

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 661**

51 Int. Cl.:

**C02F 9/02**

(2006.01)

**C02F 9/04**

(2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07871786 .5**

96 Fecha de presentación: **04.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2104650**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.09.2009**

54 Título: **Procedimiento para la clarificación por flotación de aguas difíciles**

30 Prioridad:  
**13.12.2006 FR 0610866**

73 Titular/es:  
**DEGREMONT  
183, AVENUE DU 18 JUIN 1940  
92500 RUEIL-MALMAISON, FR**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**10.07.2012**

72 Inventor/es:  
**VION, Patrick;  
BROUTIN, Céline y  
GARRIOU, Christian**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**10.07.2012**

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

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

ES 2 384 661 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para la clarificación por flotación de aguas difíciles

La invención se refiere a un procedimiento para la clarificación por flotación de aguas difíciles, en particular de aguas superficiales cargadas o de aguas residuales urbanas o bien industriales, de aguas pluviales y, en general, de todos los tipos de aguas difícilmente flotables, en particular de fuerte contenido de materias minerales, o para la clarificación de todos los tipos de aguas que necesitan la inyección de un adyuvante de floculación y que preceden a filtros o tecnologías de membranas como la ultrafiltración, que comprende

- una etapa de coagulación, en el transcurso de la cual se inyecta una dosis de coagulante en el agua a tratar,
- una etapa de floculación, en el transcurso de la cual se efectúa una inyección de floculante en el agua, después de la etapa de coagulación, para aglomerar las partículas en suspensión en forma de flóculos,
- luego una etapa de flotación, en el transcurso de la cual, en un aparato de flotación, el agua floculada es mezclada con una emulsión de micro-burbujas de gas, generalmente de aire, que se enganchan en los flóculos y los hacen subir a la superficie, donde son recogidos y evacuados mientras el agua clasificada es evacuada por el fondo del aparato de flotación.

Más particularmente, la invención se refiere a un procedimiento de flotación para la clarificación de aguas, cuya turbidez es superior a 30NTU y la concentración en materias en suspensión MES es superior a 30 mg/l. Además, a la vista de las consecuencias inesperadas de la invención, su aplicación se puede extender incluso a las aguas difíciles.

La flotación es una tecnología de clarificación (separación sólido – líquido) que constituye una alternativa a la decantación, al menos para ciertos tipos de agua.

Según esta tecnología de flotación, las etapas de coagulación y de floculación permiten en un primer tiempo aglomerar las partículas en suspensión en forma de flóculos. Luego el agua floculada es mezclada con una “leche” (es decir una emulsión) de micro-burbujas de gas, generalmente de aire, cuyo diámetro medio está comprendido entre 40 y 50 micras. Estas micro-burbujas se enganchan a los flóculos que, aleadas de esta manera, tienen tendencia a subir hacia la superficie del aparato de flotación llamado flotador) donde se acumulan para formar una torta o lecho de lodo. Los lodos son recogidos en la superficie del aparato de flotación, mientras que el agua clarificada es evacuada por el fondo del aparato.

Una parte del agua clarificada es bombeada (caudal generalmente comprendido entre 5 y 15 % del caudal de agua a tratar en clarificación), a una presión del orden de  $4 \times 10^5$  a  $6 \times 10^5$  Pa (4 a 6 bares) en un balón específico, llamado balón de presurización en el que el aire se disuelve en gran cantidad, es decir, según una concentración igual a 3 a 5 veces la concentración máxima del aire en el agua a la presión atmosférica. Para una expansión súbita a la presión atmosférica, en el aparato de flotación, el aire es colocado en condición de sobre saturación y genera micro-burbujas. Los sistemas de expansión son colocados en una zona específica, en la que se asegura la mezcla de las micro-burbujas con el agua floculada.

Según la tecnología de decantación, un flóculo debe ser denso y/o de tamaño grande para ser físicamente separado del agua en un decantador, cayendo hacia el fondo.

Por el contrario, según la tecnología de flotación, es suficiente que el flóculo esté bien formado para que pueda ser separado por flotando, de ahí la importancia de las etapas preliminares de coagulación y de floculación.

La coagulación consiste en la adición de un reactivo, el coagulante (de cationes trivalentes), principalmente sales de hierro o de aluminio, que permite la desestabilización de las partículas coloidales presentes en el agua y la neutralización de todas las cargas electronegativas de estas partículas. En el transcurso de esta etapa, las partículas neutralizadas comienzan a aglomerarse para formar micro-flóculos. Estos micro-flóculos son demasiado pequeños para decantarse e incluso demasiado pequeños para engancharse a las micro-burbujas.

En todos los casos, una etapa de floculación es necesaria para incrementar el tamaño de estos flóculos. Una etapa de floculación por agitación mecánica, o de floculación estática permite alcanzar el tamaño del flóculo crítico para que se enganche en las micro-burbujas.

Durante esta etapa de floculación, la inyección de un adyuvante de floculación (polímero, polímero mineral tal como sílice activada, polímero natural, tal como almidón o alginato, o más generalmente polímero de síntesis) es necesaria a veces, pero es indispensable para la clarificación de las aguas superficiales cargadas. El adyuvante de floculación permite favorecer la aglomeración de los flóculos demasiado pequeños con el fin de formar flóculos de tamaño suficiente para flotar, pero permite igualmente dar cohesión al flóculo. De esta manera, después de la flotación de estos flóculos, los lodos formados son más estables. Sin embargo, la adición de un adyuvante de

floculación puede implicar la decantación de flóculos en los floculadores y a veces incluso en la zona de flotación, particularmente si la carga entrante de materias en suspensión (MES) es demasiado grande.

Por lo tanto, las aplicaciones de la flotación están a veces limitadas a la clarificación de aguas poco cargadas (es decir, cuya turbidez es inferior a 40NTU y la concentración en materias en suspensión MES es inferior a 30 mg/l), en particular aguas de lago, de sondeo, agua del mar o la clarificación de efluentes industriales específicos o a la clarificación de aguas de lavado de filtros biológicos. Hasta ahora, la técnica de flotación no ha podido ampliar eficazmente su campo de aplicación a campo amplio de las aguas superficiales cargadas en materias en suspensión de más de 30 mg/l, de fuerte porcentaje de materias minerales de aproximadamente 50 %, como las aguas de río, pero tampoco al campo de las aguas residuales, de las aguas de lavado, de las aguas pluviales. En efecto, es difícil, incluso imposible, hacer "flotar" partículas densas y/o de gran tamaño.

No obstante, se ha realizado tentativas

- Flotadores clásicos han sido equipados con rascadores de fondo para recuperar los lodos decantados. Sin embargo, el agua clarificada está cargada y el paso del rascador degrada todavía más la calidad del agua flotada poniendo en suspensión una parte de los lodos decantados.
- Nuevos flotadores, principalmente según la solicitud de patente FR 2 837 197, integran un pre-decantador en el floculador y pueden responder en parte al problema. La tasa de materias en suspensión que entran en el flotador se reduce debido a la eliminación de una gran parte de estas materias en el pre-decantador.
- La patente europea EP1533277 divulga un procedimiento de flotación según el estado de la técnica.

Ahora bien, en los dos casos precedentes, se comprueba que más allá de un umbral crítico de materias entrantes en el flotador alrededor de 30 mg/l para los flotadores clásicos y de 100 mg/l para los flotadores que integran un pre-decantador, las micro-burbujas tienen dificultad para engancharse sobre los flóculos. En efecto, estos lodos compuestos de una tasa fuerte de materias minerales son densos y presentan así poca superficie para el enganche de las micro-burbujas. Los lodos flotados son inestables, tienen tendencia a descolgarse y trozos de torta contaminan todavía más el agua clarificada.

Según las reglas de la técnica, en los procedimientos anteriores mencionados, el coagulante es inyectado de una vez en una mezcladora en línea (mezcladora estática,...) o en una mezcladora agitada (flash mix, ...) y siempre curso arriba de la inyección del floculante.

La invención tiene por objeto, sobre todo, proporcionar un procedimiento que permite clarificar por flotación aguas cargadas de materias en suspensión de más de 30 mg/l (equivalente aproximadamente a 30NTU) o más de más de 100 mg/l (equivalente aproximadamente a 100NTU), siguiendo la integración o no de un pre-decantador curso arriba de la flotación, conservando una calidad óptima del agua flotada y esto cualquiera que sea el tipo de flotador, clásico o con pre-decantador integrado.

La invención propone aplicar el coagulante en dos puntos:

- una primera dosis de coagulante es inyectada delante de la unidad, curso arriba de la inyección de floculante,
- una segunda dosis de coagulante es añadida, contrariamente a las reglas de la técnica, después de la adición del floculante.

El procedimiento según la invención se caracteriza así porque la etapa de floculación comprende:

- una zona de mezcla del floculante,
- seguida de una zona de mezcla de una segunda inyección de coagulante, efectuada curso debajo de la inyección del floculante y curso arriba de la flotación,
- seguida de una zona de formación de un tipo de flóculo único y estructurado, adaptado a una flotación en una sola etapa.

Los resultados obtenidos gracias a la inyección en dos puntos según la invención son sorprendentes. La tasa de eliminación de las materias en suspensión en el agua bruta es incrementa en una medida considerable.

El agua bruta a tratar puede presentar una concentración en materias en suspensión superior a 30 mg/l (equivalente aproximadamente a 30NTU) o superior a 100 mg/l (equivalente aproximadamente a 100NTU) siguiendo la integración o no de un pre-decantador curso arriba de la flotación.

El procedimiento según la invención se puede aplicar a un agua bruta a tratar que es difícil y necesita la inyección de

un adyuvante de floculación, precediendo el tratamiento según la invención a filtros o tecnologías de membrana como la ultrafiltración.

Con preferencia, la dosis total de coagulante inyectado se distribuye de la siguiente manera:

- 5           - primera inyección durante la etapa de coagulación, curso arriba de la floculación: 10 a 70 en peso de la dosis total de coagulante,
- segunda inyección, curso debajo de la inyección de floculante y curso arriba de la flotación: 30 a 90 % en peso de la dosis total de coagulante.

La distribución de la dosis total de coagulante se puede realizar aproximadamente a 50 % para cada una de las dos inyecciones.

- 10       Durante la etapa de flotación, la emulsión de micro-burbujas puede obtenerse bombeando una fracción del agua clarificada y presurizándola en un balón para disolver una gran cantidad de gas, principalmente de aire, y generar las micro-burbujas por expansión del líquido presurizado en el aparato de flotación; según la invención, la presión de presurización en el balón se puede reducir aproximadamente en 1 bar (clásicamente de 5 bares a 4 bares). Más generalmente, la presión de presurización en el balón se elige suficientemente débil para que el tamaño (o diámetro medio) de las micro-burbujas sea al menos igual a 60  $\mu\text{m}$  (a priori desfavorable para la flotación).
- 15

Una instalación para la aplicación del procedimiento definido anteriormente comprende medios de inyección de una segunda dosis de coagulante curso debajo de la inyección del floculante y curso arriba de la flotación.

- 20       La instalación puede comprender un balón de presurización para generar las micro-burbujas por expansión del líquido presurizado en el aparato de flotación; la presión de presurización en el balón se puede elegir suficientemente débil para que el tamaño de las micro-burbujas sea al menos igual a 60  $\mu\text{m}$ . La presión de presurización en el balón se puede reducir hasta 4 bares.

La invención consiste, puestas aparte las disposiciones expuestas anteriormente, en un cierto número de otras disposiciones, que se explicarán más explícitamente a continuación a propósito de ejemplos descritos con referencia a los dibujos anexos, pero que no son en absoluto limitativos. En estos dibujos:

- 25       La figura 1 es un esquema de una línea de tratamiento según el estado de la técnica para clarificar aguas superficiales cargadas o no.

La figura 2 es un esquema de una línea de tratamiento según la invención para clarificar aguas superficiales cargadas o no, y

La figura 3 es un esquema que ilustra los fenómenos del tratamiento según la invención.

- 30       Con referencia a la figura 1, se puede ver una línea de tratamiento clásico para clarificar aguas residuales superficiales. Esta línea de tratamiento emplea un procedimiento habitual que se descompone de la siguiente manera:

- una etapa de coagulación A con adición de un coagulante 1 al agua bruta EB a tratar,
- 35       - una etapa de floculación B' que recibe el agua que sale de la etapa de coagulación, y que comprende una zona B'1 de mezcla del floculante 2, y una zona B'2 de incremento del volumen de los flóculos 3 favorecido por una agitación mecánica o por sistemas estáticos (no representados),
- y, por último, una etapa C de separación por flotación, con emulsión de micro-burbujas de gas. Los lodos son recuperados en la superficie, y el agua tratada ET es recuperada en la parte baja del flotador.

- 40       La figura 2 ilustra de forma esquemática una línea de tratamiento que emplea el procedimiento según la invención que se descompone de la siguiente manera:

- una etapa de coagulación A1 con adición de un coagulante 1 al agua bruta a tratar EB,
- una etapa de floculación B que comprende:  
            una zona B1 de mezcla del floculante 2, seguida de  
            una zona de mezcla A2 de una segunda inyección de coagulante 1a,
- 45       seguida de una zona B2 de incremento del volumen de los flóculos 3 favorecido por una agitación mecánica o por sistemas estáticos,

- y, por último, una etapa C de separación por flotación.

En el caso de las aguas superficiales poco cargadas, es decir, que tienen una turbidez inferior a 30 NTU con una concentración en MES inferior a 30 mg/l, la utilización de la línea de tratamiento de la figura 1 con una sola inyección de coagulante es satisfactoria. Por el contrario, esta línea de tratamiento no da resultados aceptables para las aguas superficiales cargadas que tienen una turbidez superior a 30 NTU y una concentración en MES superior a 30 mg/l.

La línea de tratamiento según la figura 2, conforme a la invención, permite un tratamiento eficaz de de aquellas aguas superficiales cargadas que tienen una turbidez superior a 30 NTU y una concentración en MES superior a 40 mg/l, gracias a la inyección suplementaria A2 de coagulante.

Los comentarios que siguen proponen una explicación posible al resultado sorprendente obtenido con referencia a la figura 3.

Un agua cargada contiene coloides 4 y muchas materias minerales 5 (porcentaje superior a 50 %). Durante la adición del coagulante 1, las cargas negativas de los coloides 4 son neutralizadas por los cationes trivalentes del coagulante 1. Luego los coloides neutralizados así como las materias minerales se incluyen en precipitados de hidróxido para formar micro-flóculos 6 más densos debido a la presencia de materias minerales 5.

Durante la floculación y por la adición del floculante 2, los flóculos se aglomeran y se incrementan en volumen para formar al final flóculos más densos y más compactos 7.

La segunda inyección de coagulante 1aa provoca la formación de precipitados de hidróxido que se aglomeran entonces alrededor del flóculo para darle una estructura espacial 9 más voluminosa al final de la etapa de floculación. La estructura de este flóculo así formado permite el enganche de un número más importante de micro-burbujas 9 que facilitan la flotación y aseguran a continuación la estabilidad de los lodos flotados 10.

La importancia de los resultados obtenidos se concreta por los ejemplos siguientes.

#### **Ejemplos:**

Los ensayos siguientes han sido realizados en un agua del Sena cargada o dopada (de 50 a 400 NTU aproximadamente).

Las características del agua bruta son:

- Turbidez del agua bruta EB = 50 a 300 NTU,
- MES del agua bruta EB = 70 a 300 mg/L,
- Temperatura = 10 a 18°C.

Estos ensayos han sido realizados sobre una unidad piloto de flotación con un caudal de 12 m<sup>3</sup>/h, que comprende:

- una etapa de coagulación con mezcla del coagulante,
- inyección del floculante en una cuba agitada,
- inyección del coagulante en una zona agitada formada por el exceso de caudal que alimenta el floculador estático,
- una etapa de floculación estática,
- una célula de flotación de sección de 0,4 m<sup>2</sup> que corresponde a una velocidad de 30 m/h.

El sistema de presurización / expansión (ver la figura 2) se compone de un balón de presurización P, en el que es presurizada por una bomba Q una cantidad de agua clarificada tomada en el flotador, para ser reinyectada a continuación en el flotador, según una expansión súbita a la presión atmosférica. El balón P funciona a 4 bares, y está conectado a sistemas de expansión que aseguran la formación de micro-burbujas de tamaño de aproximadamente 40 a 50 µm. En estas condiciones, la tasa de recirculación es de aproximadamente 10 %.

Los resultados obtenidos son:

**- Para turbidez de agua bruta EB = 350 NTU // MES EB = 330 mg/L**

*1) Según el estado de la técnica*

Dosis de coagulante = 40 ppm – con una sola inyección

Dosis de polímero = 0,4 ppm

⇒ Turbidez del agua tratada ET = **140 NTU**

MES del agua tratada ET = 78 mg/L.

2) *Según la invención*

5 Dosis de coagulante = 20 ppm (1ª inyección) + 20 ppm (2ª inyección)

Dosis de polímero = 0,4 ppm

⇒ Turbidez del agua tratada ET = **4,9 NTU**

MES del agua tratada ET = 9,7 mg/L.

**- Para turbidez de agua bruta EB = 100 NTU // MES EB = 100 mg/L**

10 1) *Según el estado de la técnica*

Dosis de coagulante = 40 ppm – con una sola inyección

Dosis de polímero = 0,4 ppm

⇒ Turbidez del agua tratada ET = **4,5 NTU**

MES del agua tratada ET = 9,2 mg/L.

15 2) *Según la invención*

Dosis de coagulante = 20 ppm (1ª inyección) + 20 ppm (2ª inyección)

Dosis de polímero = 0,4 ppm

⇒ Turbidez del agua tratada ET = **1,3 NTU**

MES del agua tratada ET = 4,4 mg/L.

20 Los resultados de los ensayos muestran que la inyección del coagulante en dos puntos permite favorecer el enganche de burbujas y flóculos, aumentar la velocidad ascensional de los flóculos y estabilidad los lodos flotados. La tasa de eliminación de las materias en suspensión del agua bruta es así superior al 95 % con consecuencias o ventajas inesperadas:

25 1/ Una mejora de la calidad del agua flotada, puesto que es posible disminuir la presión en el balón de presurización P previsto para la formación de las burbujas en la célula de flotación. Contrariamente a las reglas de la técnica que preconizan un aumento de la presión y de la tasa de presurización en el caso de la clarificación de las aguas superficiales cargadas, se observa una mejora de la calidad del agua flotada reduciendo la presión en el balón, pudiendo ser reducida esta presión hasta 4 bares. La calidad del agua flotada se mejora en un 20 % aproximadamente, lo que se traduce en una mayor estabilidad de los lodos flotados. Esta reducción de la presión  
30 implica un tamaño de las burbujas más importante (velocidad ascensional más importante) que solamente se puede enganchar sobre flóculos más voluminosos y más estructurados.

Esta técnica de baja presión está adaptada, por lo tanto, a la invención y a todos los flóculos de estructura espacial importante como:

- los flóculos formados con un exceso de coagulante y sin inyección de floculante,
- 35 - los flóculos de naturaleza biológica, etc.

2/ Una prolongación de los ciclos de filtración del tipo de arena detrás del flotador: la segunda inyección de coagulante permite estructurar el flóculo (estructura espacial del flóculo voluminoso), pero también neutralizar el polímero residual de poder de taponamiento muy fuerte, él mismo inyectado curso arriba de la segunda inyección de coagulante. Las duraciones de los ciclos de filtración (entre dos lavados) se incrementan de esta manera. A título de  
40 ejemplo, la duración de un ciclo sobre filtro de arena inicialmente de 18 h se ha prolongado a 30 h.

3/ Ciertas tecnologías de membrana (ultrafiltración) impiden la utilización del polímero sobre su tratamiento previo debido a su poder de taponamiento. Así, la flotación con inyección de floculante no se puede utilizar en el tratamiento previo en casos difíciles como las aguas cargadas. La invención permite entonces utilizar la flotación en

el tratamiento previo de la ultrafiltración y esto incluso en aguas cargadas.

La invención se puede aplicar cualquiera que sea el tipo de floculador curso arriba de la flotación. No obstante, los riesgos de decantación en los floculadores orgánicos o agitados de baja energía son importantes. Conviene prever sistemas ya sea de reposición en suspensión con hélices de altas velocidades ya sea de recuperación de lodos, tales como rascadores o zona de decantación con bombas de extracción.

5

## REIVINDICACIONES

- 5 1.- Procedimiento para la clarificación por flotación de aguas difíciles, cuya turbidez es superior a 30 NTU y la concentración en materias en suspensión MES es superior a 30 mg/L, en particular de aguas superficiales cargadas o de aguas residuales urbanas o bien industriales, de aguas pluviales y, en general, de todos los tipos de aguas difícilmente flotables, en particular de fuerte contenido de materias minerales, o para la clarificación de todos los tipos de aguas que necesitan la inyección de un adyuvante de floculación y que preceden a filtros o tecnologías de membranas como la ultrafiltración, que comprende
- 10       - una etapa de coagulación (A1), en el transcurso de la cual se inyecta una dosis de 10 a 70 % en peso de la dosis total de coagulante (1) en el agua a tratar, estando constituido el coagulante de cationes trivalentes, en particular sales de hierro o de aluminio,
- una etapa de floculación (B), en el transcurso de la cual se efectúa una inyección de floculante (2) en el agua, después de la etapa de coagulación, para aglomerar las partículas en suspensión en forma de flóculos, comprendiendo esta etapa de floculación:
- 15       - la inyección de floculante en una zona (B1) de mezcla del floculante (2),
- seguida de una segunda inyección de coagulante (1a), de 30 a 90 % en peso de la dosis total, efectuada curso debajo de la inyección del floculante, en una zona de mezcla (A2),
- el aumento del volumen de los flóculos (3), adaptados a una flotación en una sola etapa, en una zona (B2), a continuación de la zona de mezcla (A2),
- 20       - y, por último, una etapa (C) de separación por flotación, en el transcurso de la cual, en un aparato de flotación, el agua floculada es mezclada con una emulsión de micro-burbujas de gas, generalmente de aire, que se enganchan en los flóculos y los hacen subir a la superficie, donde son recogidos y evacuados mientras el agua clasificada es evacuada por el fondo del aparato de flotación.
- 25 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque el agua bruta a tratar por los flotadores precedidos de un pre-decantador presenta una turbidez superior a 100 NTU y una concentración en materias en suspensión MES superior a 100 mg/L.
- 30 3.- Procedimiento según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que se aplica a un agua bruta a tratar que es difícil y necesita la inyección de un adyuvante de floculación, precediendo el tratamiento según el procedimiento a filtros o tecnologías de membrana como la ultrafiltración.
- 4.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la distribución de la dosis total de coagulante se realiza aproximadamente al 50 % para cada una de las dos inyecciones.
- 35 5.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según el cual durante la etapa de flotación, la emulsión de micro-burbujas se obtiene bombando una fracción del agua clarificada y presurizándola en un balón (P) para disolver una gran cantidad de gas, principalmente de aire, y generar las micro-burbujas por expansión del líquido presurizado en el aparato de flotación, caracterizado porque la presión de presurización en el balón (P) se reduce hasta 4 bares.
- 40 6.- Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, según el cual durante la etapa de flotación, la emulsión de micro-burbujas se obtiene bombeando una fracción del agua clarificada y presurizándola en un balón (P) para disolver una gran cantidad de gas, principalmente de aire, y generar las micro-burbujas por expansión del líquido presurizado en el aparato de flotación, caracterizado porque la presión de presurización en el balón (P) se selecciona suficientemente estable para que el tamaño de las micro-burbujas sea al menos igual a 60  $\mu\text{m}$ .



FIG.1

Estado de la técnica

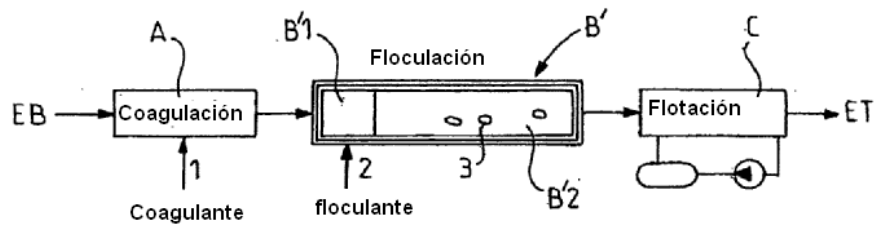


FIG.2

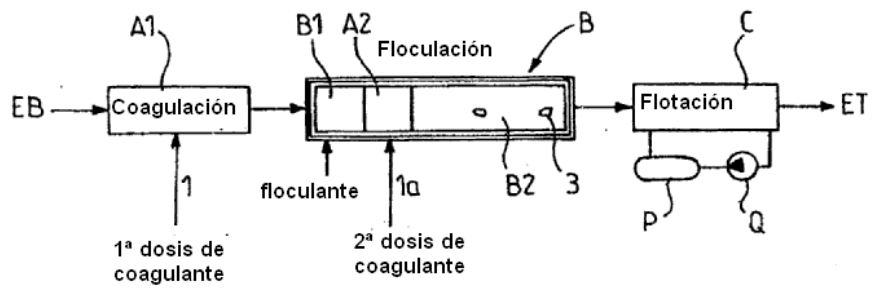


FIG.3

