



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 276 982**

51 Int. Cl.:
C08J 11/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **02801911 .5**

86 Fecha de presentación : **24.10.2002**

87 Número de publicación de la solicitud: **1438351**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **21.07.2004**

54 Título: **Reciclaje de residuos de espumas de polímeros expandidas en productos que pueden de nuevo ser expandidas.**

30 Prioridad: **24.10.2001 DE 101 52 570**
21.02.2002 DE 102 07 333

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.07.2007

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.07.2007

73 Titular/es: **Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung
der angewandten Forschung e.V.**
Hansastraße 27c
80686 München, DE

72 Inventor/es: **Mäurer, Andreas;**
Wolz, Gerd y
Schlummer, Martin

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 276 982 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).

ES 2 276 982 T3

DESCRIPCIÓN

Reciclaje de residuos de espumas de polímeros expandidas en productos que pueden de nuevo ser expandidas.

5 La presente invención se refiere a un procedimiento para la preparación de poliestireno espumado mediante el aprovechamiento del material procedente de residuos de poliestireno espumado.

10 Los plásticos espumados, las llamadas espumas de polímero expandidas, se emplean con profusión en aplicaciones de embalaje y construcción, debido a su reducida densidad y su perfil de propiedades mecánicas y térmicas, en particular su buena capacidad de aislamiento. Teniendo en cuenta las enormes cantidades comercializadas y la multitud de aplicaciones acreditadas, el poliestireno expandido (EPS) es la espuma de polímero líder del mercado.

15 Los procedimientos para la preparación de EPS y su ulterior transformación fueron desarrollados a finales de los años 40 por la firma BASF: nombre comercial Styropor. Después de la concesión de licencias y una vez caducadas las patentes se han incorporado otros fabricantes de materia prima y otros nombres comerciales. A nivel internacional se ha acreditado mientras tanto el concepto de EPS.

20 El EPS se fabrica por polimerización o suspensión del estireno añadiendo propelentes, y según la aplicación se preparan tipos en diferentes gamas de tamaño de perlas. La materia prima es no sólo el poliestireno puro sino también polimerizados mixtos de poliestireno, en particular con alquilnitrilo, que se caracterizan por su mejor resistencia química. Los compuestos orgánicos de bromo (generalmente hexabromociclododecano (HBDC), también pentabromofenilalileter y otros) incorporados a la polimerización o fijados posteriormente sobre la superficie de las perlas actúan como productos de protección contra las llamas y dan lugar a unos materiales aislantes difícilmente inflamables o autoextinguibles (por ejemplo, de la clase de materiales de construcción B 1 según la norma DIN 4102). Los
25 propelentes son hidrocarburos de bajo punto de ebullición, principalmente pentano, pero también butano, propano y otros, así como mezclas de éstos, que están contenidos en el EPS en cantidades que van del 4 al 7%. También pueden servir como propelentes los alcoholes o el agua (véase por ejemplo la patente 198 13 108 A1).

30 En pequeños volúmenes el EPS se fabrica mediante la impregnación posterior del poliestireno con propelentes, en recipientes a presión o también en extrusoras.

La eliminación de los residuos de las piezas de gran volumen resulta problemática: en la actualidad todavía no es posible el reciclado de residuos de EPS en bucle cerrado con un aprovechamiento de alta calidad del material:

35 Para la eliminación de residuos de EPS existen en Alemania más de 1500 puntos de recogida. Además de la colocación en vertedero y del aprovechamiento energético, el material de EPS se utiliza también en la construcción. El poliestireno molido sirve como árido para hormigones ligeros, enfoscados aislantes y enfoscados ligeros, se emplea así mismo en la industria de la arcilla (porotón) o se aprovecha para mejorar el terreno.

40 El aprovechamiento del material mediante fusión, compactación y granulación de residuos de EPS limpios, de calidad pura, da lugar a granulados de poliestireno transformables de baja masa molecular, que después de mezclar componentes elasticantes se pueden emplear en la preparación de fundición inyectada de poliestireno o de productos de extrusión. Ahora bien, estas aplicaciones son sensibles a la suciedad y al contenido de polímeros extraños, ya que una cantidad reducida de poliolefinas (procedentes de la recogida de residuos de embalaje o restos de láminas del
45 embalaje de placas de construcción de EPS) es suficiente para influir negativamente en la calidad del material de las piezas de fundición inyectada.

50 En principio la fabricación de nuevos materiales de espuma se podría realizar a partir de los granulados de poliestireno antes citados y en plantas de gasificación directa, si se pudiese evitar la pérdida de peso molecular condicionada por razones térmicas-mecánicas. Véase Mackey, GA; Westphal, RC; Coughanour, R: "Polystyrene" (Poliestireno) (PS). En: Ehrig RJ (Ed.); "Plastic Recycling" (Reciclado de plásticos). Editorial Carl Hanser, Munich 1992, pág. 109 y siguientes, donde se documenta la siguiente degradación durante el reciclado de dos calidades diferentes de residuos de EPS:

55

Mw [g/mol]	Residuo	Compactado	Compactado y granulado
Vasos de EPS	292.000	273.000	203.000
Embalajes de EPS	222.000	195.000	166.000

60

65 Para completar: los residuos de producción absolutamente limpios y de calidad pura se pueden mezclar, una vez desmenuzados, como "materiales de carga" de bajo grado de espumado, para la producción de materiales aislantes con género nuevo preespumado, empleándolos así de forma limitada en la fabricación de bloques y piezas de forma, aceptando ligeras mermas de calidad.

La patente EP 739 930 A1 tiene como objetivo facilitar un disolvente en el que se disuelva el poliestireno espumado, con el fin de reducir su volumen. Los disolventes para poliestireno ya se conocían con anterioridad, pero es preciso

ES 2 276 982 T3

clasificarlos como sustancias peligrosas, puesto que se trataba o bien de disolventes aromáticos (véase por ejemplo la patente US 5.278.282) o de disolventes halogenados (véase por ejemplo la patente US 4.517.312 o la US 5.891.403). De acuerdo con la patente EP 739 930 A1, el poliestireno se puede volver a precipitar del disolvente mediante la adición de agua.

5

El objetivo de la presente invención es en cambio el de facilitar un procedimiento con ayuda del cual ya no sea preciso llevar el poliestireno espumado al vertedero, quemarlo o destinarlo a una segunda aplicación de menor calidad, sino que se pueda incorporar de nuevo en el circuito de material de espuma de poliestireno de alta calidad.

10

Este objetivo se resuelve disolviendo los residuos de EPS espumados en un disolvente adecuado y precipitando el poliestireno con ayuda de un agente precipitador, que permita el reespumado inmediato del poliestireno precipitado.

15

La técnica de procedimiento y los aparatos empleados con la invención para la precipitación permiten que manteniendo la estructura molecular y el peso molecular se puedan obtener de nuevo partículas de poliestireno expandible con un tamaño de grano definido y un volumen de expansión definido que, a continuación, se puedan transformar igual que material nuevo.

20

El procedimiento se compone de por lo menos dos o preferentemente tres pasos: disolver el plástico, precipitarlo con un agente de precipitación adecuado, y eventualmente, a continuación, secado parcial de las partículas de polímero precipitado. Eventualmente se puede incrementar la pureza del polímero y, por lo tanto, la calidad de reciclado, en un paso de depuración intercalado mediante extracción selectiva u otros procedimientos físicos (por ejemplo, filtración).

25

Para esto el agente de precipitación se compone del propelente EPS o de una mezcla de éste, y el disolvente disuelve:

Residuos de EPS,

30

Pero no polímeros extraños, y al mezclarlo con el agente de precipitación pierde sus características de disolvente para PS.

El contenido de agente propelente adherido e incluido en la partícula de PS precipitada se adapta preferentemente mediante el secado parcial con relación al volumen de expansión buscado.

35

Mejoras y ventajas con respecto al estado de la técnica

40

La transformación del reciclado para obtener de nuevo EPS expandido puede realizarse conforme al estado de la técnica en las mismas plantas. Existe la posibilidad de mezclar con perlas de EPS seguidas de preespumado y moldeado con vapor.

45

El contenido restante de agente propelente en los residuos de EPS se mantiene dentro del circuito de reciclado del material, igual que el EPS. Es posible la preparación de cargas de EPS que contengan polímeros extraños para obtener productos de alta calidad. No tiene lugar ninguna carga térmica-mecánica del poliestireno y, por lo tanto, tampoco se produce ningún daño para el material y ninguna pérdida de peso molecular. Con el reciclado se obtienen las características originales del producto.

50

Como disolvente para el EPS se emplea preferentemente un disolvente o mezcla de disolventes, tal como está descrito en la patente EP 739 930 A2, o un disolvente (o mezcla de disolventes) similar, principalmente un glicoléter, preferentemente un di-hipoalquilenglicol-di-hipoalquil-éter con hipoalquil(eno) igual a un alquil(eno) C_1-C_{12} de cadena lineal o ramificada, preferentemente igual a alquil(eno) C_1-C_4 y más preferentemente un dietilenglicol- o dipropilenglicol-di-hipoalquil-éter con grupos alquilo C_1-C_4 , o un mono- o di-ácido carbónico-di-hipoalquil-éter con una longitud de cadena de ácido carbónico lineal o ramificada de C_1 a C_{12} , preferentemente de C_1 a C_4 , donde la expresión "hipoalquil" tiene el mismo significado que el antes descrito para glicoléter. También se pueden emplear mezclas de glicoléteres, de alquilésteres del ácido monocarbónico, de alquilésteres del ácido dicarbónico o de éteres con ésteres. Muy apropiados como glicoléteres son los dipropilenglicolmetil- o etiléteres, dimetilenglicolmetil- o etiléteres. Muy apropiados como ésteres del ácido carbónico son el metil-, etil-, e isobutiléster del ácido dicarbónico, y aquí especialmente los ésteres dimetílicos del ácido glutárico, el éster metílico del ácido succínico y el éster metílico del ácido adipínico, así como sus análogos etil e isobutil así como el etilacetato. Especialmente los ésteres del ácido dicarbónico antes citados, especialmente los 3 ésteres de ácido dicarbónico citados por su nombre, se pueden emplear también mezclados con propilencarbonato, etilencarbonato o metiléster del ácido de colza. Eventualmente se puede emplear también tetrahidrofurano, bien sólo o mezclado con uno o varios de los compuestos antes citados. En lugar del tetrahidrofurano se puede emplear también una cetona tal como la acetona o una mezcla de una cetona tal como la acetona y ciclohexano, donde en las proporciones de cantidad es preciso vigilar que la polaridad de la mezcla no resulte demasiado baja.

65

Como medio de precipitación o propelente son especialmente adecuados los alcanos de bajo punto de ebullición, tal como pentano. Pero alternativamente también se pueden emplear otros agentes de precipitación, siempre y cuando su polaridad sea inferior a la del disolvente empleado (en cuanto a la valoración de la polaridad se remite al índice de

ES 2 276 982 T3

polaridad de Zinder, véase por ejemplo “*Analytische Chemie*” (Química analítica) de Matthias Otto, VCH Weinheim, 1995).

5 En una de las realizaciones de la invención, la precipitación del poliestireno se lleva a cabo añadiendo el agente de precipitación a la solución del poliestireno, por ejemplo, se vierte la solución agitada del EPS en uno de los disolventes citados, para lo cual es especialmente conveniente mantener la turbulencia tan alta que no se formen partículas demasiado pequeñas, sino partículas que estén en condiciones de incorporar una cantidad suficiente de agente precipitante o propelente. Al hacerlo se producen con frecuencia partículas en forma de fibras.

10 En otra realización de la invención se prepara el precipitante y se le añade la solución de poliestireno, también preferentemente agitando de forma más o menos intensa. Cuanto mayor sea la energía de cortadura aportada, tanto más pequeñas serán las partículas que precipitan.

15 En una tercera realización de la invención se disuelve el poliestireno en un disolvente adecuado de la clase antes citada y se junta con un disolvente menos polar, que no forme fase homogénea con la solución de poliestireno. Por ejemplo, se emplea como disolvente menos polar uno que sea un precipitante o propelente para el poliestireno, y esto en una cantidad tal que todavía no se produzca ninguna precipitación. Preferentemente se realiza la unión entre la solución de poliestireno y el citado disolvente menos polar, agitando intensamente, de manera que se forme una emulsión con un interfaz grande entre la fase dispersa y la matriz. Esta realización de la invención resulta especialmente conveniente si el poliestireno que se vaya a emplear es un material sucio o que contenga aditivos, como por ejemplo productos de protección contra las llamas. La suciedad o el producto de protección contra las llamas pasan por lo general a la fase de matriz menos polar, de manera que la solución de poliestireno sufre un empobrecimiento selectivo de estas impurezas. Si se deja reposar la emulsión durante algún tiempo se mejora todavía más el efecto de extracción, porque las impurezas que todavía quedaban en la fase dispersa pueden difundirse a la fase continua a través de los interfaces de las fases. A continuación se reúne la emulsión con (más) precipitante, en una cantidad tal que se precipite el poliestireno.

20 El poliestireno precipitado eventualmente se puede entonces secar parcialmente, en todas las realizaciones antes citadas, pero se hace necesario vigilar que en las partículas precipitadas quede una cantidad suficiente de precipitante para conseguir una medida adecuada de reespumado. A continuación se puede reespumar de forma adecuada, por ejemplo, poniéndolo en contacto con un portador de calor tal como vapor de agua.

25 En una cuarta realización de la invención, se precipita y reespuma el poliestireno en un solo paso. Para ello se añade a la solución de poliestireno un precipitante y propelente que no forme con la solución de poliestireno una fase de mezcla homogénea, en una cantidad tal en la que todavía no precipite el poliestireno, tal como se explicó anteriormente en el curso de la descripción de la tercera realización. A continuación se le añade a la emulsión obtenida un portador de calor, por ejemplo, agua caliente o aceite caliente. Mediante el calor aportado se produce la precipitación y la expansión simultánea del poliestireno debido al precipitante y propelente.

30 Unas combinaciones especialmente bien adecuadas de disolventes y precipitantes/propelentes para el poliestireno, son las siguientes:

35 Éster del ácido monocarbónico C₁-C₄ de alcoholes bajos tales como metanol o etanol, en particular etilacetato o acetona o mezclas de éstos, y alcanos, en particular pentano y/o hexano.

40 Éster del ácido dicarbónico C₄-C₆, en particular éster del ácido glutárico, éster del ácido succínico o éster del ácido adipínico de alcoholes bajos, tales como metanol o etanol o mezclas de éstos, ésteres y alcanos, en particular pentano y/o hexano.

45 Un glicoléter del grupo antes citado, en particular metiléter del dipropilenglicol o THF o una mezcla de estas sustancias, eventualmente mezcladas con uno o varios de los ésteres del ácido dicarbónico antes citados, y alcanos, en particular pentano y/o hexano.

50 Un glicoléter del grupo antes citado, en particular metiléter de dipropilenglicol o THF, o una mezcla de estas sustancias, mezcladas con uno o varios de los ésteres del ácido monocarbónico antes citados, y alcanos, en particular pentano y/o hexano.

55 Éster del ácido monocarbónico C₁-C₄ de alcoholes bajos tales como metanol o etanol, en particular etilacetato o acetona o una mezcla de estas sustancias respectivamente mezcladas con ciclohexanos, y alcanos, en particular pentano y/o hexano.

60 Éster del ácido dicarbónico C₄-C₆ de alcoholes bajos, tales como metanol o etanol, respectivamente mezclados con ciclohexano y alcanos, en particular pentano y/o hexano.

65 En todas las realizaciones de la invención se prefiere provocar la mezcla de la solución de poliestireno y del precipitante/propelente, con suficiente aportación de energía de cortadura, o de otra energía que provoque turbulencia. De

ES 2 276 982 T3

forma muy general rige: cuanto mayor sea la aportación de energía tanto más pequeñas serán las partículas precipitadas que contiene el propelente. Las partículas precipitadas tienen preferentemente un diámetro del orden de 10 μm hasta 2 mm. Con frecuencia resultan configuraciones filiformes.

- 5 A continuación se trata de explicar con mayor detalle la invención sirviéndose de ejemplos de realización.

Ejemplo 1

10 En un vaso Becher de 500 ml se disolvieron 10 g de residuos de EPS en 300 ml de acetato de etilo, agitando (tiempo de disolución: 1 minuto). La subsiguiente precipitación en 500 ml de pentano se realizó vertiendo en la muestra que se agitaba con un agitador magnético aproximadamente a 700 rpm, y esto a una velocidad de aproximadamente 100 ml/min. Debido a la turbulencia se formaron partículas de forma fibrosa como producto de precipitación. El producto precipitado contiene pentano. Se espumó de nuevo en estufa de aire caliente a 100°C.

15 La cromatografía de permeación de gel de piezas moldeadas de EPS (Figura 2), y del reciclado de EPS preparado a partir de ahí según el procedimiento antes citado, (Figura 3), confirma la distribución casi idéntica de masa molecular. Para ambas muestras, la masa molar media M_w es de 287.000 g/mol y la polidispersividad del reciclado incluso se reduce de 2,81 a 2,55 lo cual indica una ligera mejora de calidad del PS debido a la precipitación selectiva. En cualquier caso este resultado demuestra que las cadenas de polímeros no quedan dañadas por el proceso de reciclado y que por
20 lo menos se conserva la calidad del material original.

Ejemplo 2

25 10 g de EPS (densidad 0,02 kg/l) se disuelven en 115 g de una mezcla de acetona y ciclohexano (65/35% peso/peso) y se emulsionan en mezcla turbulenta en 100 g de n-hexano.

La emulsión se precipita con turbulencia en 350 g de n-hexano y las partículas obtenidas se separan por medio de un filtro o de un tamiz fino.

30 Las partículas se pueden expandir sin ningún problema conforme al estado de la técnica empleando vapor de agua como portador del calor.

Ejemplo 3

35 10 g de EPS (densidad 0,02 kg/l) se disuelven en 100 g de una mezcla de 70% en peso de tetrahidrofurano (THF) y 30% en peso de una mezcla de 5,0-6,5 partes en peso de dimetiléster del ácido glutárico, 1,2-2,5 partes en peso de dimetiléster del ácido succínico y 0,8-2,5 partes en peso de dimetiléster del ácido adipínico, así como eventualmente aprox. 0,5-1 partes en peso de metiléter de dipropilenglicol, y se emulsionan en 100 g de n-hexano durante una mezcla turbulenta.
40

La emulsión se precipita turbulentamente en 350 g de n-hexano. Dependiendo de la energía de cortadura aportada se forman partículas desde pequeñas hasta gruesas, filiformes. En el caso de una cortadura con aprox. 400-500 rpm en un vaso Becher se obtienen partículas que tengan hasta 1 mm de diámetro y hasta un 1 cm de longitud, que se separan a través de un filtro o de un tamiz fino. A continuación se pasan las partículas a una mezcladora donde debido al peso
45 de mezcla se forman partículas aproximadamente esféricas con diámetros de hasta 2 mm.

Las partículas se pueden expandir sin ningún problema para formar partículas de espuma con diámetro de hasta aproximadamente 1 cm, empleando vapor de agua como portador de calor o en la estufa de aire caliente.

Ejemplo 4

50 10 g de EPS (densidad 0,02 kg/l) se disuelven en 115 g de una mezcla de acetona/ciclohexano (65/35% peso/peso) y se emulsionan en 100 g de n-hexano durante una mezcla turbulenta.

55 La emulsión se incorpora turbulentamente en 500 g de agua en ebullición o aceite en ebullición, aproximadamente a 100°C. Entonces se precipitan las gotitas emulsionadas y se expanden las partículas formadas. Los reciclados de PS reexpandidos flotan y se separan.

60 El tamaño de las partículas obtenidas se puede ajustar, variando adecuadamente la energía de cortadura aportada (turbulencia y mezcla), la viscosidad (contenido de polímero de la solución/emulsión), la temperatura del agua/aceite y/o la velocidad del producto añadido. Se pueden obtener eventualmente bolitas de PS expandidas individuales o partículas agregadas que se pueden utilizar como material de embalaje (loose-fill).

65

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la preparación de poliestireno reespumable mediante el aprovechamiento del material de residuos de poliestireno espumado, **caracterizado** por los pasos siguientes:
- 10 (a) Disolver los residuos de poliestireno espumado en un disolvente, elegido entre los éteres di-hipoalquilen-glicol-di-hipoalquílico, con grupo alquilo (eno), igual a alquil(eno) C₁-C₁₂ de cadena lineal o ramificada, di-hipoalquil-ésteres de ácido mono- o dicarbónico con una longitud de cadena de ácido carbónico lineal o ramificada de C₁ a C₁₂, donde la expresión “hipoalquilo” tiene el mismo significado que el antes descrito para los glicoléteres, THF, cetonas, mezclas de los disolventes antes citados y mezclas de estos disolventes con etilencarbonato, propilencarbonato, ciclohexano y/o éster metílico de aceite de colza, y
- 15 (b) Precipitación del poliestireno disuelto sirviéndose de un precipitante cuya polaridad sea menor que la del disolvente empleado, y que al mismo tiempo sea un propelente para poliestireno espumado.
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque el precipitante se añade a la solución de poliestireno.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque la solución de poliestireno se vierte en el precipitante.
4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque la precipitación de poliestireno va precedida de un paso de depuración.
- 25 5. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el paso de depuración es o comprende una extracción selectiva.
6. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque a la solución de poliestireno se le añade un disolvente menos polar, que con esta solución no forme ninguna fase homogénea, haciéndolo en una cantidad que no sea suficiente para provocar eventualmente la precipitación del poliestireno, mezclándose a continuación la emulsión formada con el precipitante citado.
- 30 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado** porque el disolvente menos polar y el precipitante son idénticos.
- 35 8. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque a continuación de la precipitación del poliestireno éste se seca parcialmente, de tal manera que el propelente incorporado en el poliestireno no resulte eliminado o sólo lo sea parcialmente.
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el poliestireno precipitado a continuación se vuelve a espumar, mediante la puesta en contacto con un portador de calor.
- 45 10. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado** porque a la solución de poliestireno se le añade un precipitante y propelente para poliestireno, que con esta solución no forme fase homogénea, haciéndolo en una cantidad tal que no sea suficiente para provocar la precipitación, donde a continuación la emulsión así formada se pone en contacto con un portador de calor, con lo cual se produce la precipitación del poliestireno y simultáneamente su expansión.
- 50 11. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado** porque el disolvente se ha elegido entre los ésteres metílico o etílico del ácido monocarbónico C₁-C₄, mezclas de estos ésteres, ésteres metílicos o etílicos del ácido dicarbónico C₄-C₆, mezclas de estos ésteres, dipropilenglicolmetiléter, THF, acetato de etilo y acetona así como mezclas de los compuestos antes citados.
- 55 12. Procedimiento según la reivindicación 11, **caracterizado** porque el disolvente contiene además ciclohexano en una proporción inferior al 50% en volumen.
- 60 13. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, en particular según la reivindicación 11 ó 12, **caracterizado** porque el precipitante es un alcano.
- 65 14. Procedimiento según la reivindicación 13, **caracterizado** porque el precipitante es pentano, hexano o una mezcla de ambos.

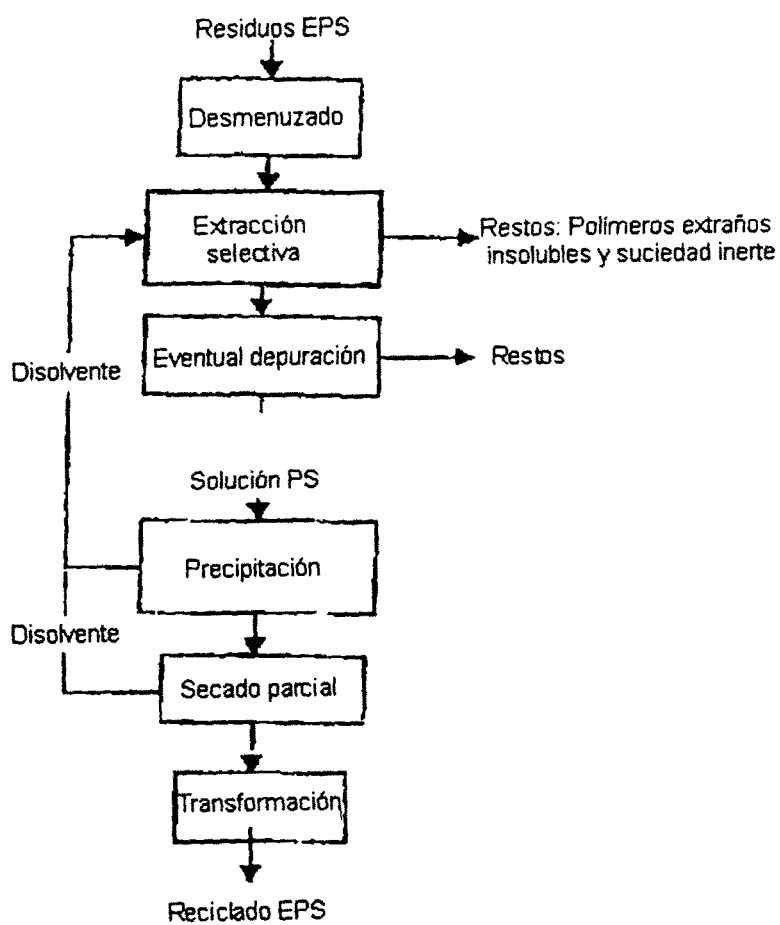


Figura 1: Diagrama de desarrollo del proceso

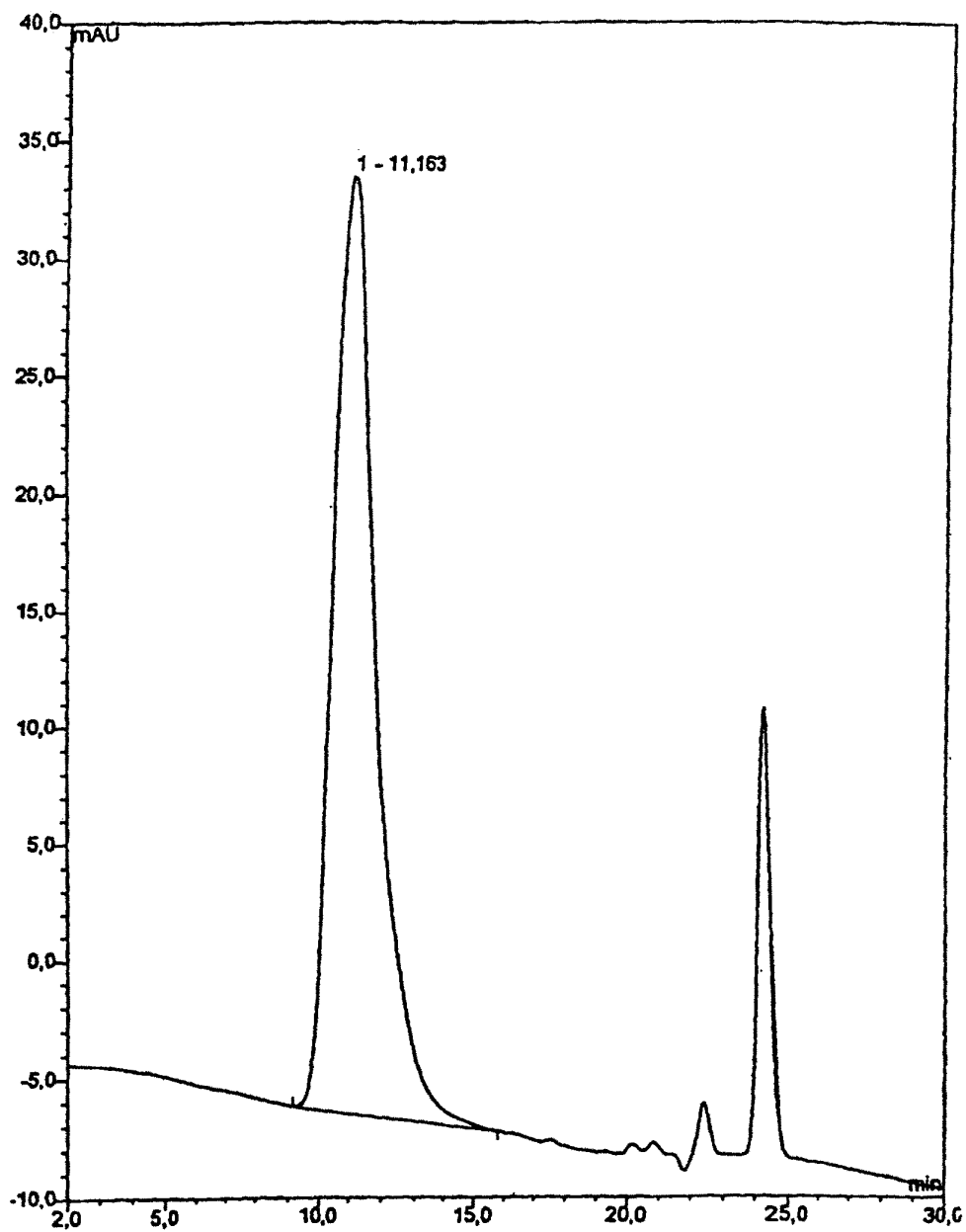


Figura 2: Cromatografía de permeación por gel de una pieza moldeada comercial de EPS (longitud de onda: 260 nm, Solvente: THF)

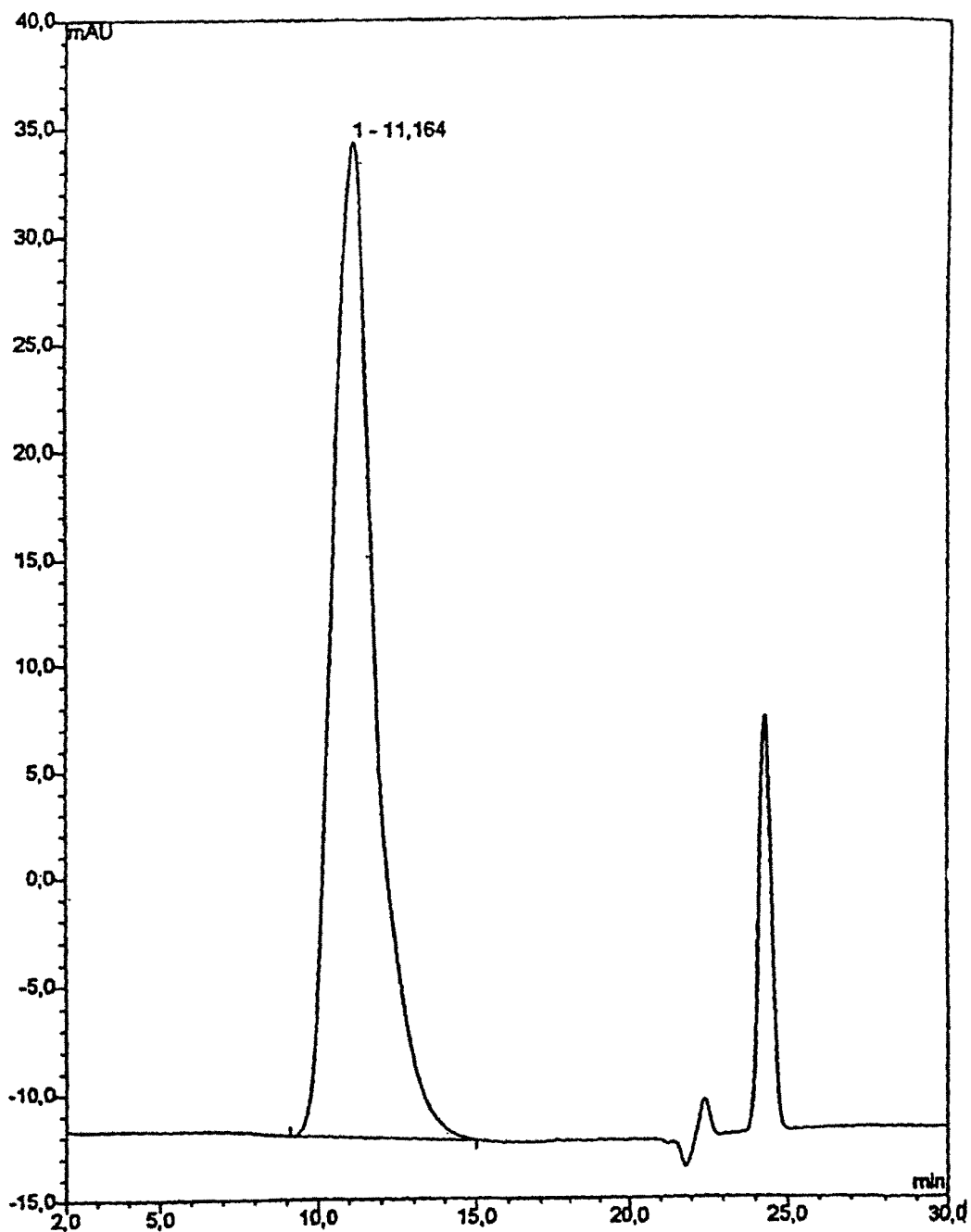


Figura 3: Cromatografía de permeación por gel de un reciclado de poliestireno preparado conforme a la invención (longitud de onda: 260 nm, Solvente: THF)