien juntos, estando aún dentro del alcance de la invención. Adicionalmente, se espera que las velocidades de alimentación de los diversos componentes puedan optimizarse para cada tipo de equipo de trituración y para cada combinación de componentes (por ejemplo, polímero y adyuvante de la trituración líquido) empleada.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para producir una dispersión de poliolefina en forma de partículas en un agente reductor de la resistencia fluidodinámica líquido, que comprende:
  - alimentar a un primer procesador componentes que comprenden:
    - 5                    poliolefina granulada; y
    - al menos un adyuvante de la trituración líquido;
  - triturar los componentes para producir un agente reductor de la resistencia fluidodinámica intermedio de tipo poliolefina en forma de partículas de un primer tamaño;
  - alimentar a un segundo procesador el agente reductor de la resistencia fluidodinámica intermedio de tipo poliolefina en forma de partículas de un primer tamaño; y
  - 10                    triturar los componentes para producir la dispersión de poliolefina en forma de partículas en un agente reductor de la resistencia fluidodinámica líquido de un segundo tamaño menor que el primer tamaño.
2. El método de la reivindicación 1, donde el primer procesador y el segundo procesador tienen impulsores, y el impulsor del primer procesador es más abierto que el impulsor del segundo procesador.
- 15    3. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde la trituración mediante ambos procesadores se realiza en ausencia de temperaturas criogénicas.
4. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde cada uno de los procesadores tritura la poliolefina usando una combinación de al menos un rotor y al menos un estátor.
- 20    5. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde la dispersión de poliolefina en forma de partículas en un agente reductor de la resistencia fluidodinámica líquido no se recicla a ningún procesador.
6. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde, durante la alimentación, el polímero granulado tiene un diámetro promedio de 1,3 cm (0,5 pulgadas) o menor.
7. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde el primer tamaño del agente reductor de la resistencia fluidodinámica intermedio de tipo poliolefina en forma de partículas es un tamaño de partículas promedio entre 550 y 450 micrómetros.
- 25    8. El método de la reivindicación 7, donde el segundo tamaño del agente reductor de la resistencia fluidodinámica de tipo poliolefina en forma de partículas es un tamaño de partículas promedio que varía de 200 a 300 micrómetros.
9. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde el adyuvante de la trituración líquido se selecciona del grupo que consiste en una combinación de al menos un glicol seleccionado del grupo que consiste en etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, dipropilenglicol, metil éteres de tales glicoles, y mezclas de los mismos, y al menos otro líquido seleccionado del grupo que consiste en agua y al menos un alcohol, seleccionándose el alcohol del grupo que consiste en metanol, etanol, butanol, isopropanol, hexanol, heptanol, octanol y mezclas de los mismos.
- 30    10. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde el adyuvante de la trituración líquido es una combinación de propilenglicol, agua y hexanol donde las proporciones varían de 20 a 80% en peso a 20 a 80% en peso a 0 a 30% en peso.
- 35    11. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde, durante la alimentación, el polímero granulado se alimenta a una velocidad de 95 a 300 kg/h (de 210 a 660 lb/h) y el adyuvante de la trituración líquido se alimenta a una velocidad de 272 a 762 kg/h (de 600 a 1680 lb/h).
12. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde los dos procesadores están orientados verticalmente uno encima del otro.
- 40    13. El método de la reivindicación 1 ó 2, donde no todo el agente reductor de la resistencia fluidodinámica intermedio de tipo poliolefina en forma de partículas de un primer tamaño procedente del primer procesador se alimenta al segundo procesador, y al menos parte del agente reductor de la resistencia fluidodinámica intermedio de tipo poliolefina en forma de partículas de un primer tamaño, desviado se combina con al menos parte del agente reductor de la resistencia fluidodinámica de tipo poliolefina en forma de partículas de un segundo tamaño para dar una dispersión bi-modal o multi-modal de poliolefina en el producto de agente reductor de la resistencia fluidodinámica líquido.
- 45    14. El método de la reivindicación 1 ó 2, que comprende adicionalmente alimentar el agente reductor de la resistencia fluidodinámica de tipo poliolefina en forma de partículas a al menos un procesador posterior y triturar el agente reductor de la resistencia fluidodinámica de tipo poliolefina en forma de partículas a un tercer tamaño menor
- 50

que el segundo tamaño.

15. El método de la reivindicación 1 ó 2, que consiste además esencialmente en solo dos operaciones de alimentación y dos de trituración en ausencia de cualquier operación de trituración posterior.

5 16. El método de la reivindicación 1 ó 2, que comprende adicionalmente alimentar un adyuvante de la trituración sólido al primer procesador.