



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 081**

51 Int. Cl.:

G21F 9/00 (2006.01) **C11D 11/00** (2006.01)
C11D 17/00 (2006.01) **C11D 3/22** (2006.01)
C11D 1/66 (2006.01) **C11D 1/92** (2006.01)
C11D 1/75 (2006.01) **C11D 3/02** (2006.01)
C11D 3/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03763928 .3**

96 Fecha de presentación : **04.07.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1520279**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **06.04.2005**

54

Título: **Composición, espuma y procedimiento de descontaminación de superficies.**

30

Prioridad: **08.07.2002 FR 02 08537**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.07.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.07.2011

73

Titular/es: **Commissariat à l'Énergie Atomique et
Aux Énergies Alternatives
Bâtiment "Le Ponant D"
25, rue Leblanc
75015 Paris, FR
AREVA NC**

72

Inventor/es: **Faure, Sylvain;
Fournel, Bruno y
Fuentes, Paul**

74

Agente: **Justo Bailey, Mario de**

ES 2 363 081 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

Composición, espuma y procedimiento de descontaminación de superficies

5 La presente invención tiene por objeto una composición, una solución y una espuma de descontaminación. La composición y la solución de la presente invención permiten obtener una espuma acuosa gelificada ácida o básica utilizable para descontaminar superficies.

10 La presente invención encuentra, por ejemplo, una aplicación en la descontaminación de superficies metálicas contaminadas, por ejemplo, por grasa, por depósitos minerales radioactivos, por una capa de óxido muy adherida o dentro de la masa.

15 Resulta, más en particular, de un gran interés en la descontaminación radioactiva, por ejemplo, de instalaciones nucleares de gran tamaño, de geometría compleja o de difícil acceso para las que es necesario un ahorro de reactivos químicos y de efluentes líquidos utilizados. Por ejemplo, descontaminar el interior de los tanques de gran tamaño, por ejemplo de 20 a 100 m³, de las plantas de retratamiento del combustible usado que contienen soluciones de productos de fisión resulta difícil debido a que se trata de un medio muy radioactivo. En efecto, la intensidad de dosis puede alcanzar hasta 40 GyH en el fondo del tanque, a una profundidad de -7,5 m. Este nivel de radiación prohíbe prácticamente cualquier modificación de los equipos existentes en el tanque. Por otra parte, la presencia de numerosos serpentines de refrigeración en los tanques no permite la introducción de herramientas para la aplicación de los tratamientos de descontaminación. Por último, el fluido contaminado no se puede extraer de los tanques con la intención de reciclar la espuma sin acondicionamientos complementarios muy costosos. Por lo tanto, hay que utilizar los medios de transferencia y las líneas de evacuación de los fluidos existentes.

25 **Técnica anterior**

Se han elaborado numerosas composiciones y espumas destinadas a los tratamientos de superficies, en particular a los tratamientos de limpieza, de desengrasado y/o de descontaminaciones radioactivas de superficies. Por desgracia, todas ellas presentan los mismos inconvenientes: tienen unas vidas útiles demasiado cortas y de difícil control. En efecto, las espumas de la técnica anterior drenan con rapidez, en unos minutos, y presentan una vida útil, definida como el tiempo necesario para la transformación total de un volumen de espuma dado en líquido, que va por lo general de 1 a 10 minutos.

35 Esto implica a menudo, para garantizar la eficacia del tratamiento, que es necesario aplicar la espuma de manera repetida sobre la superficie que se tiene que tratar. La cantidad de efluentes de limpieza y la dificultad del tratamiento se ven, por lo tanto, incrementados.

40 Por otra parte, el tiempo de contacto de la espuma con la superficie estando limitado debido a la corta vida útil de las espumas, los agentes de limpieza y de tratamiento utilizados deben a menudo seleccionarse de tal modo que sean muy activos en un tiempo muy reducido. Por lo tanto, únicamente pueden utilizarse fuertes concentraciones de los productos, o productos más corrosivos. Esto implica una limitación de la clase de superficies que se pueden tratar, una mayor contaminación, mayores dificultades de aclarado de las superficies y un aumento del coste del tratamiento.

45 Existe, por lo tanto, la necesidad real de una composición espumosa que permita superar los inconvenientes de las composiciones de la técnica anterior, es decir, que permita en particular prolongar y controlar la vida útil de la espuma, reducir la cantidad de efluentes, utilizar unos agentes de limpieza menos corrosivos, utilizar estos agentes en concentraciones menores, así como reducir la dificultad, la contaminación y también el coste del tratamiento.

50 **Exposición de la invención**

La presente invención tiene precisamente por objetivo aportar una solución a los numerosos problemas de la técnica anterior proporcionando una composición destinada a preparar una solución acuosa espumosa que permita generar una espuma que no presente los inconvenientes de la técnica anterior.

55 La composición utilizada de acuerdo con la presente invención comprende:

- un agente tensioactivo orgánico espumoso o una mezcla de agentes tensioactivos espumosos;

60 - un agente gelificante; y

- un agente de descontaminación.

65 Las espumas generadas a partir de la composición de la presente invención comprenden, por lo tanto, un agente gelificante. En efecto, de manera inesperada, la vida útil de esta espuma se ve considerablemente aumentada con respecto a las espumas de la técnica anterior, y la espuma preparada de este modo presenta una capacidad

claramente mejorada, con respecto a las espumas de la técnica anterior, para mantenerse en contacto con una superficie, incluso vertical, durante varias horas permitiendo de este modo garantizar la descontaminación de dicha superficie de forma estática o en modo pulverización. Este inesperado resultado implica una mayor eficacia del tratamiento de la superficie, según el caso con unas menores concentraciones de agentes de descontaminación, por ejemplo de limpieza, desengrasado o descontaminación, y una disminución de la cantidad de efluentes producidos. Por otra parte, es posible utilizar agentes de descontaminación activos menos corrosivos que los de la técnica anterior debido a que el contacto de la espuma de la presente invención con la superficie que se va a tratar es prolongado.

10 La composición de la presente invención es una solución acuosa que comprende por litro de solución:

- de un 0,2 a un 2 % en peso de un agente tensioactivo orgánico espumoso o de una mezcla de agentes tensioactivos espumosos;

15 - de un 0,1 a un 1,5 % en peso de un agente gelificante; y

- de 0,2 a 7 moles de un agente de descontaminación.

20 Esta solución puede prepararse con mucha facilidad, por ejemplo a temperatura ambiente, mediante una simple mezcla, añadiendo en una solución acuosa, por ejemplo agua, el o los tensioactivos, el agente gelificante y, si es oportuno, el agente de descontaminación de la composición de la presente invención.

De acuerdo con la presente invención, el agente gelificante es de preferencia biodegradable. Se trata, de forma ventajosa, de un agente orgánico espesante que presenta un comportamiento reológico de tipo pseudoplástico. De acuerdo con la invención, el agente gelificante se puede seleccionar por ejemplo dentro del grupo que comprende un polímero hidrosoluble o un hidrocoloide, un heteropolisacárido seleccionado por ejemplo de la familia de los polímeros poliglucosídicos con cadenas ramificadas trisacáridicas, como la goma xantana, por ejemplo el Rhodopol 23 (marca comercial) comercializada por la empresa Rhodia. También se puede seleccionar dentro del grupo que comprende los derivados celulósicos, como el carboximetilo celulosa o un polisacárido que contenga la glucosa como único monómero, por ejemplo el Amigel (marca comercial) comercializada por la empresa Alban Muller International.

De acuerdo con la invención, el agente tensioactivo puede ser un tensioactivo no iónico espumoso, seleccionado por ejemplo dentro de la familia de los alquilo poliglucósidos o de los alquilo poliéter glucósidos. Estos tensioactivos son derivados de la glucosa natural y presentan la ventaja de ser biodegradables. A título de ejemplo, se pueden citar en particular los tensioactivos "Oramix CG-110" (marca comercial) comercializada por la empresa SEPPIC, el "Glucopon 215" (marca comercial) comercializada por la empresa AMI.

De acuerdo con la invención, el agente tensioactivo puede ser un tensioactivo anfótero, seleccionado por ejemplo dentro de la familia de las sulfobetainas, la familia de las alquilamido propilo hidroxil sulfobetainas, por ejemplo el Amony 675 SB (marca comercializada) comercializada por SEPPIC, o dentro de la familia de los amino-óxidos, por ejemplo el Aromox MCD-W (marca comercializada), o el óxido de coco dimetilo amina comercializado por la empresa Akzo Nobel.

45 La composición de la presente invención puede comprender un único tensioactivo o una mezcla de tensioactivos seleccionados por ejemplo dentro de las familias anteriormente citadas.

La composición de la presente invención se presenta principalmente como una composición que permite generar una espuma de descontaminación radioactiva de una superficie.

50 El agente de descontaminación se selecciona de acuerdo con el uso para el que la composición está destinada. Cuando la composición está destinada a generar una espuma de descontaminación, el agente activo se selecciona en particular en función de la clase de contaminación y de la superficie que se va a descontaminar, por ejemplo un ácido o una mezcla de ácidos, una base o una mezcla de bases, un oxidante, por ejemplo H_2O_2 , un reductor, un desinfectante, etc. El experto en la materia sabrá seleccionar el agente de descontaminación de acuerdo con sus necesidades.

De acuerdo con la invención, el agente activo de descontaminación puede ser un ácido o una mezcla de ácidos, por ejemplo inorgánico(s), de forma ventajosa seleccionado(s) dentro del grupo que comprende el ácido clorhídrico, el ácido nítrico, el ácido sulfúrico, el ácido fosfórico y el ácido oxálico. De acuerdo con la invención el ácido está presente de forma ventajosa con una concentración de 0,2 a 7 moles, de preferencia de 0,3 a 7 moles, aun de más preferencia de 1 a 4 moles. Estas horquillas de concentración evidentemente se refieren a la concentración de iones H^+ . Por otra parte, se dan para la preparación de 1 litro de solución espumosa. Representan, por lo tanto, la concentración de mol/l en 1 litro de solución espumosa preparada a partir de esta composición.

65 De acuerdo con la invención, el agente activo de descontaminación puede ser una base o una mezcla de bases, por

ejemplo inorgánica(s), seleccionada(s) de forma ventajosa dentro del grupo que comprende la sosa, el potasio, el carbonato de sodio, etc. De acuerdo con la invención, la base está presente de forma ventajosa con una concentración inferior a 2 mol.l^{-1} , de preferencia que va de 0,5 a $1,5 \text{ mol.l}^{-1}$. Estas horquillas de concentración evidentemente se refieren a la concentración de iones OH^- . Por otra parte, se dan para la preparación de 1 litro de solución espumosa. Representan, por lo tanto, la concentración de mol/l en 1 litro de solución espumosa preparada a partir de esta composición.

De este modo, de acuerdo con la composición anteriormente citada seleccionada de conformidad con la presente invención, una espuma ácida o alcalina podrá presentar, o bien unas propiedades de disolución de depósitos radioactivos irradiantes por ejemplo para la eliminación de contaminaciones no fijadas a una superficie, o bien unas propiedades de corrosión controlada de la superficie para una contaminación fijada a esta.

De forma ventajosa, la composición de la presente invención presenta una viscosidad a 0,3 rpm (Brookfield LVT, módulo x) comprendida entre 100 y 50.000 cP. Esta viscosidad permite, en efecto, una vida útil prolongada de la espuma, así como la posibilidad de proyectar esta solución por medio de una boquilla, o de hacer que atraviese un revestimiento poroso para generar una espuma.

La espuma se puede generar a partir de esta solución espumosa por medio de cualquier sistema de generación de espuma de la técnica anterior: agitación mecánica, burbujeo, mezclador estático de bola o cualquier otro dispositivo que garantice la mezcla gas-líquido, como los dispositivos descritos en el documento FR-A-2 817 170, o incluso por medio de un dispositivo que utilice una boquilla de proyección o de pulverización, etc.

La espuma generada puede actuar de forma estática, tiene una vida útil importante, por lo general comprendida entre 1 y 10 horas, y permite un tiempo de acción sobre la superficie controlado dado el control del tiempo de drenado por medio del agente gelificante.

La presente invención también se refiere a un procedimiento de descontaminación de una superficie que comprende una etapa que consiste en poner en contacto a la superficie que se va a descontaminar con una espuma preparada a partir de la composición de la presente invención, es decir, con una solución espumosa de conformidad con la presente invención.

La invención se refiere de manera general al tratamiento, en particular a la descontaminación, de superficies de todo tipo, por ejemplo de vidrio, de plástico, metálicas, etc., que pueden ser de grandes dimensiones, que no son necesariamente horizontales, sino que pueden estar inclinadas o ser incluso verticales. Se puede utilizar, por ejemplo, para descontaminar tanques, conductos de ventilación, piscinas de almacenamiento, cajas de guantes, generadores de vapor, conductos, suelos, etc.

Las espumas de descontaminación se pueden utilizar tanto en el campo de mantenimientos periódicos de instalaciones industriales existentes, como en el campo de desmantelamientos de este tipo de instalaciones. Estas instalaciones pueden ser, por ejemplo, instalaciones nucleares o de la industria química en general.

La puesta en contacto de la espuma con la superficie que se va a tratar se puede hacer mediante los procedimientos habituales de llenado, por ejemplo de un tanque, de un depósito o de un conducto, cuyas paredes tienen que descontaminarse; de pulverización o proyección sobre la superficie que se va a descontaminar; de puesta en circulación de la espuma en una instalación cuyas superficies tienen que descontaminarse; etc.

Por ejemplo, la espuma se puede aplicar sobre la superficie que se va a descontaminar mediante cualquier procedimiento habitual de pulverización por medio de una bomba o de una boquilla. Para la pulverización, el estallido del chorro de espuma sobre la superficie que se va a descontaminar se puede conseguir, por ejemplo, con una boquilla de chorro plano o de chorro redondo. El corto tiempo de recuperación de la viscosidad de la composición de la presente invención permite a la espuma pulverizada adherirse el tiempo suficiente a la superficie sobre la cual la espuma se proyecta.

Por ejemplo, para descontaminar un tanque, el procedimiento de la presente invención puede consistir simplemente en llenar el tanque con la espuma de la presente invención para que sus superficies estén en contacto con la espuma. La espuma "estática" se degrada entonces de forma natural por el efecto de su drenaje gravitacional. El término "estática" se opone, en este caso, a la aplicación dinámica de las espumas que consiste en una circulación o una pulverización. La espuma también se puede aplicar de forma exclusiva sobre las superficies del tanque sin tener necesariamente que llenarlo.

Además, la invención también tiene por objeto un procedimiento de descontaminación de una instalación que comprende la simple introducción de la espuma mediante un simple llenado en el interior de la instalación, el mantenimiento "estático" de esta espuma en el interior del espacio, por ejemplo a una temperatura comprendida entre $20 \text{ }^\circ\text{C}$ y $50 \text{ }^\circ\text{C}$, durante el tiempo de drenaje de la espuma, lo más habitualmente comprendido entre 1 y 10 horas, y suficiente para garantizar la descontaminación, y a continuación la eliminación del líquido drenado mediante un simple vaciado.

El tratamiento de descontaminación de la superficie puede consistir en varias aplicaciones de la misma espuma o con unas espumas de diferente tipo aplicadas de forma sucesiva. Cada uno de estos tratamientos puede comprender un llenado del espacio que se va a descontaminar o una proyección de la espuma sobre una superficie, el mantenimiento durante varias horas de la espuma estática durante su drenaje y la eliminación del líquido drenado mediante un simple vaciado. Los inventores han advertido, sin embargo, que dada la vida útil de la espuma de la presente invención, más larga que la de las espumas de la técnica anterior, un número reducido de aplicaciones, e incluso una única aplicación, es suficiente para conseguir un tratamiento eficaz de una superficie, allí donde numerosas aplicaciones eran necesarias con las espumas de la técnica anterior.

El tiempo de mantenimiento en contacto dependerá esencialmente de la clase de descontaminación, de la composición y de la clase de espuma, así como de la clase de superficie. Por lo general, un tiempo de mantenimiento en contacto que puede ir de 15 minutos a 10 horas basta para un tratamiento eficaz. Este tiempo se adaptará de acuerdo con las necesidades en la aplicación hecha de la presente invención.

La presente invención garantiza un tratamiento, en concreto una descontaminación, eficaz por el hecho de que la vida útil de la espuma y, por lo tanto, el tiempo de contacto de la espuma con la pared se ve aumentado y se ajusta mediante la adición del agente gelificante que retarda el drenaje. Por otra parte, en superficies verticales, o incluso techos, las espumas de la presente invención, debido a la presencia del agente gelificante, se adhieren mejor que las espumas de la técnica anterior, lo que aumenta aun más la eficacia del tratamiento o de la descontaminación de estas superficies.

El líquido drenado que se obtiene al final de la vida útil de la espuma de la presente invención se puede evacuar fácilmente mediante vaciado y tratarse mediante los procedimientos habituales de descontaminaciones de los efluentes líquidos. También se puede regenerar, por ejemplo de la manera que se describe en el documento FR-A-2817170, para reconstituir una espuma.

El procedimiento de la presente invención puede comprender, además, después de la etapa de puesta en contacto de la superficie que se va a descontaminar con la espuma, una etapa de aclarado de dicha superficie por medio de una espuma o de una solución de aclarado. La espuma o la solución de aclarado pueden ser cualquier espuma o solución apropiada de acuerdo con la clase de espuma de descontaminación y/o de superficie que se va a aclarar. Puede tratarse simplemente de una espuma habitual de aclarado o de una espuma de aclarado de conformidad con la presente invención, es decir que simplemente comprende un tensioactivo y un agente gelificante, y, eventualmente, un compuesto tampón habitual que permite neutralizar al agente de descontaminación ácido o básico utilizado anteriormente o un compuesto de tratamiento de la superficie. También puede tratarse de una solución acuosa, por ejemplo agua.

Son numerosos los beneficios de un tratamiento de este tipo conocido como "espuma gelificada" de acuerdo con la presente invención con respecto a los tratamientos existentes.

En primer lugar, dispone de las ventajas habituales del tratamiento con espuma, es decir, en particular la disminución del volumen de efluentes producidos. En efecto, la espuma está formada por una dispersión de burbujas de aire en un líquido y puede caracterizarse por su expansión « F » definida en las condiciones normales de temperatura y de presión por la siguiente relación (1):

$$F = (V_{\text{gas}} + V_{\text{líquido}}) / V_{\text{líquido}} = V_{\text{espuma}} / V_{\text{líquido}}$$

en la que V representa un volumen de líquido, de gas o de espuma tal y como se indica.

Las espumas de descontaminación preparadas a partir de la composición de la presente invención, presentan de forma ventajosa una expansión del orden de 10 a 15. Permiten, por lo tanto, descontaminar un gran volumen, por ejemplo de 100 m³, con menos de 10 m³ de líquido.

Otra ventaja, en particular en el caso de la descontaminación mediante proyección de espuma gelificada sobre superficies de instalaciones radioactivas, es que la espuma gelificada de la presente invención produce menores cantidades de efluentes radioactivos debido a su larga vida útil, mientras que las proyecciones de soluciones acuosas o espumas de la técnica anterior producen grandes cantidades de efluentes radioactivos para una eficacia limitada debido al reducido tiempo de contacto con las superficies tratadas.

Otra ventaja de la presente invención reside en el hecho de que, a continuación del drenaje natural de la espuma de la presente invención, el líquido drenado contaminado se recupera, y no es preciso aclarar la superficie más que con un poco de agua, es decir, en torno a 1 litro/m². De este modo, se generan menos efluentes líquidos que hay que tratar a continuación. Se deriva de este hecho una simplificación del procedimiento global de tratamiento de la descontaminación y una disminución de la contaminación.

Aun se irán revelando otras características y ventajas de la presente invención a la vista de los siguientes ejemplos,

datos obviamente a título ilustrativo y no excluyente en referencia a las figuras anexas.

Breve descripción de las figuras

- 5 - La figura 1 es una representación esquemática del dispositivo utilizado por los inventores para generar una espuma a partir de una solución acuosa de la composición de la presente invención, y para medir las cinéticas de drenaje de la espuma obtenida.
- 10 - La figura 2 es un gráfico que ilustra unas cinéticas de drenaje expresadas en fracciones (F) de líquido recuperado (en g) en función del tiempo (t) (en minutos), para diferentes espumas obtenidas a partir de diferentes composiciones de la presente invención.
- 15 - La figura 3 es un gráfico que ilustra unas cinéticas de drenaje expresadas en volumen (V) de líquido drenado (en ml) en función del tiempo (t) (en minutos), para diferentes espumas obtenidas, por una parte, a partir de diferentes composiciones de la presente invención y, por otra parte, a partir de composiciones sin agente gelificante.
- 20 - La figura 4 es una representación esquemática del dispositivo utilizado por los inventores para generar una espuma a partir de una composición de la presente invención, y para poner en práctica un procedimiento de descontaminación de una superficie de acuerdo con la presente invención.
- 25 - La figura 5 es un gráfico que ilustra los efectos de la cantidad de goma xantana (Xant) (en g/l), por el retardo en el drenaje (estabilidad de la espuma) : altura del líquido drenado (H) (en mm) en función del tiempo (t) (en minutos). En esta figura, la leyenda indica las diferentes soluciones espumosas probadas, F designa la expansión de cada espuma obtenida.

Ejemplos

Ejemplo 1: Espumas de la técnica anterior

30 Se han estudiado las propiedades de drenaje y de eficacia de espumas preparadas a partir de cinco soluciones espumosas que contienen, cada una, una mezcla de referencia de dos tensioactivos: Oramix (marca comercial) a 8 g/l y Amoyl (marca comercial) a 3 g/l.

35 Una formulación, llamada formulación de referencia (que permite la generación de una espuma de referencia), no contenía agente de descontaminación.

Las otras cuatro formulaciones se diferenciaban por la clase de agente de descontaminación:

- 40 - 1ª formulación: carbonato de sodio con una concentración de 1 mol.l^{-1} ;
- 45 - 2ª formulación: una mezcla de ácido fluorhídrico con una concentración de $0,05 \text{ mol.l}^{-1}$ y de ácido nítrico con una concentración de 2 mol.l^{-1} ;
- 50 - 3ª formulación: una mezcla de ácido oxálico con una concentración de $0,6 \text{ mol.l}^{-1}$ y de ácido nítrico con una concentración de $0,5 \text{ mol.l}^{-1}$;
- 55 - 4ª formulación: una mezcla de agua oxigenada con una concentración de 1 mol.l^{-1} y de ácido nítrico con una concentración de 3 mol.l^{-1} .

50 No se ha observado ningún punto de turbidez entre 20 y 50 °C.

Estas soluciones espumosas se han utilizado a continuación para generar unas espumas de expansión controladas por medio de un generador estático de bolas de cristal (Q_1 = caudal de solución espumosa, Q_g = caudal de aire, $F = (Q_g + Q_1) / Q_1$).

55 Se ha ultimado un protocolo experimental para trazar la cinética de drenaje de cada una de las espumas en unas condiciones próximas a una realidad industrial gracias al dispositivo (I) esquematizado en la figura 1. En esta figura, las siguientes referencias indican los siguientes elementos del dispositivo (I):

60 (3) : depósito de preparación de la solución espumosa ; (5) : solución espumosa ; (7) : agitador mecánico ; (9) : bomba ; (11) : sistema de aporte de aire comprimido ; (13) : regulador de caudal ; (15) : generador de espuma ; (17) : conductos ; (19) : depósito de recepción de la espuma ; (21) : espuma ; (23) : compuerta manual ; y (25) : tanque de recuperación del líquido drenado.

65 Cada una de las cinco formulaciones presenta una excelente espumabilidad ya que se han preparado unas espumas de expansión superior a 10.

De los estudios cinéticos se deriva que la presencia de los agentes de descontaminación no modifica o lo hace poco la cinética de drenaje con respecto a la espuma de referencia sin agente de descontaminación tal y como se muestra en la figura 2.

5 En el conjunto de las formulaciones preparadas, más de la mitad del líquido drena en menos de 8 minutos y las vidas útiles de cada una de las formulaciones se mantienen cortas (de 15 a 25 minutos).

10 Ejemplo 2: Espumas de la presente invención

La adición de una pequeña cantidad, es decir de un 0,1 % en peso o de 1 g/l de goma xantana, utilizada en calidad de agente gelificante en el sentido de la presente invención, en las diferentes formulaciones de soluciones espumosas del ejemplo 1 estabiliza el conjunto de las espumas tal y como se muestra en la figura 3.

15 La adición de 1 g/l de goma xantana tiene como efecto retardar de forma considerable el drenaje de cada una de las formulaciones de espuma y, de este modo, aumentar la vida útil de la espuma.

20 La tabla 1 que viene a continuación reúne el tiempo $t_{1/2}$ necesario para que la mitad del líquido que contiene la espuma drene y la vida útil t_1 , el tiempo para que la totalidad del líquido de la espuma drene para las diferentes espumas estudiadas.

Tabla 1: Vida útil t_1 y tiempo $t_{1/2}$ para diferentes formulaciones de espumas

Vida útil t y media vida útil $t_{1/2}$ (en min y s)	Sin goma xantana		1 g/l de goma xantana	
	$t_{1/2}$	t_1	$t_{1/2}$	t_1
Espuma de ácido nítrico + agua oxigenada	4'30"	15'	18'	50'
Espuma de ácido nítrico + ácido fluorhídrico	4'30"	15'	24'	60'
Espuma de ácido nítrico + ácido oxálico	6'	20'	36'	80'
Espuma alcalina con carbonato de sodio	7'30"	25'	90'	□120'

25 Con una cantidad de 1 g/l de goma xantana, el tiempo $t_{1/2}$ se sitúa en torno a unos 20 minutos para las dos formulaciones ácidas que contienen el agua oxigenada y el ácido fluorhídrico. La espuma que contiene el ácido oxálico es la más estable de las espumas ácidas con un tiempo $t_{1/2}$ de cerca de 40 minutos. Por último, la espuma alcalina drene muy lentamente ya que se necesita cerca de una hora y media para recuperar la mitad del líquido.

30 Estos resultados muestran que la adición de una pequeña cantidad de goma xantana, de un 0,1 % en peso o de 1 g/l, estabiliza el conjunto de las formulaciones del ejemplo 1.

35 En efecto, se obtienen unas ganancias muy sustanciales en la estabilidad de las formulaciones ya que se han podido observar unas vidas útiles comprendidas entre 50 y 120 minutos con la simple adición de una pequeña cantidad de goma xantana.

Se han realizado ensayos para poner en evidencia la relación entre la cantidad de agente gelificante y la vida útil de la espuma.

40 La figura 5 es un gráfico que ilustra los efectos de la cantidad de goma xantana en el retardo del drenaje (estabilidad de la espuma).

45 Mientras el líquido no drene, la espuma es estable. La espuma no drene durante 20 minutos para 1 g/l de goma xantana, 60 minutos para 2 g/l de goma xantana y 120 minutos para 3 g/l de goma xantana. También se muestra en este gráfico que las soluciones espumosas sin agente gelificante drenan de forma inmediata ($t = 0$ minutos).

Ejemplo 3: Tratamiento de una superficie con espumas de la presente invención

Por otra parte, se ha ensayado la eficacia de las espumas del ejemplo 2 para la descontaminación de superficies.

50 El objetivo, en efecto, es demostrar que las espumas preparadas con las soluciones espumosas de la presente invención pueden, por ejemplo, solubilizar un depósito de insolubles reconstituido que simula un depósito real radioactivo adherido a una pared.

55 Unas placas de acero inoxidable recubiertas de depósitos adheridos están en suspensión en una columna de plexiglás de 30 litros en el dispositivo (II) representado de forma esquemática en la figura 4. En esta figura las

siguientes referencias indican los siguientes elementos del dispositivo (II):

5 (40) : columna de plexiglás ; (42) : placas de acero en suspensión ; (44) : compuerta ; (46) : generador de espuma con lecho de bolas de cristal ; (48) : sistema de aporte de aire comprimido ; (50) : conducto de conducción de la espuma generada en la columna (40) ; (52) : conducto de recuperación del líquido de drenaje ; (54) : compuerta ; (56) : bomba ; (58) : amortiguador de pulsaciones ; (60) : filtro ; (62) : tubo de purga ; (64) : reactor de preparación de la solución espumosa ; (66) : solución espumosa ; (68) : agitador mecánico ; (70) : termómetro ; (72) : conducto de alimentación de agua ; (74) : conducto de alimentación de compuestos de la solución espumosa ; (76) : conducto de alimentación del generador de espuma (46) de solución espumosa ; (78) : depósito de alcohol ; (80) : bomba dosificadora de alcohol ; (82) : conducto de recuperación de la espuma.

15 Las dos placas (42) recubiertas del depósito que se va a solubilizar están situadas de forma expresa en el centro de la columna. Se llena la columna hasta sumergir por completo las muestras y se para la generación cuando el borde más alto de cada una de las dos placas está a una profundidad de 10 cm dentro de la espuma. Este nivel de espuma corresponde a 20 litros de espuma y está expresamente limitado para cuantificar la eficacia de la parte alta de la espuma.

20 La menor inmersión de las placas es perjudicial ya que la espuma se seca en su parte superior por el efecto del drenaje gravitacional. Los tiempos de contacto espuma/depósito son, por lo tanto, más cortos y pueden mostrarse insuficientes para garantizar una disolución eficaz. Sin embargo, si se observa que la disolución es importante en la parte superior de la espuma, lo será aun más en el interior de la espuma.

25 Se conecta el cronómetro cuando se ha llenado la columna con 20 litros de espuma y se deja actuar a la espuma estática. La muestra se retira al cabo de un tiempo dado con el fin de evaluar mediante pesada la disolución del depósito. Si se han colocado dos muestras, una puede retirarse al cabo de una hora de inmersión, por ejemplo, y la otra tras dos horas.

30 Para realizar estos ensayos de disolución de depósitos, las espumas se obtienen de forma sucesiva de la siguiente manera. Se preparan 4 litros de una solución que contiene uno de los tres reactivos, los tensioactivos y la goma xantana. La solución se pone en agitación en el reactor (64) a una temperatura de entre 20 y 50 °C. A continuación, se genera seguidamente una mezcla gas-líquido con una proporción habitual a través de un lecho de bolas de cristal: se mezclan en torno a 12 litros por hora de solución ácida con un caudal gaseoso controlado de 180 litros por hora de aire para generar una espuma relativamente húmeda de expansión conocida próxima a 14.

35 Se han realizado ensayos en fase de espuma, por ejemplo con la formulación espumosa carbonatada y que contiene 1,5 g/l de goma xantana, de la marca Rhodopol 23. La vida útil de la espuma es, por lo tanto, del orden de 2 a 3 horas.

40 Un primer depósito adherido, muestra 1, de un espesor de 0,5 mm, o sea 1 g por 25 cm², se coloca en el interior de la columna. El objetivo del ensayo es dejar actuar de forma estática una espuma carbonatada y recuperar la muestra una vez que la espuma ha vuelto al estado líquido. El ensayo se realiza precalentando la solución espumosa a 50 °C, lo que permite conseguir una temperatura en el interior de la espuma de 33 °C. Al cabo de una hora, la temperatura de la espuma es de 30 °C, y al cabo de dos horas de 28 °C. Al cabo de 3 horas, la temperatura es la del laboratorio (27 °C) y la espuma carbonatada, obtenida a partir de una solución 1 M, ha drenado por completo.

45 La muestra, invisible al comienzo porque estaba sumergida dentro de la espuma, aparece libreada por completo del depósito.

50 Este resultado cualitativo, muy positivo, ha motivado la introducción de dos depósitos de MoZr más espesos de en torno a 1,2 mm de espesor de tal modo que se cuantifique la velocidad de disolución en las dos primeras horas del tratamiento. Un depósito se retira al cabo de una hora de contacto con la espuma, el otro al cabo de dos horas. Los resultados están reunidos en la tabla 2 en la página siguiente.

55 Se muestra que la masa disuelta en dos horas, es decir 0,74 g o 0,71 g, es prácticamente el doble que la disuelta en la primera hora, es decir, 0,42 g (ligeramente inferior ya que la temperatura media en la segunda hora es menor de 3 °C).

60 A una temperatura media de la espuma de 30 °C, la velocidad de disolución de un depósito de 25 cm² en contacto con la espuma es del orden de 0,4 g/h, o sea 0,2 mm/h, en comparación con el 0,8 g/h obtenida en fase líquida a 30 °C. Esta velocidad de disolución, casi constante en las dos primeras horas, muestra, como en el caso de la fase líquida, que la disolución es regular y homogénea en la superficie. Permite de forma ventajosa solubilizar por completo un depósito radiactivo de 0,5 mm en 3 horas a 30 °C.

65 Este resultado permite considerar utilizar, más que un aclarado con carbonato de sodio en fase líquida, un aclarado en fase de espuma de acuerdo con la invención que permite reducir la cantidad de sodio utilizado perjudicial para la formación final de los cristales de acondicionamiento.

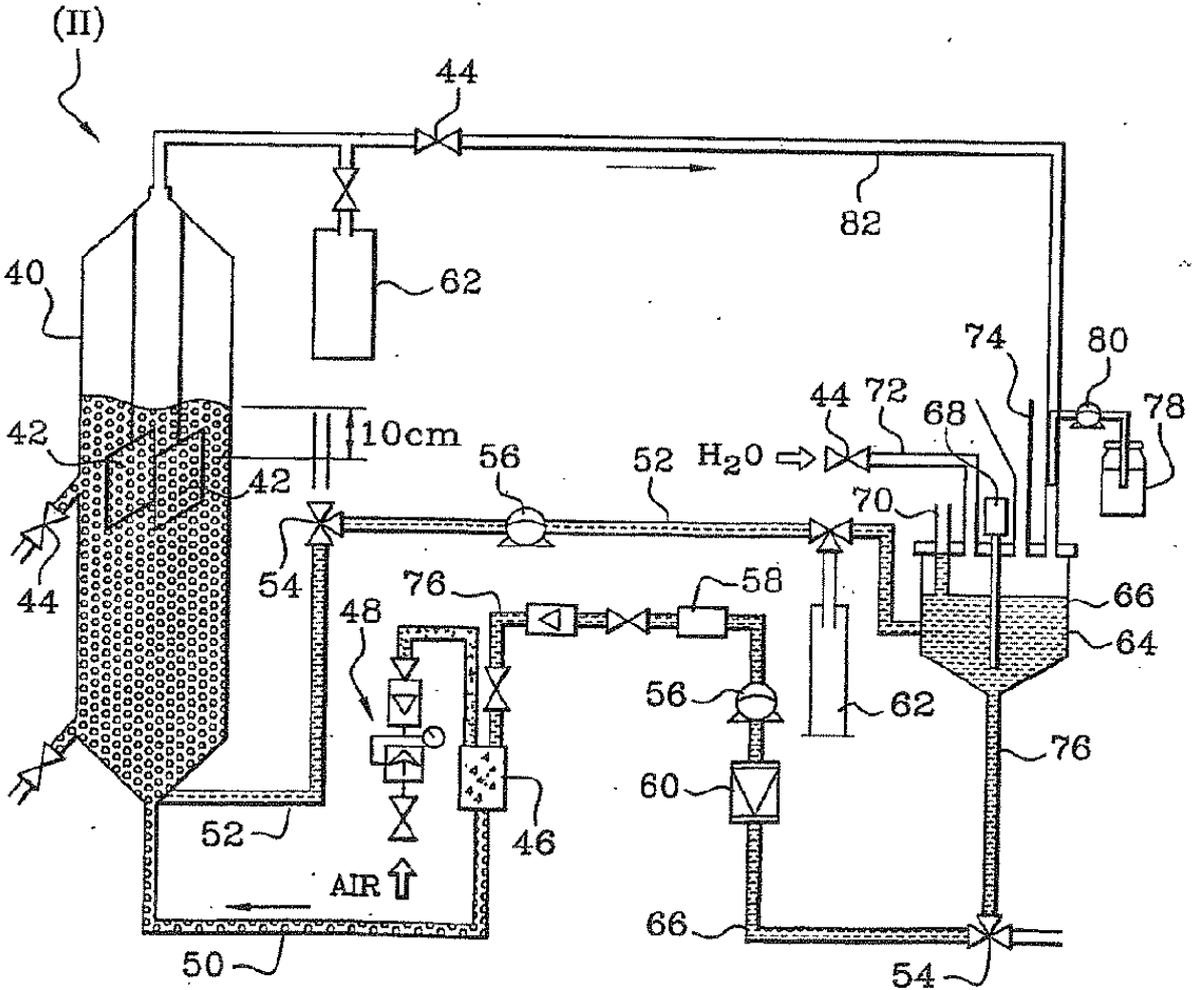
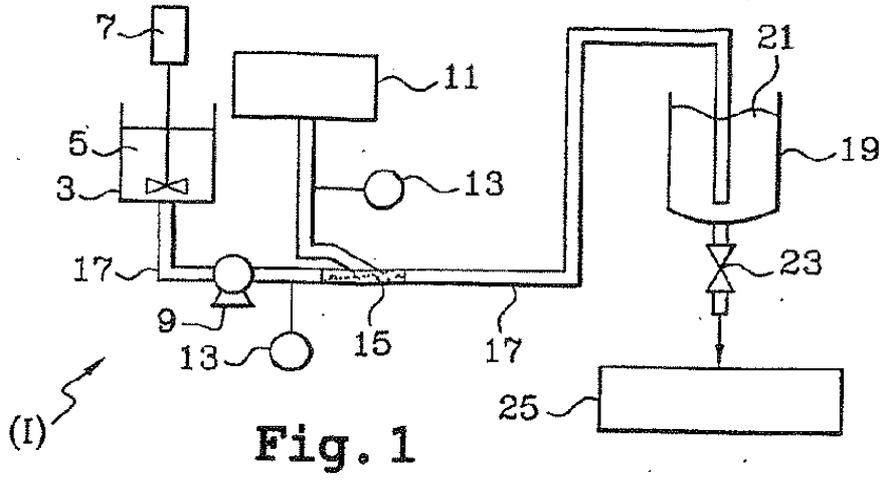
Tabla 2: Pérdidas de masa de un depósito de MoZr en contacto estático con una espuma que contiene carbonato de sodio (1 M)

Muestra	Tiempo de inmersión en la espuma	Temperatura	Masa de depósito inicial (25 cm ²) en (g)	Pérdida de masa durante el tiempo de inmersión (g)
2	1 hora	1 h de 33 °C a 30 °C	2,4	0,42
3	2 horas	1 h de 33 °C a 30 °C 1 h de 30 °C a 28 °C	2,49	0,74
3	1 hora suplementaria (48 h después)	1 h de 36 °C a 30 °C	1,75	0,49
3	2 horas suplementarias	2 h de 35 °C a 28 °C	1,26	0,71

5

REIVINDICACIONES

1. Uso de una espuma preparada a partir de una solución acuosa que comprende por litro de solución:
- 5 - de un 0,2 a un 2 % en peso de agente tensioactivo orgánico espumoso o de una mezcla de agentes tensioactivos espumosos;
- de un 0,1 a un 1,5 % en peso de agente gelificante; y
- 10 - de 0,2 a 7 moles de ácido o de base inorgánica de descontaminación radioactiva o de mezcla de ácidos o de bases inorgánicas de descontaminación radioactiva,
- en un procedimiento de descontaminación radioactiva de una superficie.
- 15 2. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente tensioactivo es un tensioactivo no iónico espumoso.
3. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente tensioactivo es un tensioactivo no iónico espumoso seleccionado dentro de la familia de los alquilo poliglucósidos o alquilo poliéter glucósidos.
- 20 4. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente tensioactivo es un tensioactivo anfótero.
5. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente tensioactivo es un tensioactivo anfótero seleccionado dentro de la familia de las sulfobetaínas, dentro de la familia de los alquilamido propilo hidroxil sulfobetaínas o dentro de la familia de los amino-óxidos.
- 25 6. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el ácido está seleccionado dentro del grupo que comprende el ácido clorhídrico, el ácido nítrico, el ácido sulfúrico, el ácido fosfórico y el ácido oxálico, o es una mezcla de ácidos de ese grupo.
- 30 7. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el ácido está presente en una cantidad de 0,3 a 7 moles.
8. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el ácido está presente en una cantidad de 1 a 4 moles.
9. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base está seleccionada dentro del grupo que comprende la sosa, el potasio, el carbonato de sodio, o es una mezcla de bases de ese grupo.
- 35 10. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base está presente en una cantidad inferior a 2 moles.
11. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la base está presente en una cantidad de 0,5 a 1,5 moles.
- 40 12. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente gelificante es un agente orgánico espesante que presenta un comportamiento reológico de tipo pseudoplástico.
- 45 13. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente gelificante está seleccionado dentro del grupo que comprende un polímero hidrosoluble, un hidrocoloide, un heteropolisacárido, o dentro del grupo que comprende los derivados celulósicos.
14. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente gelificante está seleccionado dentro del grupo que comprende los heteropolisacáridos seleccionados dentro de la familia de los polímeros poliglucosídicos con cadenas ramificadas trisacarídicas; los derivados celulósicos como la carbometilcelulosa o un polisacárido que contiene la glucosa como único monómero.
- 50 15. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente gelificante es la goma xantana.
- 55 16. Uso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la superficie que se va a descontaminar está en contacto con la espuma un intervalo de 1 a 10 horas.
- 60 17. Uso de acuerdo con la reivindicación 16, que comprende además, después de la puesta en contacto de la superficie que se va a descontaminar con la espuma, un aclarado de dicha superficie por medio de una solución de aclarado.



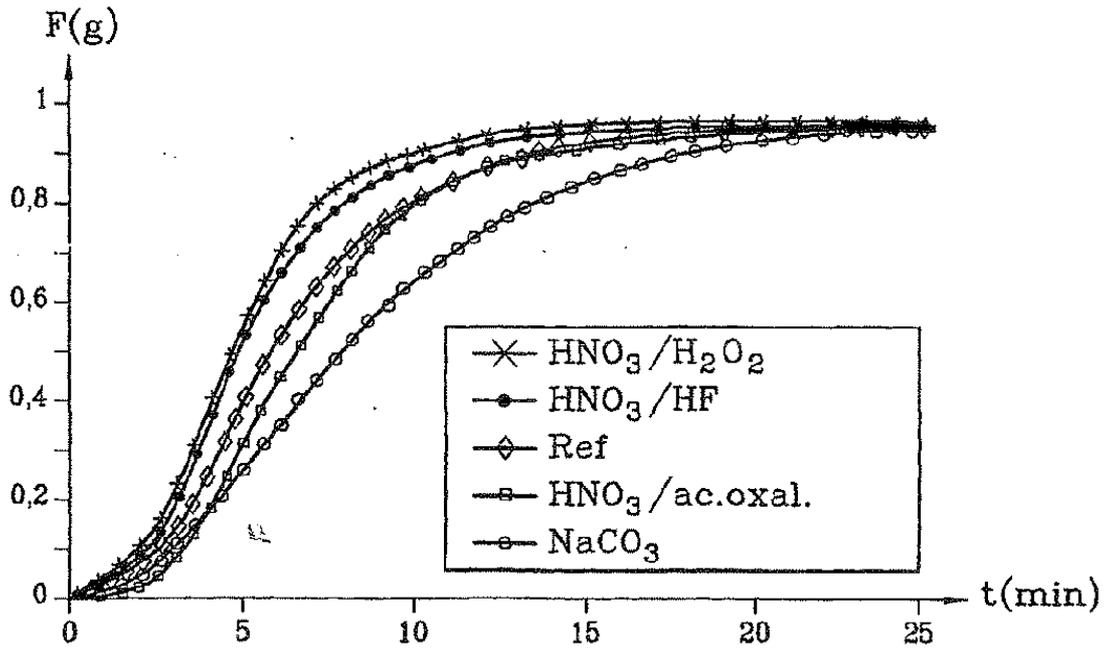


Fig. 2

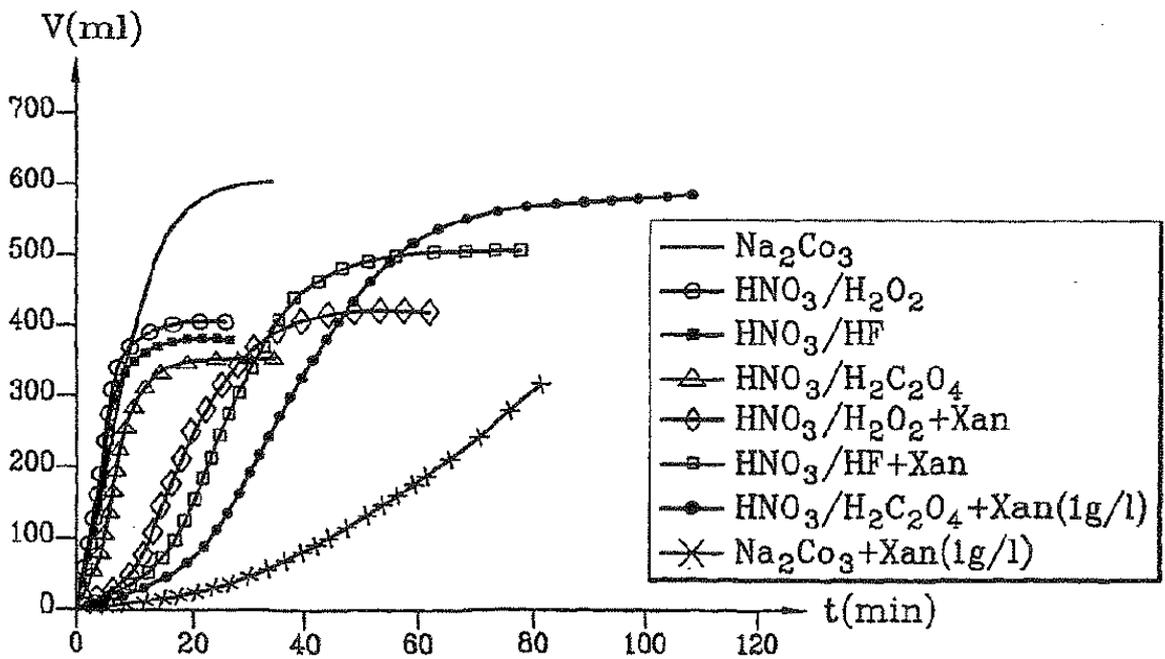


Fig. 3

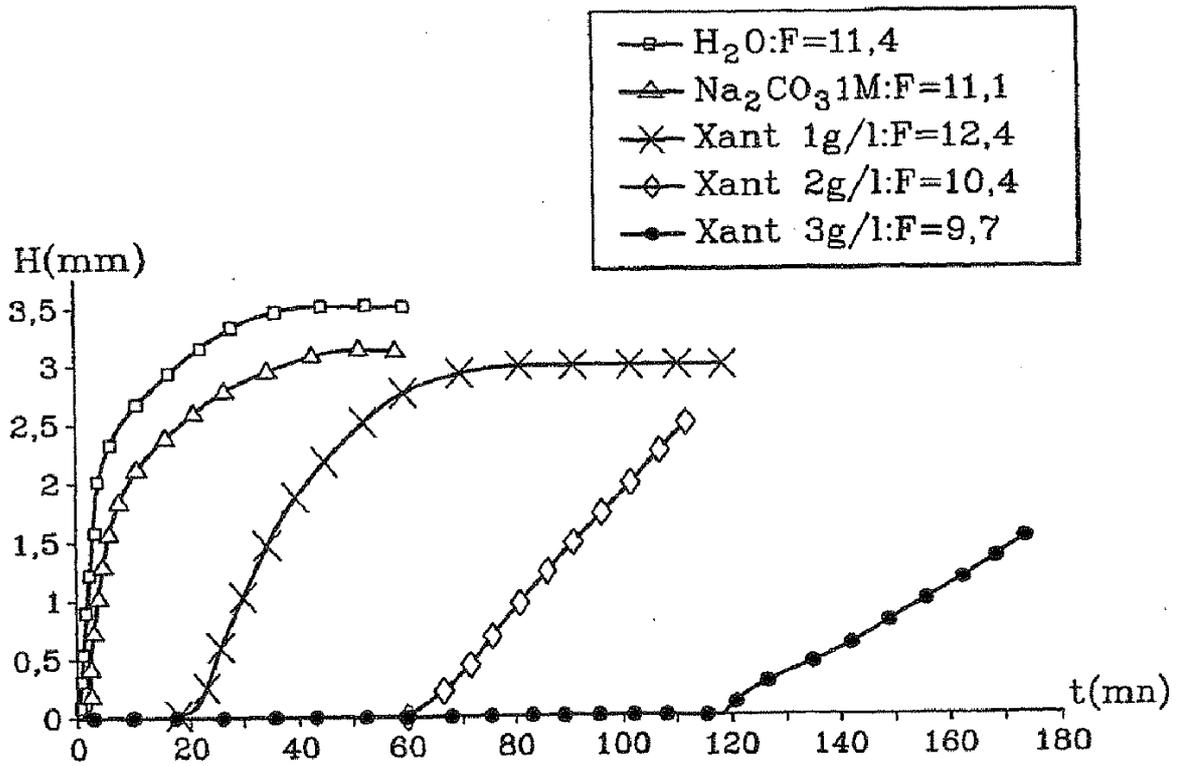


Fig. 5