(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 370 718**

(51) Int. Cl.:
C08G 18/09 (2006.01)
C08G 18/22 (2006.01)
C08G 18/48 (2006.01)
C08G 18/79 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **04734526 .9**
(96) Fecha de presentación: **24.05.2004**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1631606**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **08.03.2006**

(54) Título: **PROCEDIMIENTO PARA PREPARAR UN MATERIAL DE POLIISOCIANURATO-POLIURETANO.**

(30) Prioridad:
12.06.2003 EP 03013241

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
22.12.2011

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
22.12.2011

(73) Titular/es:
HUNTSMAN INTERNATIONAL LLC
500 HUNTSMAN WAY
SALT LAKE CITY, UTAH 84108, US

(72) Inventor/es:
BLEYS, Gerhard Jozef;
LEENSLAG, Jan Willem y
VERBEKE, Hans Godelieve Guido

(74) Agente: **Zuazo Araluze, Alexander**

ES 2 370 718 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

Procedimiento para preparar un material de poliisocianurato-poliuretano.

Campo de la invención

La presente invención se refiere a un procedimiento para preparar un material de poliisocianurato-poliuretano. Más específicamente la presente invención se refiere a un procedimiento para preparar un material de poliisocianurato-poliuretano usando un poliéter poliol que tiene un alto contenido en oxietileno y un poliisocianato que tiene un alto contenido en diisocianato de difenilmetano (MDI).

Se ha dado a conocer la preparación de materiales de poliuretano que tienen un bajo y un alto contenido en bloques duros a partir de polioles que tienen un alto contenido en oxietileno, poliisocianatos que comprenden al menos el 85% en peso de 4,4'-MDI o una variante del mismo y agua, en los documentos WO 02/06370 y WO 98/00450. Los materiales producidos son elastómeros de poliuretano. Además se ha dado a conocer en el documento EP 608626 cómo producir espumas de poliuretano con memoria de forma haciendo reaccionar un poliisocianato que comprende una alta cantidad de 4,4'-MDI y un poliol con un alto contenido en oxietileno con agua. El documento WO 02/10249 da a conocer un procedimiento para preparar un material de poliuretano que tiene un alto contenido en bloques duros haciendo reaccionar un MDI, un poliol que tiene un alto contenido en oxietileno y un agente de reticulación / de extensión de cadena. Estas citas no dan a conocer un procedimiento para preparar un material de poliisocianurato-poliuretano haciendo reaccionar un poliisocianato y un poliol a un alto índice de NCO y en presencia de un catalizador de trimerización.

Se han descrito ampliamente como tales, procedimientos para preparar materiales de poliisocianurato-poliuretano, haciendo reaccionar poliisocianatos y polioles a un alto índice en presencia de un catalizador de trimerización. Véanse por ejemplo los documentos EP 922063 y WO 00/29459, WO 02/00752, EP 1173495, EP 745627, EP 587317, US 4247656, US 4129697, DE 10145458, US 4661533, US 4424288 y GB 1433642.

Sorprendentemente se ha descubierto una clase novedosa de materiales de poliisocianurato-poliuretano preparados a partir de determinados poliisocianatos basados en MDI y determinados polioles que tienen un alto contenido en oxietileno. La invención permite la producción de materiales que tienen un alto módulo, una alta resistencia al impacto, la temperatura e inflamabilidad, un corto tiempo de desmoldeo y una alta resistencia en verde. En particular pueden producirse los materiales de manera ventajosa según el procedimiento de moldeo por inyección-reacción (RIM, *reaction injection moulding*). Además, el procedimiento es adecuado para preparar materiales reforzados usando cargas como partículas orgánicas y partículas minerales como partículas de nanoarcilla, $BaSO_4$ y $CaCO_3$ y/o fibras como fibras de vidrio, fibras naturales como fibras de sisal, lino y cáñamo, fibras sintéticas como poliamidas (Kevlar™) y polietileno (Spectra™). Tales materiales presentan una buena estabilidad térmica. Todavía adicionalmente los componentes usados para preparar los materiales son fácilmente procesables y presentan características de curado excelentes que permiten cortos tiempos de desmoldeo. Todavía adicionalmente los materiales obtenidos muestran menores niveles de grupos NCO residuales en análisis de infrarrojo en comparación con materiales preparados a partir de grandes cantidades de polioles que tienen un alto nivel de grupos oxipropileno al mismo índice de NCO. Los materiales según la presente invención muestran un mayor impacto y son menos frágiles.

Por tanto, la presente invención se refiere a un procedimiento para preparar un material de poliisocianurato-poliuretano sólido, comprendiendo el procedimiento hacer reaccionar un poliisocianato y una composición reactiva con isocianato en el que la reacción se lleva a cabo a un índice de isocianato de 150 a 1500, el poliisocianato consiste en a) el 80-100% en peso de diisocianato de difenilmetano que comprende al menos el 40%, preferiblemente al menos el 60% y lo más preferiblemente al menos el 85% en peso de 4,4'-diisocianato de difenilmetano y/o una variante de dicho diisocianato de difenilmetano, siendo la variante líquida a 25ºC y teniendo un índice de NCO de al menos el 20% en peso (poliisocianato a), y b) el 20-0% en peso de otro poliisocianato (poliisocianato b), y en el que la composición reactiva con isocianato consiste en a) el 80-100% en peso de un poliéter poliol que tiene una funcionalidad nominal promedio de 2-6, un peso equivalente promedio de 150-1000, un peso molecular promedio de 600-5000, un contenido en oxietileno (OE) del 75-100% en peso, y b) un 20-0% en peso de uno o más de otros compuestos reactivos con isocianato excluyendo el agua, calculándose la cantidad de poliol a) y compuesto b) con respecto a la cantidad total de este poliol a) y compuesto b).

En el contexto de la presente invención los siguientes términos tienen el siguiente significado:

1. índice de isocianato o índice de NCO o índice :

   la razón de grupos NCO con respecto a átomos de hidrógeno reactivos con isocianato presentes en una formulación, dada como un porcentaje:

   $$\frac{[NCO]\ x100}{} \quad (\%).$$

[hidrógeno activo]

En otras palabras, el índice de NCO expresa el porcentaje de isocianato usado realmente en una formulación con respecto a la cantidad de isocianato teóricamente requerida para reaccionar con la cantidad de hidrógeno reactivo con isocianato usado en una formulación.

Debe observarse que el índice de isocianato tal como se usa en el presente documento se considera desde el punto de vista del procedimiento de polimerización real que prepara el material que implica el componente de isocianato y los componentes reactivos con isocianato. No se tienen en cuenta ningún grupo isocianato consumido en una etapa preliminar para producir poliisocianatos modificados (incluyendo tales derivados de isocianato denominados en la técnica como prepolímeros) ni ningún hidrógeno activo consumido en una etapa preliminar (por ejemplo, que se hacen reaccionar con isocianato para producir poliaminas o polioles modificados) en el cálculo del índice de isocianato. Sólo se tienen en cuenta los grupos isocianato libres y los hidrógenos reactivos con isocianato libres presentes en la fase de polimerización real.

2. La expresión “átomos de hidrógeno reactivos con isocianato” tal como se usa en el presente documento con el fin de calcular el índice de isocianato se refiere al total de átomos de hidrógeno activos en los grupos de amina e hidroxilo presentes en las composiciones reactivas; esto significa que con el fin de calcular el índice de isocianato en el procedimiento de polimerización real, se considera que un grupo hidroxilo comprende un hidrógeno reactivo, y se considera que un grupo de amina primaria comprende un hidrógeno reactivo.

3. Sistema de reacción: una combinación de componentes en la que los poliisocianatos se mantienen en uno o más recipientes separados de los componentes reactivos con isocianato.

4. La expresión “material de poliisocianurato-poliuretano” tal como se usa en el presente documento se refiere a productos no celulares como los que se obtienen haciendo reaccionar los poliisocianatos y las composiciones reactivas con isocianato mencionados en presencia de un catalizador de trimerización a un alto índice.

5. La expresión “funcionalidad de hidroxilo nominal promedio” se usa en el presente documento para indicar la funcionalidad promedio en número (número de grupos hidroxilo por molécula) del poliol o la composición de poliol con la suposición de que ésta es la funcionalidad promedio en número (número de átomos de hidrógeno activos por molécula) del (de los) iniciador(es) usado(s) en su preparación aunque en la práctica será a menudo algo menos debido a cierta insaturación terminal.

6. La palabra “promedio” se refiere al promedio en número a menos que se indique lo contrario.

Preferiblemente el poliisocianato a) se selecciona de 1) un diisocianato de difenilmetano que comprende al menos el 40%, preferiblemente al menos el 60% y lo más preferiblemente al menos el 85% en peso de 4,4’-diisocianato de difenilmetano y las siguientes variantes preferidas de tal diisocianato de difenilmetano; 2) una variante modificada con carbodiimida y/o uretonimina del poliisocianato 1), teniendo la variante un índice de NCO del 20% en peso o más; 3) una variante modificada con uretano del poliisocianato 1), teniendo la variante un índice de NCO del 20% en peso o más y siendo el producto de reacción de un exceso de poliisocianato 1) y de un poliol que tiene una funcionalidad de hidroxilo nominal promedio de 2-4 y un peso molecular promedio de cómo máximo 1000; 4) un prepolímero que tiene un índice de NCO del 20% en peso o más y que es el producto de reacción de un exceso de cualquiera de los poliisocianatos 1-3) mencionados anteriormente y de un poliol que tiene una funcionalidad nominal promedio de 2-6, un peso molecular promedio de 2000-12000 y preferiblemente un índice de hidroxilo de 15 a 60 mg de KOH/g, y 5) mezclas de cualquiera de los poliisocianatos mencionados anteriormente. Se prefieren los poliisocianatos 1) y 2) y las mezclas de los mismos como poliisocianato a).

El poliisocianato 1) comprende al menos el 40% en peso de 4,4’-MDI. Tales poliisocianatos se conocen en la técnica e incluyen 4,4’-MDI puro y mezclas isoméricas de 4,4’-MDI y hasta el 60% en peso de 2,4’-MDI y 2,2’-MDI.

Debe observarse que la cantidad de 2,2’-MDI en las mezclas isoméricas es bastante a nivel de impurezas y en general no superará el 2% en peso, siendo el resto 4,4’-MDI y 2,4’-MDI. Los poliisocianatos como éstos se conocen en la técnica y están disponibles comercialmente; por ejemplo Suprasec™ MPR de Huntsman Polyurethanes, que es una empresa de Huntsman International LLC (que es el propietario de la marca comercial Suprasec). Las variantes modificadas con carbodiimida y/o uretonimina del poliisocianato 1) anterior también se conocen en la técnica y están disponibles comercialmente; por ejemplo Suprasec 2020, de Huntsman Polyurethanes.

Las variantes modificadas con uretano del poliisocianato 1) anterior también se conocen en la técnica, véase por ejemplo The ICI Polyurethanes Book de G. Woods 1990, 2ª edición, páginas 32-35. Los prepolímeros de

poliisocianato 1) mencionados anteriormente que tienen un índice de NCO del 20% en peso o más también se conocen en la técnica. Preferiblemente el poliol usado para preparar estos prepolímeros se selecciona de poliéster polioles y poliéter polioles y especialmente de polioxietileno-polioxipropileno polioles que tienen una funcionalidad nominal promedio de 2-4, un peso molecular promedio de 2500-8000, y preferiblemente un índice de hidroxilo de 15-60 mg de KOH/g y preferiblemente o bien un contenido en oxietileno del 5-25% en peso, estando preferiblemente el oxietileno en el extremo de las cadenas poliméricas, o bien un contenido en oxietileno del 50-90% en peso, estando dostribuido preferiblemente el oxietileno aleatoriamente en las cadenas poliméricas. Pueden usarse también mezclas de los poliisocianatos mencionados anteriormente, véase por ejemplo The ICI Polyurethanes Book de G. Woods 1990, 2ª edición páginas 32-35. Un ejemplo de un poliisocianato disponible comercialmente de este tipo es Suprasec 2021 de Huntsman Polyurethanes. El otro poliisocianato b) puede elegirse de poliisocianatos alifáticos, cicloalifáticos, aralifáticos y, preferiblemente, aromáticos, tales como diisocianato de tolueno en forma de sus isómeros 2,4 y 2,6 y mezclas de los mismos y mezclas de diisocianatos de difenilmetano (MDI) y oligómeros de los mismos que tienen una funcionalidad de isocianato superior a 2 conocido en la técnica como MDI polimérico o “crudo” (poliisocianatos de polimetileno-polifenileno). Pueden usarse también mezclas de diisocianato de tolueno y poliisocianatos de polimetileno-polifenileno.

Cuando se usan poliisocianatos que tienen una funcionalidad de NCO superior a 2, la cantidad de un poliisocianato de este tipo usado es tal que la funcionalidad de NCO promedio del poliisocianato total usado en la presente invención es preferiblemente de 2,0-2. 2.

El poliéter poliol a) que tiene un alto contenido en OE se selecciona de aquéllos que tienen un contenido en OE del 75-100% en peso calculado con respecto al peso del poliéter poliol. Estos poliéter polioles pueden contener otros grupos oxialquileno como grupos oxipropileno y/o oxibutileno. Estos polioles tienen una funcionalidad nominal promedio de 2-6 y más preferiblemente de 2-4, un peso equivalente promedio de 150-1000 y un peso molecular de 600-5000, preferiblemente de 600-3000. Si el poliol contiene grupos oxietileno y otro grupo oxialquileno como oxipropileno, el poliol puede ser del tipo de una distribución al azar, una distribución de copolímero de bloque o una combinación de las mismas. Pueden usarse mezclas de polioles. Se conocen los métodos para preparar tales polioles y tales polioles están disponibles comercialmente; ejemplos son Caradol™ 3602 de Shell, Lupranol™ 9205 de BASF, Daltocel F526 de Huntsman Polyurethanes (Daltocel es una marca comercial de Huntsman International LLC) y G2005 de Uniqema. Éstos se usan preferiblemente en una cantidad del 90-100% en peso.

Los otros compuestos reactivos con isocianato b), que pueden usarse en una cantidad del 0-20% en peso y preferiblemente del 0-10% en peso, pueden seleccionarse de agentes de extensión de cadena, agentes de reticulación, poliéter poliaminas, poliéster polioles y poliéter polioles (diferentes de los descritos anteriormente) que tienen un peso molecular superior a 500 y en particular de otros poliéter polioles de este tipo, que pueden seleccionarse de polioxipropileno polioles, polioxietileno-polioxipropileno polioles que tienen un contenido en oxietileno inferior al 75% en peso y polioxietileno-polioxipropileno polioles que tienen un contenido en hidroxilo primario inferior al 70%. Los polioxietileno-polioxipropileno polioles preferidos son aquéllos que tienen un contenido en oxietileno del 5-30% y preferiblemente del 10-25% en peso, en los que todos los grupos oxietileno están en el extremo de las cadenas poliméricas (denominados polioles terminados en OE) y aquéllos que tienen un contenido en oxietileno del 60-90% en peso y que tienen todos los grupos oxietileno y grupos oxipropileno distribuidos al azar y un contenido en hidroxilo primario del 20-60%, calculado con respecto al número de grupos hidroxilo primarios y secundarios en el poliol. Preferiblemente, estos otros poliéter polioles tienen una funcionalidad nominal promedio de 2-6, más preferiblemente 2-4 y un peso molecular promedio de 2000-10000, más preferiblemente de 2500-8000.

Los agentes de extensión de cadena reactivos con isocianato, que tienen una funcionalidad de 2, pueden seleccionarse de aminas, amino-alcoholes y polioles; preferiblemente se usan polioles. Además los agentes de extensión de cadena pueden ser aromáticos, cicloalifáticos, aralifáticos y alifáticos; preferiblemente se usan los alifáticos. Los agentes de extensión de cadena tienen un peso molecular de 500 o menos. Más preferidos son los dioles alifáticos que tienen un peso molecular de 62-500, tales como etilenglicol, 1,3-propanodiol, 2-metil-1,3-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,5-pentanodiol, 1,6-hexanodiol, 1,2-propanodiol, 1,3-butanodiol, 2,3-butanodiol, 1,3-pentanodiol, 1,2-hexanodiol, 3-metilpentano-1,5-diol, 2,2-dimetil-1,3-propanodiol, dietilenglicol, dipropilenglicol y tripropilenglicol, y dioles aromáticos y productos propoxilados y/o etoxilados de los mismos. Los agentes de reticulación son compuestos reactivos con isocianato que tienen un peso molecular promedio de 500 o menos y una funcionalidad de 3-8. Ejemplos de tales agentes de reticulación son glicerol, trimetilolpropano, pentaeritritol, sacarosa, sorbitol, mono-, di- y tri-etanolamina, etilendiamina, toluendiamina, dietiltoluendiamina, polioxietileno polioles que tienen una funcionalidad nominal promedio de 3-8 y un peso molecular promedio de 500 o menos como glicerol etoxilado, trimetilolpropano, pentaeritritol, sacarosa y sorbitol que tienen dicho peso molecular, y poliéter diaminas y triaminas que tienen un peso molecular promedio de 500 o menos; los agentes de reticulación más preferidos son los agentes de reticulación de poliol.

Todavía adicionalmente los compuestos reactivos con isocianato pueden seleccionarse de poliésteres, poliesteramidas, politioéteres, policarbonatos, poliacetales, poliolefinas o polisiloxanos. Los poliéster polioles que pueden usarse incluyen productos de reacción terminados en hidroxilo de alcoholes dihidroxilados tales como etilenglicol, propilenglicol, dietilenglicol, 1,4-butanodiol, neopentilglicol, 1,6-hexanodiol o ciclohexanodimetanol o

mezclas de tales alcoholes dihidroxilados, y ácidos dicarboxílicos o sus derivados formadores de ésteres, por ejemplo ácidos succínico, glutárico y adípico o sus ésteres dimetílicos, ácido sebácico, anhídrido ftálico, anhídrido tetracloroftálico o tereftalato de dimetilo o mezclas de los mismos. Los politioéter polioles que pueden usarse incluyen productos obtenidos mediante la condensación de tiodiglicol o bien solo o bien con otros glicoles, óxidos de alquileno, ácidos dicarboxílicos, formaldehído, amino-alcoholes o ácidos aminocarboxílicos. Los policarbonato polioles que pueden usarse incluyen los productos obtenidos haciendo reaccionar dioles tales como 1,3-propanodiol, 1,4-butanodiol, 1,6-hexanodiol, dietilenglicol o tetraetilenglicol con carbonatos de diarilo, por ejemplo carbonato de difenilo, o con fosgeno. Los poliacetal polioles que pueden usarse incluyen aquéllos preparados haciendo reaccionar glicoles tales como dietilenglicol, trietilenglicol o hexanodiol con formaldehído. También pueden prepararse poliacetales adecuados polimerizando acetales cíclicos. Los poliolefina polioles adecuados incluyen homo- y copolímeros de butadieno terminados en hidroxilo y los polisiloxano polioles adecuados incluyen polidimetilsiloxano dioles.

Pueden usarse también mezclas de los otros compuestos reactivos con isocianato mencionados anteriormente. Preferiblemente los otros compuestos reactivos con isocianato son polioles seleccionados de los preferidos anteriormente.

Los polioles pueden comprender dispersiones o disoluciones de polímeros de condensación o de adición en polioles de los tipos descritos anteriormente. Tales polioles modificados, a menudo mencionados “polioles poliméricos” se han descrito completamente en la técnica anterior e incluyen los productos obtenidos mediante la polimerización *in situ* de uno o más monómeros de vinilo, por ejemplo estireno y/o acrilonitrilo, en los poliéter polioles anteriores, o mediante la reacción *in* situ entre un poliisocianato y un compuesto amino y/o hidroxifuncional, tal como trietanolamina, en el poliol anterior. Los polioxialquileno polioles que contienen desde el 1 hasta el 50% del polímero dispersado son particularmente útiles. Se prefieren los tamaños de partícula del polímero dispersado inferiores a las 50 micras.

Todavía adicionalmente, pueden usarse los siguientes componentes opcionales: catalizadores que potencian la formación de enlaces uretano como catalizadores de estaño como octoato de estaño y dilaurato de dibutilestaño, catalizadores de amina terciaria como trietilendiamina e imidazoles como dimetilimidazol y otros catalizadores como ésteres de maleato y ésteres de acetato; tensioactivos; sustancias ignífugas; supresores de humos; estabilizadores UV; colorantes; inhibidores microbianos; cargas orgánicas e inorgánicas, modificadores de impacto, plastificantes y agentes de desmoldeo interno. Pueden usarse agentes de desmolde externo adicionales en el procedimiento según la presente invención.

Puede usarse cualquier compuesto que catalice la reacción de trimerización del isocianato (formación de isocianurato) como catalizador de trimerización en el procedimiento según la presente invención, tal como aminas terciarias, triazinas y lo más preferiblemente catalizadores de trimerización de sal metálica.

Ejemplos de catalizadores de trimerización de sal metálica adecuados son sales de metales alcalinos de ácidos carboxílicos orgánicos. Los metales alcalinos preferidos son potasio y sodio, y los ácidos carboxílicos preferidos son ácido acético y ácido 2-etilhexanóico. Los catalizadores de trimerización de sal metálica más preferidos son acetato de potasio (disponible comercialmente como Polycat 46 de Air Products y catalizador LB de Huntsman Polyurethanes) y 2-etilhexanoato de potasio (disponible comercialmente como Dabco K15 de Air Products). Pueden usarse dos o más catalizadores de trimerización de sal metálica diferentes en el procedimiento de la presente invención.

El catalizador de trimerización de sal de metal se usa generalmente en una cantidad de hasta el 5% en peso basado en la composición reactiva con isocianato, preferiblemente del 0,1 al 3% en peso. Puede suceder que el poliol usado en el procedimiento según la presente invención todavía contenga sal metálica procedente de su preparación que luego puede usarse como el catalizador de trimerización o como parte del catalizador de trimerización.

La reacción para preparar el material se lleva a cabo a un índice de NCO de 150-1500. Los materiales se preparan preferiblemente en un molde. El procedimiento puede llevarse a cabo en cualquier tipo de molde conocido en la técnica. Ejemplos de tales moldes son los moldes usados comercialmente para preparar piezas de calzado como zapatillas de fútbol y botas para esquí y patinaje, piezas de automóviles, como reposabrazos, paneles de las puertas y bandejas traseras. Preferiblemente la reacción se lleva a cabo en un molde cerrado. Los componentes usados para preparar el material se alimentan al molde a una temperatura de desde la temperatura ambiente hasta 80ºC, se mantiene el molde a una temperatura de desde la temperatura ambiente hasta 150ºC durante el procedimiento. El tiempo de desmoldeo es relativamente corto a pesar del hecho de que preferiblemente no se usan compuestos reactivos con isocianato, que contienen grupo de amina reactivos; dependiendo de la cantidad de catalizador, los tiempos de desmoldeo pueden ser inferiores a 10 minutos, preferiblemente inferiores a 5 minutos, más preferiblemente inferiores a 3 minutos y lo más preferiblemente inferiores a 1 minuto. El procedimiento de moldeo puede realizarse según el procedimiento de moldeo por inyección-reacción (RIM) y el procedimiento de moldeo por colada. El procedimiento también puede realizarse según el procedimiento RRIM (RIM reforzado) y SRIM (RIM estructural).

En general, los componentes reactivos con isocianato y los catalizadores pueden premezclarse, opcionalmente junto con los componentes opcionales, antes de ponerse en contacto con el poliisocianato.

Los materiales según la invención son particularmente adecuados para su uso en aplicaciones en las que se desean materiales de alta rigidez, que no sean frágiles y de alta resistencia al impacto, como suelas de zapatillas de fútbol y botas para esquí, y piezas de automóviles como reposabrazos, paneles de las puertas, bandejas traseras y parasoles.

La presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos.

Ejemplos 1-4

Se dispensaron Suprasec 2020* y Daltocel F526** en un molde (máquina dispensadora de Krauss Maffei, máquina de pistón de alta presión Comet 2020, la producción fue de 300 g/s). El molde era un molde de acero que tenía las dimensiones de 30x60x0,3 cm y montado en una prensa de Battenfeld.

La temperatura de los productos químicos y del molde era de 35 y 85ºC, respectivamente. Antes de usarse, se trató el molde con el agente de desmoldeo Acmos 35-5015. El tiempo de desmoldeo fue de 60 segundos. La cantidades (en partes por peso) usadas y las propiedades físicas de las partes de poliisocianurato-poliuretano se facilitan en la tabla a continuación.

EJEMPLO	**1**	**2**	**3**	**4**
Suprasec 2020	65	50	60	70
Daltocel F526****	35	50	40	30
agua	0,2***	-	-	-
Densidad global, kg/m^3, norma DIN 53420	656	1211	1204	1165
Dureza Shore D, norma DIN 53505	56	72	80	83
Módulo de flexión, GPa, norma DIN EN 63	0,75	0,84	1,80	2,35
Tensión a carga máxima, MPa, norma DIN 53455	27	33	70	94
Resistencia al impacto Izod, kJ/m^2, norma ISO 180	10	71	34	14

* Un 4,4'-MDI modificado con uretonimina/carbodiimida que tiene un contenido en NCO del 29,3% en peso y un contenido en uretonimina/carbodiimida de aproximadamente el 27% en peso que puede obtenerse de Huntsman Polyurethanes. Suprasec es una marca comercial de Huntsman International LLC.

** un polioxietileno poliol iniciado con glicerol que tiene un índice de OH de 140 mg de KOH/g que puede obtenerse de Huntsman Polyurethanes. Daltocel es una marca comercial de Huntsman International LLC.

*** mezclado en Daltocel F526.

**** Daltocel F526 contiene suficiente catalizador de sal de K/Na procedente de su producción; no se necesitó catalizador adicional.

El ejemplo 1 no es un ejemplo según la invención.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para preparar un material de poliisocianurato-poliuretano sólido, comprendiendo el procedimiento hacer reaccionar un poliisocianato y una composición reactiva con isocianato, en el que la reacción se lleva a un índice de isocianato de 150 a 1500 y en presencia de un catalizador de trimerización, en el que el poliisocianato consiste en a) el 80-100% en peso de diisocianato de difenilmetano que comprende al menos el 40% en peso de 4,4'-diisocianato de difenilmetano y/o una variante de dicho diisocianato de difenilmetano, siendo la variante líquida a 25ºC y teniendo un índice de NCO de al menos el 20% en peso (poliisocianato a), y b) el 20-0% en peso de otro poliisocianato (poliisocianato b), y en el que la composición reactiva con isocianato consiste en a) el 80-100% en peso de un poliéter poliol que tiene una funcionalidad nominal promedio de 2-6, un peso equivalente promedio de 150-1000, un peso molecular promedio de 600-5000, un contenido en oxietileno (OE) del 75-100% en peso, y b) el 20-0% en peso de uno o más de otros compuestos reactivos con isocianato excluyendo el agua, calculándose la cantidad de poliol a) y compuesto b) con respecto a la cantidad total de este poliol a) y compuesto b).

2. Material preparado según el procedimiento de la reivindicación 1.