

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

|                                                                    |                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (22) Data de pedido: <b>2012.05.03</b>                             | (73) Titular(es):<br><b>DEGRÉMONT</b><br><b>TOUR CB21 16, PLACE DE L'IRIS 92040 PARIS</b><br><b>LA DÉFENSE</b> <b>FR</b> |
| (30) Prioridade(s): <b>2011.05.12 FR 1154109</b>                   |                                                                                                                          |
| (43) Data de publicação do pedido: <b>2014.03.19</b>               |                                                                                                                          |
| (45) Data e BPI da concessão: <b>2015.07.29</b><br><b>209/2015</b> | (72) Inventor(es):<br><b>FRANÇOIS LE QUESNE</b> <b>FR</b><br><b>PATRICK VION</b> <b>FR</b>                               |
|                                                                    | (74) Mandatário:<br><b>FERNANDO ANTÓNIO FERREIRA MAGNO</b><br><b>RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º 1200-195 LISBOA</b> <b>PT</b> |

(54) Epígrafe: **DISPOSITIVO DE FLOTAÇÃO RÁPIDA PARA ÁGUAS CARREGADAS COM MATERIAIS EM SUSPENSÃO, E PROCESSO DE IMPLEMENTAÇÃO**

(57) Resumo:

DISPOSITIVO DE FLOTAÇÃO RÁPIDA, NOMEADAMENTE COM AR DISSOLVIDO, PARA O TRATAMENTO DE ÁGUA CARREGADA COM MATERIAIS EM SUSPENSÃO (MES), QUE COMPREENDE UMA ZONA DE MISTURA (B), SEPARADA DE UMA ZONA DE FLOTAÇÃO (C) POR UMA PAREDE (N) POR CIMA DA QUAL PASSA O LÍQUIDO A TRATAR PROVENIENTE DA ZONA DE MISTURA, INCLUINDO A ZONA DE FLOTAÇÃO NA PASTE BAIXA UM PAVIMENTO PERFURADO (1), SITUADO POR CIMA DE UMA LAJE (R), ESTANDO PREVISTA UMA EVACUAÇÃO DE ÁGUA, QUE FOI SUJEITA A FLOTAÇÃO, POR BAIXO DO PAVIMENTO ATÉ A UM SISTEMA DE SAÍDA (3); ESTÃO PREVISTOS, PELO MENOS, DOIS CANAIS SEPARADOS (2), ORIENTADOS DE ACORDO COM O SENTIDO DO ESCOAMENTO DA ÁGUA E POR BAIXO DO PAVIMENTO (1), E POR BAIXO DE EVENTUAIS ESTRUTURAS (W) QUE PROLONGAM O PAVIMENTO, ATÉ MONTANTE DO SISTEMA DE SAÍDA (3); A EXTREMIDADE A JUSANTE (2.1) DOS CANAIS É ABERTA E ESTÁ LOCALIZADA POR CIMA DO NÍVEL DO PAVIMENTO, E ESTÃO PREVISTOS MEIOS DE EVACUAÇÃO (V), PARA CADA CANAL, NA PONTA DA PARTE BAIXA A JUSANTE DESTES REFERIDOS CANAIS.

RESUMO**"Dispositivo de flotação rápida para águas carregadas com materiais em suspensão, e processo de implementação"**

Dispositivo de flotação rápida, nomeadamente com ar dissolvido, para o tratamento de água carregada com materiais em suspensão (MES), que compreende uma zona de mistura (B), separada de uma zona de flotação (C) por uma parede (n) por cima da qual passa o líquido a tratar proveniente da zona de mistura, incluindo a zona de flotação na parte baixa um pavimento perfurado (1), situado por cima de uma laje (R), estando prevista uma evacuação de água, que foi sujeita a flotação, por baixo do pavimento até a um sistema de saída (3); estão previstos, pelo menos, dois canais separados (2), orientados de acordo com o sentido do escoamento da água e por baixo do pavimento (1), e por baixo de eventuais estruturas (w) que prolongam o pavimento, até montante do sistema de saída (3); a extremidade a jusante (2.1) dos canais é aberta e está localizada por cima do nível do pavimento, e estão previstos meios de evacuação (V), para cada canal, na ponta da parte baixa a jusante deste referido canal.

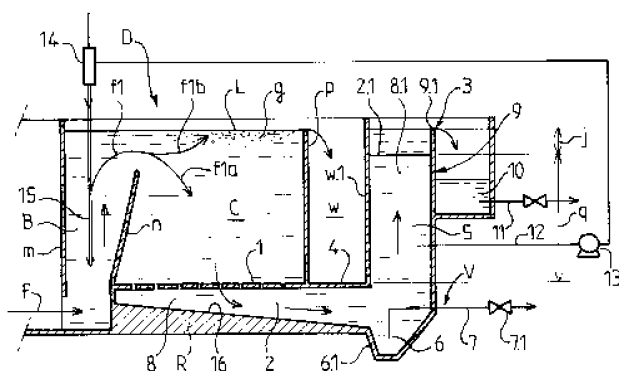


FIG.1

## DESCRIÇÃO

### **"Dispositivo de flotação rápida para águas carregadas com materiais em suspensão, e processo de implementação"**

O invento refere-se a um dispositivo de flotação rápida, nomeadamente por meio de ar dissolvido, para tratamento de uma água carregada com materiais em suspensão (MES), dispositivo do género dos que compreendem uma zona de mistura, nomeadamente com meios de injeção de um fluido pressurizado contendo ar dissolvido, separados de uma zona de flotação por uma parede, por cima da qual passa o líquido a tratar proveniente da zona de mistura, incluindo a zona de flotação na parte baixa um pavimento perfurado, situado por cima de uma laje, estando prevista uma evacuação de água que foi sujeita a flotação por baixo do pavimento até um sistema de saída.

São conhecidos os dispositivos de flotação deste género, nomeadamente a partir da "Mémento technique de l'eau", décima edição, Degrémont, tomo 2, páginas 875-879 relativas a dispositivos de flotação de leito de bolhas, nos quais é melhorada a aderência entre as bolhas de ar e um floco e permite grandes velocidades ascensionais dos agregados de bolhas e flocos até valores de 30 a 40 m/h.

Em EP 1 937 600 e WO2007/028894 que se referem igualmente a dispositivos de flotação deste género, integrados num dispositivo de clarificação que inclui uma zona de filtração por membrana a jusante da zona de flotação.

Graças ao aparecimento destes dispositivos de flotação rápida por meio de ar dissolvido nos últimos anos, o seu domínio de aplicação foi amplamente aumentado, e os mesmos são utilizados em numerosas aplicações, tais como, entre outras, nas águas potáveis, nas águas do mar, nas águas residuais, nas águas industriais e nas águas conspurcadas de lavagem de filtros.

Certas destas águas estão mais ou menos carregadas com materiais em suspensão, de modo que aumentam os riscos de depósito nas lajes dos dispositivos de flotação. O

inconveniente principal de tais depósitos é de prejudicar a repartição hidráulica dos aparelhos, em particular para o escoamento da água por cima do pavimento e o seu carácter uniforme. A repartição hidráulica é tanto mais critica quando os aparelhos forem de grande velocidade de flotação, nomeadamente de 20 a 40 m/h sobre a superfície da flotação.

O controlo destes depósitos na laje é um ponto importante para garantir a repartição do débito pela largura do dispositivo de flotação e sustentar o bom funcionamento.

A evacuação das lamas do fundo pode ser feita, como as lamas de flotação, pela utilizando um raspador mecânico, ou de um aspirador móvel de fundo, que é conveniente introduzir no espaço reduzido existente entre o pavimento perfurado e a laje. Uma tal operação é relativamente complicada.

Para manter um carácter simples, económico e ecológico na exploração da flotação, deseja-se minimizar todos os equipamentos mecânicos de modo que uma tal evacuação por raspador não é satisfatória.

Para controlar os depósitos do fundo, com a evacuação sem fazer intervir meios mecânicos e sem raspagem, foi proposto recorrer a vários funis em toda a superfície de flotação ou a redes de fundo, as quais podem ser constituídas por tubos perfurados.

Esta solução não é totalmente satisfatória porque os funis induzem custos importantes de engenharia civil e/ou de equipamentos, enquanto as redes estão sujeitas a ficarem colmatadas.

O invento tem por objectivo, sobretudo, de fornecer um dispositivo de flotação rápida do género definido anteriormente, o qual já não apresenta ou, apresenta em menor grau, os inconvenientes evocados acima e o qual permite, em particular, controlar os depósitos de lamas no espaço situado por baixo do pavimento, limitando a sua formação e permitindo a limpeza fácil, se necessária. Em particular, as águas que o invento propõe tratar podem apresentar uma concentração de

materiais em suspensão (MES) compreendida entre 20 e 1000 mg/l.

De acordo com o invento, dispositivo de flotação rápida do género em questão é caracterizado por:

estarem previstos, pelo menos, dois canais separados, orientados no sentido do escoamento da água, por baixo do pavimento, e por baixo de eventuais estruturas que prolongam o pavimento até montante do sistema de saída,

a extremidade a jusante do canal está aberta e situada por cima do nível do pavimento, e

estarem previstos meios de evacuação para cada canal, na ponta da parte baixa a jusante deste canal.

De preferência, a extremidade a jusante aberta dos canais está situada, pelo menos, 1 m (1 metro) por cima do nível do pavimento. Vantajosamente, esta extremidade a jusante aberta dos canais está situada ao nível do transbordamento da água de flotação ou, de preferência, por baixo, a cerca de 40 cm por baixo do bordo superior do escoadouro da água de flotação.

Os canais situados por baixo do pavimento podem ser separados por muretes que suportam o pavimento. Vantajosamente, os canais apresentam uma parte ascendente imediatamente a montante do sistema de saída, estando as referidas partes ascendentes separadas por muretes que se prolongam para além do pavimento.

Os canais podem incluir, na base da sua parte ascendente, um ponto de recuperação das lamas e uma tubagem de extração. Este ponto de recuperação pode ser constituído por uma cavidade, na qual mergulha a extremidade da tubagem de extração.

Os canais são vantajosamente perfilados para assegurar uma velocidade suficiente, sensivelmente constante, do escoamento do líquido, superior à velocidade de arrancamento das lamas. A velocidade de arrancamento das lamas é a

velocidade horizontal necessária por cima de um leito de lamas, a qual permite colocar em suspensão as lamas da superfície deste leito. O perfil dos canais é vantajosamente assegurado por um fundo inclinado de montante para jusante que origina um aumento da profundidade e da seção de montante para jusante.

A secção da parte ascendente dos canais pode ser determinada para que a velocidade ascensional do líquido seja superior à velocidade de decantação das partículas com maiores dimensões que se podem escapar à flotação.

Os meios recolha de água que foi sujeita a flotação podem estar previsto numa das partes ascendentes dos canais, nomeadamente quando uma parte de utilização geral está localizada por cima das extremidades elevadas dos canais e comunica com todos os canais, para uma pressurização e injeção de água na zona de mistura.

O invento refere-se igualmente a um processo de implementação de um dispositivo de flotação rápida, tal como definido anteriormente, caracterizado por, durante o funcionamento em produção, sem parar o abastecimento dos efluentes a tratar, é efetuada, durante um tempo reduzido geralmente inferior a 2 minutos, uma extracção com grande débito instantâneo em cada canal pela abertura dos meios de evacuação para purgar as lamas depositadas no fundo da parte ascendente do canal.

Para assegurar uma limpeza da parte de um canal, situado por baixo do pavimento, é parada a produção e o abastecimento de efluente a tratar, e é efectuado no canal em questão um varrimento por meio da abertura prolongada, superior a 1 minuto, dos meios de evacuação do canal de evacuação para baixar o nível de líquido por baixo do bordo superior da parte ascendente do canal e para varrer o canal essencialmente por meio de água, a qual atravessa o pavimento, e para arrancar e evacuar as lamas depositadas no canal.

Vantajosamente, a velocidade de escoamento nos canais, durante uma limpeza está compreendida entre 200 e 1000 m/h, de acordo com a natureza das lamas.

O invento consiste, postas de parte as disposições expostas acima, num certo número de outras disposições, o que será explicado mais explicitamente a seguir a propósito de um exemplo de realização descrito com referência aos desenhos anexos, mas o qual não é de qualquer modo limitativo. Nos desenhos:

a FIG. 1 é um corte esquemático vertical de um dispositivo de flotação rápida de acordo com o invento.

A FIG. 2 é uma vista por cima do dispositivo da FIG. 1.

A FIG. 3 é um corte vertical simplificado semelhante à FIG. 1, que ilustra uma extracção de lamas na base da parte ascendente de um canal, durante a produção.

A FIG. 4 é um corte esquemático pela linha IV-IV da FIG. 3.

A FIG. 5 é um corte vertical simplificado, semelhante à FIG. 1, que ilustra uma limpeza hidráulica periódica, com paragem da produção, e

a FIG. 6 é um corte esquemático pela linha VI-VI da FIG. 5.

Fazendo referência aos desenhos, nomeadamente às FIGS. 1 e 2, pode-se ver que o dispositivo de flotação D de acordo com o invento inclui num tanque, uma zona de mistura e descompressão B, na qual a água que deve ser sujeita à flotação é abastecida segundo a seta F na parte baixa, por baixo de uma parede m, proveniente de uma zona de floculação, não representada, situada à esquerda da parede m de acordo com a FIG. 1.

A zona de mistura B está separada de uma zona de flotação C por uma parede n, a qual, de preferência, se afasta de baixo para cima da parede m. O bordo superior da

parede n está situado a certa distância, nomeadamente de algumas dezenas de centímetros, do nível superior L do líquido na zona de flotação C. A parede n prolonga-se até à laje R que constitui o fundo do tanque.

A água passa por cima do bordo superior da parede n para chegar à zona de flotação, como ilustrado por uma seta fl, a qual divide-se em dois ramos, dos quais um fla, dirigido para baixo, representa o trajeto da água liberta dos materiais em suspensão, enquanto a seta flb, dirigida para cima, ilustra o trajeto das microbolhas carregadas de flocos, as quais se dirigem para um leito de bolhas na superfície da zona de flotação C. As lamas g que foram sujeitas a flotação, recuperadas na superfície da zona C, são evacuadas para uma fossa w de armazenamento/desgaseificação/recuperação das lamas, passando por cima de uma parede p cujo bordo superior forma o escoadouro. A altura da parede p está geralmente compreendida entre 2 m e 5 m.

A zona de flotação C inclui, na parte baixa, um pavimento perfurado 1, situado por cima da laje R a uma distância relativamente reduzida, da ordem de algumas dezenas de centímetros. As perfurações do pavimento 1 estão previstas para assegurar um escoamento uniforme na zona de flotação; em particular, o diâmetro das perfurações é maior a montante, na vizinhança da parede n, e diminui progressivamente para jusante no sentido da parede p. Como variante, as perfurações podem ter o mesmo diâmetro, mas o seu número por unidade de superfície é mais elevado na vizinhança da parede n e diminui para jusante.

De acordo com o invento, pelo menos, dois canais separados 2, independentes, orientados segundo o sentido do escoamento da água, estão previstos por baixo do pavimento horizontal 1 e prolongam-se até montante de um sistema de saída de 3 da água que foi sujeita a flotação. Os canais 2 continuam para além de pavimento 1 e passam por baixo do fundo 4 da fossa w que constitui uma estrutura que prolonga o pavimento.

A extremidade a jusante aberta 2.1 dos canais está situada a uma distância q (FIG. 1) por cima do nível do

pavimento 1, de modo que cada um dos canais 2 inclui uma parte ascendente 5, para além da fossa w. A distância q é, de preferência, pelo menos, 1 metro

Na base da parte ascendente, cada canal inclui um ponto 6 de recuperação das lamas, no fundo de uma cavidade em tronco de pirâmide invertida 6.1, com uma tubagem de extracção 7, munida com uma válvula 7.1, que constitui os meios de evacuação V na ponta de cada parte baixa a jusante do canal.

Os canais 2 estão separados por muretes verticais 8 paralelos, que constituem as paredes laterais destes canais. Os muretes 8, na sua porção situada por baixo do pavimento 1, servem de suportes para este pavimento e às estruturas que prolongam este pavimento, nomeadamente para o fundo 4 da fossa w. A utilização destes muretes como suportes do pavimento elimina a necessidade de outros tipos de suportes, tais como escoras que criam zonas de depósito de lamas.

A fossa w está delimitada por uma parede a jusante w.1 vertical. A parte ascendente 5 dos canais está compreendida entre esta parede w.1 e uma parede vertical a jusante 9 da instalação, cujo bordo superior 9.1 está ligeiramente inferior ao nível da parede p.

Os muretes 8 prolongam-se por baixo do fundo 4 até à parede 9 e incluem uma parte vertical 8.1, ortogonal em relação à parede 9, que delimita a parte ascendente 5 dos canais 2. A extremidade aberta superior 2.1 dos canais corresponde ao bordo superior da parte vertical 8.1 dos muretes.

A extremidade a jusante aberta 2.1 dos canais está situada a uma distância q por cima do pavimento 1, sendo esta distância q vantajosamente igual a, pelo menos, 1 m. A extremidade aberta está localizado 2.1 está situada no nível 9.1 do transbordamento da água que foi sujeita a flotação, ou por baixo, de preferência, a uma distância j (FIG. 1) de cerca de 40 cm.

Os meios de evacuação V ou o sistema de extração de cada canal estão previstos para permitir trasfegar, tanto na produção com abastecimento contínuo de efluentes a tratar, como na paragem quando o abastecimento de efluentes a tratar é parada, um débito  $Q_s$ , que sai através da conduta 7, superior ao débito nominal de alimentação  $Q_a$  de cada canal. Este débito  $Q_a$  corresponde ao débito de água que foi sujeita a flotação que atravessa o pavimento 1 e chega a cada canal.

A instalação de acordo com o invento está concebida de tal modo que a velocidade do escoamento  $U_a$  da água em cada canal 2 por baixo do pavimento 1, correspondente ao débito de alimentação  $Q_a$  na parte horizontal dos canais é superior à velocidade de arrancamento das lamelas para limitar os depósitos durante o funcionamento ao débito nominal da instalação.

A velocidade de arrancamento das lamelas é a velocidade horizontal por cima de um leito de lamelas que permite colocar em suspensão as lamelas da superfície deste leito

A velocidade ascensional da água na parte ascendente 5 é designada por  $U_d$  e corresponde ao débito de  $Q_A$ . As secções de passagem são determinadas para que esta velocidade  $U_d$  seja superior à velocidade de decantação das partículas com maiores dimensões que pode escapar à flotação.

O bordo superior 9.1 da parede de extremidade a jusante 9 constitui um escoadouro do sistema de saída 3, por cima do qual passa a água que foi sujeita a flotação para cair num vertedouro 10 de onde a mesma é evacuada, na parte baixa, por uma conduta 11. O vertedouro 10 recolhe a água que foi sujeita a flotação proveniente dos diferentes canais 2 e a conduta 11 recolhe o conjunto dos escoamentos de evacuados por cada canal.

A parte ascendente 5 de cada canal pode subir até ao nível da água no escoadouro de saída, isto é, até que ao nível do bordo 9.1. Vantajosamente, a altura do escoadouro limpo em cada parte ascendente 5 pode ser regulável.

No caso em que a parte ascendente 5 sobe até ao nível de água no transbordamento 9.1, o bordo superior 2.1 encontra-se ao nível do escoadouro 9.1. A repartição do débito da água que foi sujeita a flotação por toda a largura da estrutura é assegurada por um nível idêntico dos escoadouros 9.1 associados a cada parte ascendente 5, em particular, se a repartição lateral do escoamento da água que foi sujeita a flotação não for assegurada eficazmente a montante pelo pavimento 1.

No caso em que o pavimento 1 assegura uma boa repartição lateral do escoamento da água que foi sujeita a flotação, a parte ascendente 5 dos canais 2 pode parar a um nível 2.1 situado por baixo do plano da água correspondente ao nível 9.1 do escoadouro, assim, conservar um único escoadouro, fixo ou móvel, para o conjunto das saídas dos canais 2. De preferência, o bordo superior da parte vertical 8.1 do murete, correspondente ao nível de 2.1, pára a uma distância j de cerca de 40 cm por baixo do plano da água definido pelo escoadouro 9.1. Existe então a utilização geral das saídas dos canais que estão em comunicação pela zona situada por cima dos bordos superiores das partes ascendentes 8.1 dos muretes. Isto permite a trasfega do débito de água (pela pressurização e a sua injeção na zona de mistura B) na parte ascendente de qualquer canal 2, a um nível relativamente baixo para evitar a criação do vórtice. A água recolhida num canal proveniente do escoamento geral graças à comunicação entre os vários canais na zona de utilização geral situada por cima dos bordos superiores 2.1.

A água retirada por uma conduta 12 para a pressurização por uma bomba 13 é enviada para um dispositivo 14 para injeção de ar e dissolução do ar na água sob pressão. A água pressurizada contendo ar dissolvido é injectada por um tubo 15 na parte baixa da zona de mistura B.

A secção transversal dos canais perfilados 2 aumenta de montante para jusante. Este aumento é vantajosamente obtido por uma parede de fundo inclinada 16, como ilustrado na FIG. 1 de montante para jusante.

No exemplo representado na FIG. 2, estão previstos três canais paralelos 2 na parte baixa da instalação. O número de canais pode ser superior e é determinado em função das condições de exploração.

O processo de implementação do dispositivo de acordo com o invento é o seguinte, nomeadamente com referência às FIG. 3 a 6. Nas FIG. 4 e 6 apenas duas partes ascendentes 5 de canais adjacentes estão representadas para simplificar, mas estão geralmente previstos mais do que dois canais.

### **Produção**

Na produção, isto é, quando o abastecimento da água a tratar é assegurado a montante, a água floculada é abastecida na parte baixa da câmara de mistura B e mistura-se com água pressurizada injectada pelo tubo 15. As microbolhas formadas, às quais se ligam os flocos sobem com o escoamento de água para formar um leito de bolhas na parte superior da zona de flotação C. As lamas que foram sujeitas a flotação são recuperadas na superfície e depois evacuadas para a fossa w de armazenamento/desgasificação/recuperação das lamas.

A água que foi sujeita a flotação de cima para baixo na zona de flotação C e atravessa o pavimento 1 para se escoar nos canais 2, subir de novo na parte ascendente 5 e transbordar por cima do bordo superior do 9.1 vertedouro 10 de recuperação da água que foi sujeita a flotação.

O sistema de extracção formado pelos meios de evacuação V, previstos na base da parte ascendente de cada canal permite efetuar uma extracção dos depósitos de lamas 17 (FIGS. 3 e 4), os quais são produzidos em torno do ponto de recuperação 6 das lamas na base da parte ascendente 5 de um canal. Para isso, é activada a abertura dos meios de evacuação V de um canal, o que cria um débito grande  $Q_s$  de escoamento, principalmente de cima para baixo na parte ascendente 5, criando uma grande velocidade de arrastamento, nomeadamente o dobro da do débito nominal do canal se  $Q_s = 2 Q_a$ . Lembra-se que  $Q_a$  corresponde ao débito nominal do canal.

Esta grande velocidade de arrastamento repõe em suspensão os depósitos 17 em torno do ponto de recuperação das lamas e permite a sua evacuação. A supressão dos depósitos na base da parte ascendente 5 do canal elimina também os núcleos de formação dos depósitos na parte horizontal do canal 2 e, em particular, por baixo do pavimento 1. Esta extracção com uma duração limitada de alguns minutos, ou até mesmo inferior a 1 minuto, corresponde a uma ação preventiva que pode ser efetuada periodicamente em cada canal separadamente sem interromper a produção.

### **Limpeza hidráulica**

É ainda possível efetuar uma limpeza hidráulica periódica (FIGS. 5 e 6) dos canais 2 nas suas partes situadas por baixo do pavimento 1. Para isso, o dispositivo de flotação é parado, sendo parado o abastecimento de água a tratar. As extrações são efetuadas canal por canal.

Quando esta operação é efetuada num canal 2, pela abertura dos meios de drenagem V, desde que o nível de água na parte ascendente 5 do canal se torne inferior ao nível superior do murete 8.1, isto é, se torne inferior ao bordo 2.1 (ver as FIGS. 5 e 6), o débito de água de extracção proveniente da água, a qual atravessou o pavimento 1 e se escoou horizontalmente no canal 2. Este débito percorre então a parte horizontal do canal com velocidades quase duplas da velocidade de arrancamento das lamas, sempre no caso em que  $Q_s = 2 Q_a$ , na hipótese de um canal 2 relativamente limpo cuja secção transversal não é diminuída pela presença de lamas. A velocidade de escoamento é superior a este valor, quando existem depósitos substanciais 18 de lamas no canal, que reduzem a seção de passagem. Estes excessos de velocidades permitem o arrastamento das lamas depositadas 18, como ilustrado nas FIGS. 5 e 6.

### **Exemplo**

A implementação do processo é pormenorizada a propósito de um exemplo que se refere ao caso da água de lavagem dos filtros biológicos que contêm materiais em suspensão com uma concentração compreendida entre 200 e 1000 mg/l.

O dispositivo de flotação permite tratar um débito de 360 m<sup>3</sup>/h.

A superfície do pavimento perfurado 1 que assegura a repartição igual do escoamento é de 18 m<sup>2</sup>. Este pavimento desemboca em quatro canais 2 de cerca de 1 m de largo cada. A altura e o perfil de cada canal são calculados de modo que, em qualquer ponto do canal, com o débito nominal, as velocidades de escoamento são maiores do que as de arrancamento das lammas. As velocidades de escoamento estão situadas entre 200 e 1000 m/h, segundo a natureza das lammas.

O aparelho está equipado com um escoadouro 9.1 móvel e foi feita a opção de posicionar o bordo superior 2.1 da parte ascendente 8.1 do murete do canal 250 mm por baixo do escoadouro 9.1 ( $j = 250$  mm).

A saída da água que foi sujeita a flotação, a qual passa por cima do escoadouro 9.1, é, por este facto, de utilização geral, uma vez é repartida por todos os canais, e é possível trasfegar a água de pressurização de qualquer uma das células formadas pelas partes ascendentes dos canais. O débito de saída Qs pode ser igual a 180 m<sup>3</sup>/h, enquanto o débito nominal de um canal e de uma célula é de 90 m<sup>3</sup>/h.

O sistema de extracção, por gravidade ou por bombagem, está previsto para assegurar um débito de 180 m<sup>3</sup>/h.

As extracções são realizadas ciclicamente, pela utilização de válvulas automáticas previstas nos meios de evacuação V.

Em produção, para evitar qualquer núcleo de formação de depósito na saída da parte horizontal do canal, são realizadas na base da parte ascendente extracções periódicas, pelo menos, uma vez por dia. O excesso de débito instantâneo permite a reposição em suspensão, depois o arrastamento de todas as lammas e em torno da zona de extração 6, como exposto anteriormente.

De qualquer modo, a seguir a muitas paragens/arranques e a funcionamentos com débitos inferiores ao débito nominal, as

lamas podem-se acumular por baixo do pavimento 1, como representado em 18 nas FIGS. 5 e 6. São realizadas periodicamente limpezas hidráulicas preventivas, em particular entre uma vez por semana a uma vez de três todos os três meses, segundo o tipo de lamas a tratar. Como exposto anteriormente, esta operação consiste na paragem do abastecimento da água a tratar no dispositivo de flotação, e em lançar extrações cíclica para cada canal. O nível da água na estrutura baixa.

Quando este nível passa para baixo do bordo superior 2.1 da parte vertical 8.1 do murete que termina cada canal 2, os canais incluem-se em zonas isoladas que comunicam apenas por montante do pavimento 1. O débito de extração  $Q_s$ , de  $180 \text{ m}^3/\text{h}$  no exemplo considerado, vai ser originado principalmente da água que atravessa o pavimento 1. Este débito de extração é então duplo do débito nominal e criado por baixo do pavimento com grandes velocidades de arrancamento.

Se o canal 2 considerado tiver poucos depósitos, a velocidade de extracção é igual a duas vezes a velocidade de arrancamento. Mas, se, devido a uma manutenção mais espaçada ou a um mau funcionamento, os depósitos 18 são grandes, então a velocidade de extração pode atingir a dez vezes a velocidade de arrancamento, garantindo assim uma reposição em suspensão de toda a lama.

A trasfega numa única célula, formada pela parte ascendente 5 de um canal, traduz-se num abaixamento do nível  $h$  (FIG. 6) nesta parte ascendente 5 do canal 2 considerado. Este abaixamento  $h$  do nível é da ordem de quatro vezes a perda de carga criada pelo pavimento 1 e a parte a montante do canal 2 com o débito nominal, uma vez que a velocidade de escoamento é igual a duas vezes a velocidade nominal (a perda de carga é proporcional ao quadrado da velocidade). Em seguida, todos os níveis nas partes ascendentes do canal baixarão em paralelo, a diferença entre a parte a jusante do canal de trasfega e a parte a jusante dos outros canais permanece então constante e sempre da ordem de quatro vezes a perda de carga inicial do pavimento 1 e da parte a montante do canal. Esta diferença de nível  $h$  permanece, de preferência, inferior a 1 m (um metro).

Um dispositivo de flotação de acordo com o invento pode ser utilizado para o tratamento de água carregadas com materiais em suspensão, originando uma espuma de lamas na superfície da zona de flotação mais densa e uma acumulação de elementos densos por baixo do pavimento 1.

Lisboa, 2015-10-05

### REIVINDICAÇÕES

1 - Dispositivo de flotação rápida, nomeadamente com ar dissolvido, para tratamento de uma água carregada com materiais em suspensão (MES), que inclui uma zona de mistura (B), separada de uma zona de flotação (C) por uma parede (n) por cima da qual passa o líquido a tratar, proveniente da zona de mistura, incluindo a zona de flotação na parte baixa um pavimento perfurado (1), situado por cima de uma laje (R), uma evacuação de água que foi sujeita a flotação que está prevista por baixo do pavimento até um sistema de saída (3), caracterizado por:

- estarem previstos, pelo menos, dois canais separados (2), orientados segundo o sentido de escoamento da água, por baixo do pavimento (1) e por baixo de eventuais estruturas (w) que prolongam o pavimento, até montante do sistema de saída (3 ),

- a extremidade a jusante (2.1) dos canais estar aberta e situada por cima do nível do pavimento, e

- estarem previstos meios de evacuação (V), para cada canal, na ponta da parte baixa a jusante deste canal.

2 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a extremidade aberta a jusante (2.1) dos canais, estar situada, pelo menos, 1 m (1 metro) acima do nível do pavimento (1).

3 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado por a extremidade a jusante aberta (2.1) dos canais, estar situada na proximidade por baixo do nível (9.1) do transbordamento da água que foi sujeita a flotação.

4 - Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por os canais (2), situados por baixo do pavimento, estarem separados por muretes (8) que suportam o pavimento.

5 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 4, caracterizado por os canais (2) apresentarem uma parte

ascendente (5) imediatamente a montante do sistema de saída (3), estando as referidas partes ascendentes separadas por muretes (8.1) que se sobem para além do pavimento.

6 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por os canais (2) incluírem, na base da sua parte ascendente (5), um ponto de recuperação (6) de lamas e uma tubagem de extração (7).

7 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por o ponto de recuperação (6) ser constituído por uma cavidade (6.1), na qual mergulha a extremidade da tubagem de extração (7).

8 - Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por os canais (2) serem perfilados para assegurar uma velocidade suficiente, sensivelmente constante, de escoamento do líquido superior à velocidade de arrancamento das lamas.

9 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por o perfil dos canais ser assegurado por um fundo inclinado (16) de montante para jusante que origina um aumento na profundidade e da secção transversal de montante para jusante.

10 - Dispositivo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado por a secção transversal da parte ascendente (5) dos canais, ser determinada para que a velocidade ascensional do líquido seja superior à velocidade de decantação das partículas com maiores dimensões que podem escapar à flotação.

11 - Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por estarem previstos meios de recolha da água que foi sujeita a flotação (12, 13) numa das partes ascendentes dos canais, nomeadamente quando uma parte de utilização geral está situada por cima das extremidades elevadas (2.1) dos canais e comunica com todos os canais, para uma pressurização e injeção de água na zona de mistura (B).

12 - Processo para implementação de um dispositivo de flotação rápida de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado por, durante o funcionamento em produção, sem paragem do abastecimento de efluentes a tratar, ser efectuada uma extracção com grande débito instantâneo em cada canal pela abertura dos meios de evacuação (V), a fim de purgar as lamas (17) depositadas na base (6) da parte de ascendente (5) do canal.

13 - Processo de acordo com a reivindicação 11, caracterizado por, para assegurar uma limpeza da parte de um canal (2), situada por baixo do pavimento (1), ser parada a produção e o abastecimento do efluente a tratar, e ser efectuado no canal em questão um varrimento pela abertura prolongada dos meios de evacuação (V) do canal, para baixar o nível de líquido para baixo do bordo superior da parte ascendente do canal e para varrer o canal essencialmente com água que atravessa o pavimento (1), e evacuar as lamas eventualmente depositadas no canal.

14 - Processo de acordo com a reivindicação 13, caracterizado por a velocidade do escoamento nos canais (2) durante uma limpeza, estar compreendida entre 200 e 1000 m/h, segundo a natureza das lamas.

Lisboa, 2015-10-05

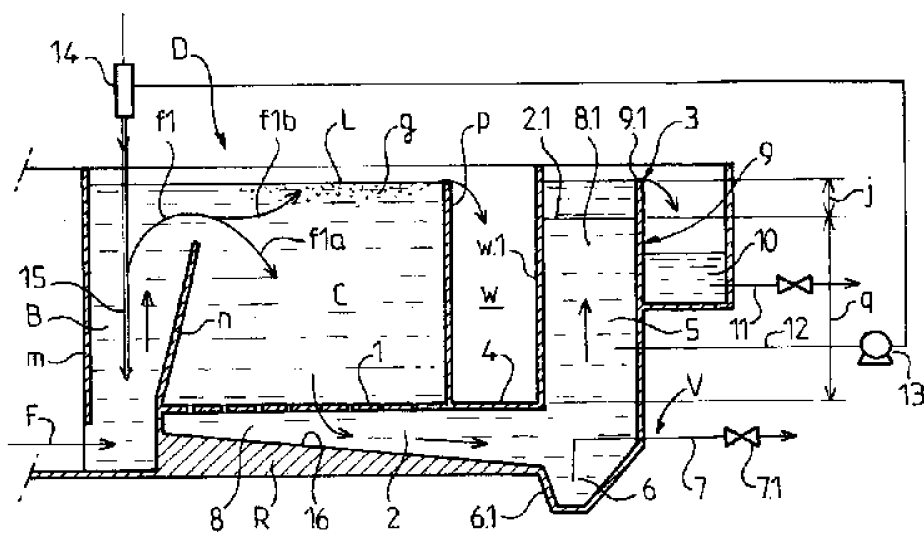


FIG.1

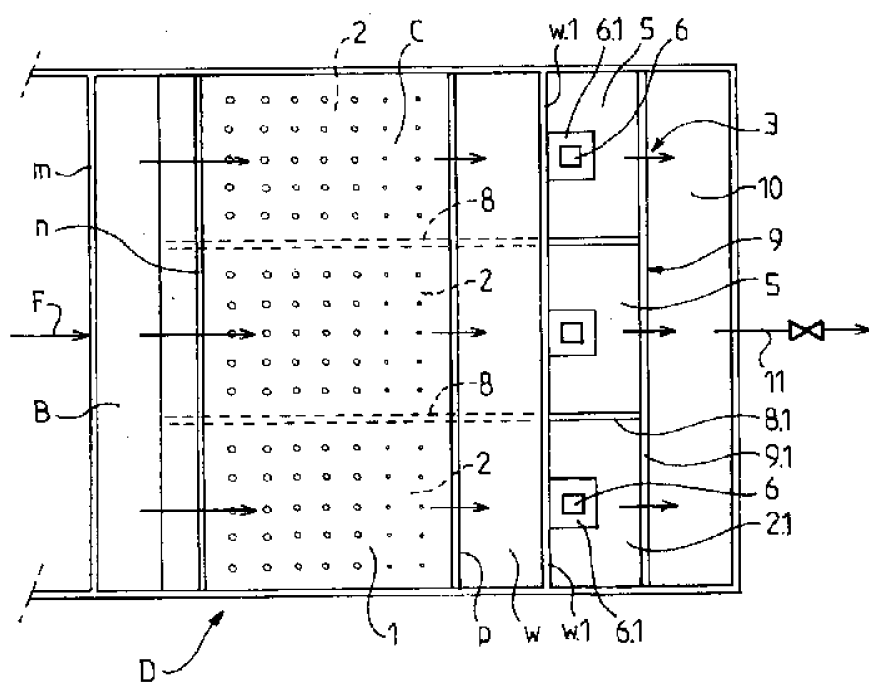


FIG. 2

