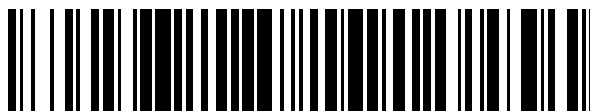


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 141**

51 Int. Cl.:  
**C07C 319/20** (2006.01)  
**C07C 323/52** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05758847 .7**  
96 Fecha de presentación: **12.07.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **1781603**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.05.2007**

54 Título: **Preparación de ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico**

30 Prioridad:  
**26.08.2004 DE 102004041250**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**09.10.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**09.10.2012**

73 Titular/es:  
**Evonik Degussa GmbH**  
**Rellinghauser Strasse 1-11**  
**45128 Essen, DE**

72 Inventor/es:  
**MÖLLER, Alexander;**  
**HASSEBERG, Hans-Albrecht;**  
**HEINZEL, Harald y**  
**HÄFNER, Volker**

74 Agente/Representante:  
**Lehmann Novo, Isabel**

ES 2 388 141 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

Preparación de ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico

- 5 La presente invención se refiere a un proceso para la preparación de ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico, el cual describe el empleo de materiales especiales para las distintas etapas del procedimiento.

Estado conocido de la técnica

- 10 Aditivos para alimentos para animales mejoradores de la nutrición son hoy en día un componente indispensable en la alimentación de los animales. Sirven para el mejor aprovechamiento de la oferta alimentaria, estimulan el crecimiento y fomentan la formación de proteínas. Uno de los más importantes de estos aditivos es el aminoácido esencial metionina, la cual, ante todo en la cría de aves de corral, asume una posición destacada como aditivo para alimentos para animales. Sin embargo, también en este sector las denominadas sustancias sustitutivas de metionina tales como la metionina hidroxianálogo (abreviada MHA) tienen una importancia nada desconsiderable, dado que presentan propiedades estimulantes del crecimiento similares a las del aminoácido para ello conocido.

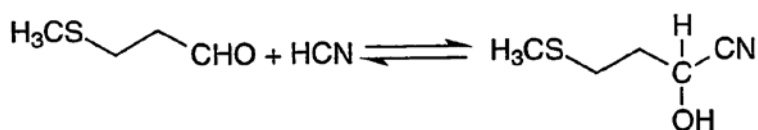
- 15 La forma racémica del ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico es una sustancia sustitutiva de metionina desde hace tiempo conocida, la cual encuentra uso principalmente en la alimentación de animales, en particular en la cría de aves de corral como aditivo para los alimentos para animales. Esta MHA puede utilizarse en lugar de metionina y mejora, al igual que ésta, por ejemplo, el rendimiento en la carne de pechuga en el caso de las aves de corral. Además de ello, en forma de su sal de calcio encuentra también uso farmacéutico en el tratamiento de la insuficiencia renal.

- 20 El MHA se emplea la mayoría de las veces en forma de concentrados acuosos, conteniendo estos, junto al monómero, además una determinada proporción de oligómeros, principalmente los ácidos de ésteres lineales dímeros y trímeros. El contenido en estos oligómeros depende de las condiciones de preparación y de la concentración elegida.

- 25 Es generalmente conocido que el ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico puede prepararse, de forma continua o en tandas, por hidratación y sucesiva hidrólisis de 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo en un medio disuelto en ácido sulfúrico.

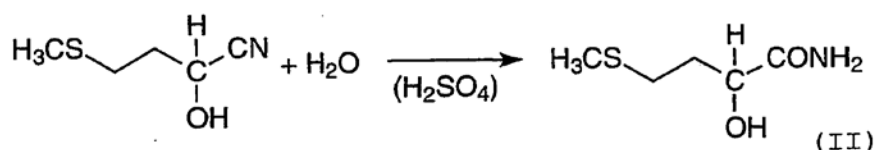
La síntesis se lleva a cabo, por ejemplo, pero no de forma exclusiva, conforme al documento EP-A 0 874 811, como sigue:

- 30 El procedimiento general para la preparación de MHA a partir de 3-metiltiopropionaldehído, denominado también metilmercaptopropionaldehído o MMP, el cual se hace reaccionar con cianuro de hidrógeno para dar 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo, también denominado MMP-cianhidrina o MMP-CH (ecuación I).



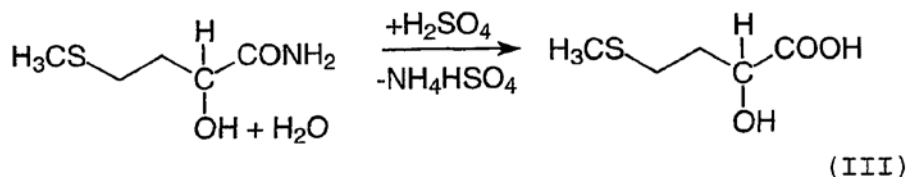
(I)

- 40 La MMP-cianhidrina resultante se hidroliza a continuación, habitualmente con ácidos minerales fuertes tales como ácido sulfúrico o ácido clorhídrico a través de la etapa intermedia de la 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida, también denominada MHA-amida (ecuación II).



(II)

- 45 para formar metionina hidroxianálogo (MHA) (ecuación III).



Esta hidrólisis puede llevarse a cabo tanto en una como también en dos etapas, debiéndose entender por "etapas" el que para la hidrólisis de la MMP-CH se añade una vez o dos veces ácidos minerales y/o agua.

- 5 Así, por ejemplo, la hidrólisis de la MMP-CH se realiza de modo que en una primera etapa se hidroliza la MMP-CH con ácido sulfúrico al 60-85% en peso, preferiblemente con ácido sulfúrico al 65-80% en peso en la relación molar MMP-CH a H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de 1,0: 0,5 a 1:1,0, preferiblemente 1:0,6 a 1:0,95, a temperaturas de 30-90°C, preferiblemente 50-70°C para la preparación de MHA-amida. En este caso, a partir de la MMP-cianhidrina resulta la MHA-amida, en donde la mezcla resultante sigue estando, además, esencialmente exenta de MMP-cianhidrina que no ha reaccionado. La hidrólisis discurre de forma casi cuantitativa. La MHA-amida se hidroliza, en una segunda etapa, bajo la adición de agua y sin adición ulterior de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (por ejemplo, se ajusta una concentración de ácido sulfúrico de < 40%) a temperaturas de hasta 140°C, preferiblemente ≤ 110°C.

- 15 Además de ello, se describen otros procedimientos que, por norma general, se diferencian únicamente por el proceso aguas abajo. Así, en el documento JP-B-7-97970 se describe la extracción de MHA a partir de la mezcla de reacción con metil-isobutil-cetona. El documento EP-A-863 135 describe otro procedimiento con la adición de bisulfato de amonio a la disolución de hidrólisis. Después de la reacción se añade un disolvente orgánico, no miscible con agua, con el resultado de que en la fase orgánica se acumula la MHA. Además, se describe que la fase acuosa puede mezclarse con un disolvente orgánico miscible con agua, con el fin de precipitar el correspondiente sulfato de amonio.

- 25 Otros procedimientos para la obtención de MHA sin el empleo de un disolvente de extracción orgánico se describen, por ejemplo, en los documentos US 4.912.257 o EP-A-1 149 073. En el caso de todos estos procedimientos se presentan diferentes medios de una composición compleja con diferentes valores de pH y correspondiente corrosividad. Esta corrosividad determina que anualmente sean necesarios considerables medios de inversión para el mantenimiento como consecuencia de una errónea elección del material en el caso del proceso arriba mencionado.

- 30 Habitualmente, los aparatos y tuberías a base de componentes esmaltados, requeridos para los procesos de producción en medios corrosivos complejos, los cuales se distinguen de forma reconocida por una elevada estabilidad frente a la corrosión para medios de carácter ácido. Componentes esmaltados poseen el inconveniente de que son muy sensibles frente a sollicitaciones mecánicas tal como se manifiestan, particularmente, durante el montaje o la puesta en funcionamiento de producción diario. Una vez que se ha dañado la superficie esmaltada, ya no se puede detener la corrosión, dado que el material de soporte se compone, por norma general, de acero normal, el cual es menos estable, como es sabido, frente a medios de carácter ácido.

- 40 Otro inconveniente de los componentes esmaltados consiste en que deben pre-fabricarse de manera laboriosa en plantas de producción separadas y, a menudo, no se encuentran a disposición en las dimensiones deseadas. Esto puede conducir, bajo determinadas circunstancias, a paradas prolongadas de las instalaciones y a pérdidas económicas que resultan de ello. En virtud del mal coeficiente de transmisión térmica de los componentes esmaltados, por ejemplo los correspondientes intercambiadores de calor deben fabricarse de un mayor tamaño. Esto repercute asimismo en elevados costes de inversión.

- 45 Otro inconveniente de los componentes esmaltados lo representa, en virtud de las limitadas posibilidades de producción, el elevado número de ello resultante de uniones de pestaña que, en calidad de posibilidades de fuga potenciales, hacen necesarios gastos elevados para medidas de la protección del medio ambiente. Otro inconveniente del material esmalte se ha de considerar que, en virtud de impedimentos técnicos de la producción, los grados de libertad constructivos están fuertemente limitados en la producción de aparatos especiales que respetan las fuentes.

- 50 Ciertamente, por ejemplo para un proceso continuo para la preparación de ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se describe en la solicitud de patente WO 96/40630 que en el caso de los aparatos de reacción, bombas e intercambiadores de calor empleados se han de tener en cuenta los materiales resistentes a la corrosión, pero no se

indica de cuales se trata en este caso.

En la tabla de materiales Dechema (1969-1971) se aconsejan aceros austeníticos para medios disueltos en ácido sulfúrico, pero en las concentraciones y temperaturas requeridas para la reacción, se clasifican como no estables. Las velocidades de erosión indicadas no se pueden tolerar en relación con las sollicitaciones de metales pesados que resultan eventualmente de ello para el producto final MHA que accede a la cadena alimentaria. La estabilidad frente a la corrosión de los materiales se determina, generalmente, p. ej. midiendo las velocidades de erosión en mm p. a. (per annum – por año) como medida de la corrosión realizada (Definición en Römpp's Lexikon der Chemie, 1990, página 2344).

En el presente contexto, como estable frente a la corrosión se han de considerar materiales con velocidades de erosión al menos menores que 0,06 mm p.a. a temperaturas de  $\leq 60^{\circ}\text{C}$  o menores que 0,10 mm p.a a temperaturas de  $\leq 110^{\circ}\text{C}$ .

También, en la tabla de materiales Dechema (1969), en el Capítulo Ácido Sulfúrico, página 17, se describió que mediante la adición por aleación de cobre se puede incrementar considerablemente la estabilidad frente a la corrosión, pero las velocidades de erosión siguen siendo insatisfactoriamente elevadas. Para las aleaciones de NiCrMoCu existe una denominada laguna de estabilidad entre ácido sulfúrico acuoso al 31-82% y temperaturas  $> 20^{\circ}\text{C}$ . Las velocidades de erosión se encuentran, por ejemplo a  $80^{\circ}\text{C}$  y a concentraciones de ácido sulfúrico entre 10 y 78%, en aprox. 0,1 mm por año (p.a).

También, según H. Zitter, Werkstoffe und Korrosion 7 (1957), 758 es conocido que aceros con la composición 18% de Cr, 22% de Ni, 3% de Mo, y 2% de cobre, presentan en el intervalo de concentraciones de 60 a 80% de ácido sulfúrico, a  $60^{\circ}\text{C}$ , velocidades de erosión de hasta 1,8 mm p.a. Además, a partir de la tabla de materiales Dechema se conoce que aleaciones de níquel son resistentes a la corrosión en medios disueltos en ácido sulfúrico. Así, por ejemplo, para Hastelloy F (48% de Ni, 22% de Cr, 15% de Fe, 6,5% de Mo, 2% de NS+Ta) se indica una buena estabilidad en el intervalo de concentraciones de 2-96% a la temperatura ambiente. A temperaturas de  $66^{\circ}\text{C}$  o bien  $80^{\circ}\text{C}$ , para el proceso de MHA no se indican velocidades de erosión aceptables de  $< 8$  mm p.a. Además, se informa que aleaciones de níquel-molibdeno-cromo del tipo (NiMo18Cr17W) resisten a la temperatura ambiente todas las concentraciones de azufre.

A  $70^{\circ}\text{C}$  y concentraciones de ácido sulfúrico de  $< 15\%$ , la erosión se ha de designar todavía como favorable. A concentraciones mayores, las velocidades de erosión ascienden en el pico hasta 0,5-0,75 mm p.a. Así, por ejemplo, de acuerdo con Nickel-Informationsbüro GmbH, Düsseldorf (1961, octubre), página 36, la velocidad de erosión para la aleación Hastelloy C (54% de Ni, 16% de Mo, 16% de Cr, 4% de W, 4-6% de Fe, 0,05-0,07% de C) a  $70^{\circ}\text{C}$  en ácido sulfúrico al 40%, asciende a 0,2 mm p.a. Como único material adecuado para las condiciones de reacción arriba mencionadas con tasas de corrosión aceptables se indica el zirconio, el cual, sin embargo, en muchos casos de aplicación es prohibitivo desde un punto de vista económico. También se mencionaron acero normal con revestimiento de Teflon u otros materiales posibles, pero sin entrar con mayor detalle sobre estos. En el Ejemplo 22 del documento WO 96/40630 se describe el empleo de un tubo de flujo fabricado de acero normal y con un revestimiento de Teflon. Materiales de construcción compuestos de este tipo poseen los mismos inconvenientes que los esmaltes, por ejemplo, pero no de forma exclusiva, referidos a los coeficientes de transmisión térmica y/o grados de libertad en la construcción/producción.

Misión de la invención

Por lo tanto, misión de esta invención es habilitar para las respectivas etapas de procedimiento del proceso arriba descrito materiales de construcción adecuados para máquinas y aparatos.

Descripción de la invención

Para la preparación de ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se encontraron ahora materiales que, por norma general, no poseen los inconvenientes arriba mencionados. Es decir, pueden evitarse uniones de pestaña superfluas gracias a las técnicas de ensamblaje aplicables. Esto reduce en gran medida la propensión a las fugas y coopera en una gran medida en una protección incrementada del medio ambiente. Sollicitaciones mecánicas tales como se manifiestan en la puesta en funcionamiento de producción general y en el montaje, no conducen a ningún deterioro que afecte al comportamiento de corrosión. No existen límites establecidos a la optimización constructiva de aparatos de reacción. Gracias a las bajas resistencias de transmisión térmica se pueden fabricar, por ejemplo, intercambiadores de calor con un tamaño constructivo pequeño y que respetan los recursos.

Esta invención consiste en un procedimiento para la preparación de ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico, en el que el producto de adición 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo, obtenido mediante reacción por transposición de ácido cianhídrico en 3-metiltiopropionaldehído se hace reaccionar con ácido sulfúrico a través del compuesto intermedio 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida, caracterizado porque la reacción de 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo para dar 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida y la subsiguiente reacción para dar ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se lleva a cabo en recipientes de reacción estables frente a la corrosión para los medios de reacción empleados, hechos de acero aleado y/o correspondientes aleaciones de níquel, y los materiales de construcción de los recipientes de reacción presentan una velocidad de erosión de < 0,06 mm p.a., preferiblemente < 0,025 mm p.a, de manera particularmente preferida < 0,015 mm p.a, de manera muy particularmente preferida < 0,01 mm p.a. a temperaturas  $\leq 60^{\circ}\text{C}$  y < 0,1 mm p.a., preferiblemente < 0,6 mm p.a., de manera particularmente preferida < 0,05 mm p.a., de manera muy particularmente preferida < 0,035 mm p.a., a temperaturas  $\leq 110^{\circ}\text{C}$ , medidas conforme a la norma ASTM G4-68, llevándose a cabo la reacción de 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo para formar 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida a temperaturas  $\leq 60^{\circ}\text{C}$ , en reactores, intercambiadores de calor, bombas y tuberías que están hechos de un material elegido del grupo de 2.4602, 2.4605, 2.4856 y 1.4562.

A diferencia de la bibliografía arriba descrita, se encontró, sorprendentemente, que pueden emplearse aleaciones del tipo, por ejemplo, XNiMoCu o NiMoCrW bajo las condiciones del proceso arriba mencionadas. Sorprendentemente, se encontró que aleaciones del tipo  $X_1\text{NiMoCu}$  tal como, p. ej.,  $X_1\text{NiCrMoCu}$  32287 (1.4562) y NiMoCrW tal como, p. ej., NiCr 31Mo14W (2.4602) o NiMo16Cr15W (Hastelloy C-246) presentan velocidades de erosión aceptables bajo las condiciones que reinan en el proceso MHA. No obstante, no son adecuadas aleaciones del tipo  $X_1\text{NiMoCuN}$ , por ejemplo del tipo  $X_1\text{NiMoCuN}$  25205 (1.4539), o bien  $X_1\text{NiCrMoCu}$  31274 (1.4563). Además de ello, sorprendentemente, se ha manifestado adecuado el material del tipo NiCr23Mo16A1 (2.4605) o bien NiCr22Mo9Nb (2.4856).

En particular, para las correspondientes etapas del procedimiento se encontraron los siguientes materiales:

Para la etapa del procedimiento, reacción de 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo para formar 2-hidroxi-4-metiltioburamida se adecuan como materiales de construcción para temperaturas  $\leq 60^{\circ}\text{C}$ , para reactores, intercambiadores de calor, bombas y tuberías, los materiales 2.4602, 2.4605, 2.4856, 1.4562.

La clasificación de las aleaciones se llevó a cabo conforme a la norma DIN EN 10027-2 de 1992.

Para la denominada etapa de hidrólisis de 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida para dar ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico a temperaturas  $\leq 110^{\circ}\text{C}$ , para la construcción de los reactores e intercambiadores de calor se encontró como adecuado únicamente el material 2.4605. Para las tuberías se adecuan los materiales 2.4602 y 2.4605. Como material de construcción para bombas se encontraron adecuados los materiales 2.4819 (Hastelloy C-276) y 2.4605.

La presente invención se explica con mayor detenimiento en lo que sigue con ayuda de ejemplos de realización. Éstos sirven únicamente para la explicación de la invención y de ningún modo han de considerarse limitación en forma y alcance.

#### Ejemplo 1

El recipiente de reacción en el cual se hace reaccionar 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo en presencia de ácido sulfúrico al 65-70% a  $50-60^{\circ}\text{C}$  para dar 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida se cargó con muestras de material del tipo 1.4562 y se emitió un dictamen después de 250 horas. Se determinó una velocidad de erosión de < 0,01 mm p.a.

#### Ejemplo 2

Se procedió conforme al Ejemplo 1, pero se empleó una muestra de material del tipo 2.4605. Se determinó una velocidad de erosión de < 0,01 mm p.a..

#### Ejemplo 3

El recipiente de reacción en el cual se hace reaccionar la 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida mediante adición de agua (concentración de ácido sulfúrico < 40%) a  $110^{\circ}\text{C}$  para dar ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se cargó con muestras de material del tipo 2.4602 y se emitió un dictamen después de 250 horas. Se determinó una velocidad de erosión de 0,031 mm p.a.

Ejemplo 4

Se procedió conforme al Ejemplo 3, pero una muestra de material del tipo 2.4605 se expuso durante 500 horas a las condiciones de reacción. Se determinó una velocidad de erosión de 0,02 mm p.a..

5

Ejemplo 5

Se procedió conforme al Ejemplo 1, pero se empleó una muestra de material del tipo 2.4856. Se determinó una velocidad de erosión de < 0,01 mm p.a..

10

Ejemplo Comparativo A

Se procedió conforme al Ejemplo 4, pero se empleó una muestra de material del tipo Emaile WWG911 (suministrador, razón social Pfaudler, Pfaudler Strasse D-68723 Schwetzingen). Se determinó una velocidad de erosión de 0,021 mm p.a..

15

Ejemplo Comparativo B

Se procedió conforme al Ejemplo Comparativo A. Se empleó una muestra de Emaile 3009 (suministrador, razón social DeDietrich, Niederbronn/Francia). La velocidad de erosión ascendió a 0,033 mm p.a.

20

Ejemplo Comparativo C

Se eligieron las condiciones de reacción como en el Ejemplo 1, pero se empleó un material del tipo 1.4539. La velocidad de erosión ascendió a 0,069 mm p.a.

25

Ejemplo Comparativo D

Se procedió conforme al Ejemplo 1, pero se empleó un material del tipo 1.4563. Se determinó una velocidad de erosión de 0,06 mm p.a.

30

Ejemplo Comparativo E

Se procedió conforme al Ejemplo 3, pero un material del tipo 1.4562 se expuso durante 250 horas a las condiciones de reacción. Se determinó una velocidad de erosión de 0,37 mm p.a.

35

Las investigaciones antes mencionadas se realizaron conforme a la norma ASTM G4-68. En este caso, se emplearon cupones decapados (60 x 20 mm) del material correspondiente en el medio de reacción. El decapado se llevó a cabo a la temperatura ambiente durante 1 a 2 horas. Como disolución de decapado se utilizó HF acuoso al 24% en volumen (40%), HNO<sub>3</sub> acuoso al 8% en volumen (65%) en agua.

40

Después de transcurrido el tiempo de ensayo, las muestras se lavaron sucesivamente con agua y acetona y, a continuación, se secaron con un ventilador de aire caliente hasta la constancia de peso.

45

La pérdida de peso condicionada por la corrosión se determinó luego mediante pesaje y comparación con el peso original del cupón. A partir de la pérdida de peso se calculó la velocidad de erosión en mm p.a.

50

Una recopilación de todos los materiales investigados, cuya composición se indica en la Tabla 1. Los resultados de los Ejemplos 1-5 así como de los Ejemplos Comparativos A-E están recopilados en la Tabla 2

Tabla 1  
Materiales para empleo en el proceso de MHA  
(datos de la composición en %)

Material n°	Nombre abreviado	Fe	Cr	Ni	Mo	Cu	Al	N	W	Nb	Mn	Co
1.4539	X1NiCrMoCuN 25 20 5	resto	19-21	24-25	4-5	1-2	---	0,04-0,05	---	---	---	---
1.4562	X1NiCrMoCu 32 28 7	resto	26-28	30-32	6-7	1-1,4	---	0,15-0,25	---	---	---	---
1.4563	X1NiCrMoCu 31 27 4	resto	26-28	30-32	3-4	0,8-1,5	---	---	---	---	< 2	---
2.4602	NiCr21Mo14W	2-6	20-22,5	resto	12,5-14,5	---	---	---	2,5-3,5	---	---	< 2,5
2.4605	NiCr23Mo16A1	máx. 1,5	22-24	resto	15-16,5	---	0,1-0,4	---	---	---	máx. 0,5	máx. 0,3
2.4819	NiMo16Cr15W (Hastelloy C-276)	4-7	15-16,5	resto	15-17	---	---	---	3-4,5	---	---	< 2,5
2.4856	NiCr22Mo9Nb	4	22	resto	9	---	---	---	---	3,8	---	---

Tabla 2

Ejemplo / Ej. Comparativo	Material	Temperatura, °C	Duración de empleo (h)	Velocidad de erosión, mm p.a.	Aptitud del material
1	1.4562	50-60	250	< 0,01	sí
2	2.4605	50-60	250	< 0,01	sí
3	2.4602	110	250	0,031	sí
4	2.4605	110	500	0,02	sí
5	2.4856	50-60	250	< 0,01	sí
A	Emaille WWG911	110	500	0,021	sí
B	Emaille 3009	110	500	0,033	sí
C	1.4539	50-60	250	0,069	no
D	1.4563	50-60	250	0,06	no
E	1.4562	110	250	0,37	no



## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la preparación de ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico, en el que el producto de adición 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo, obtenido mediante reacción por transposición de ácido cianhídrico en 3-metiltiopropionaldehído se hace reaccionar con ácido sulfúrico a través del compuesto intermedio 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida, caracterizado porque la reacción de 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo para dar 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida y la subsiguiente reacción para dar ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se lleva a cabo en recipientes de reacción estables frente a la corrosión para los medios de reacción empleados, hechos de acero aleado y/o aleaciones de níquel, y los materiales de construcción de los recipientes de reacción presentan velocidades de erosión de  $< 0,06$  mm p.a. a temperaturas  $\leq 60^{\circ}\text{C}$  o de  $< 0,1$  mm p.a. a temperaturas  $\leq 110^{\circ}\text{C}$ , medidas conforme a la norma ASTM G4-68, llevándose a cabo la reacción de 2-hidroxi-4-metiltiobutironitrilo para formar 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida a temperaturas  $\leq 60^{\circ}\text{C}$ , en reactores, intercambiadores de calor, bombas y tuberías que están hechos de un material elegido del grupo de 2.4602, 2.4605, 2.4856 y 1.4562.
- 10 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los reactores, intercambiadores de calor, bombas y tuberías están hechos del material 2.4602.
- 15 3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los reactores, intercambiadores de calor, bombas y tuberías están hechos del material 2.4605.
- 20 4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los reactores, intercambiadores de calor, bombas y tuberías están hechos del material 2.4856.
- 25 5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque los reactores, intercambiadores de calor, bombas y tuberías están hechos del material 1.4562.
- 30 6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de hidrólisis de 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida para dar ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se lleva a cabo a temperaturas  $\leq 110^{\circ}\text{C}$  en reactores e intercambiadores de calor del material 2.4605.
- 35 7.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de hidrólisis de 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida para dar ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se lleva a cabo a temperaturas  $\leq 110^{\circ}\text{C}$  con tuberías de los materiales 2.4602 ó 2.4605.
- 40 8.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque el procedimiento se lleva a cabo con tuberías del material 2.4605.
- 9.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la etapa de hidrólisis de 2-hidroxi-4-metiltiobutiramida para dar ácido 2-hidroxi-4-metiltiobutírico se lleva a cabo a temperaturas  $\leq 110^{\circ}\text{C}$  con bombas de los materiales 2.4819 (Hastelloy C-276) o 2.4605.
- 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque el procedimiento se lleva a cabo con bombas del material 2.4819.