



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112017024712-7 B1



(22) Data do Depósito: 25/05/2016

(45) Data de Concessão: 19/04/2022

(54) Título: ELEMENTO DE SEPARAÇÃO PARA OBTER UMA SEPARAÇÃO MOLECULAR E/OU PARTICULADA DE UM MEIO FLUIDO, E MÓDULO DE SEPARAÇÃO PARA OBTER UMA SEPARAÇÃO MOLECULAR E/OU PARTICULADA DE UM MEIO FLUIDO

(51) Int.Cl.: B01D 63/06; B01D 67/00; B28B 1/00; C04B 38/00.

(30) Prioridade Unionista: 29/05/2015 FR 1554913.

(73) Titular(es): TECHNOLOGIES AVANCEES ET MEMBRANES INDUSTRIELLES.

(72) Inventor(es): PHILIPPE LESCOCHE; JÉRÔME ANQUETIL.

(86) Pedido PCT: PCT FR2016051234 de 25/05/2016

(87) Publicação PCT: WO 2016/193574 de 08/12/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/11/2017

(57) Resumo: ESTRUTURA COLUNAR MONOBLOCO DE SEPARAÇÃO DE UM MEIO FLUIDO. A invenção refere-se a um elemento de separação para obter uma separação molecular e/ou particulada por fluxo tangencial de um meio fluido a tratar em um filtrado e um retentado, este elemento comportando uma estrutura (2) de, pelo menos, duas colunas rígidas porosas (3) feitas de um mesmo material, posicionadas uma ao lado da outra para delimitar, no exterior de suas paredes exteriores, um volume (4) de recuperação do filtrado, cada coluna (3) comportando internamente, pelo menos, uma estrutura aberta (5) para a circulação do meio fluido, se abrindo em uma das extremidades desta coluna porosa para a entrada do meio fluido a tratar e na outra extremidade para a saída do retentado. De acordo com a invenção, o elemento é uma estrutura rígida (2) monobloco feita de uma peça única, homogênea e contínua em todo o seu conjunto sem solda nem adições exógenas.

“ELEMENTO DE SEPARAÇÃO PARA OBTER UMA SEPARAÇÃO MOLECULAR E/OU PARTICULADA DE UM MEIO FLUIDO, E MÓDULO DE SEPARAÇÃO PARA OBTER UMA SEPARAÇÃO MOLECULAR E/OU PARTICULADA DE UM MEIO FLUIDO”

[0001] A presente invenção refere-se ao domínio técnico dos elementos de separação por fluxo tangencial de um meio fluido a tratar em um filtrado e um retentado, comumente chamados membranas de filtração.

[0002] Os processos de separação utilizando membranas são utilizados em numerosos setores, notadamente no ambiente para a produção de água potável e o tratamento de efluentes industriais, nas indústrias química, petroquímica, farmacêutica, agroalimentícia e biotecnológica.

[0003] Uma membrana constitui uma barreira seletiva e permite, sob a ação de uma força de transferência, a passagem ou a retenção de alguns componentes do meio a tratar. A passagem ou a retenção dos componentes resulta de seu tamanho em relação ao tamanho dos poros da membrana que se comporta, então, como um filtro. Em função do tamanho dos poros, estas técnicas são denominadas microfiltração, ultrafiltração ou nanofiltração.

[0004] Existem membranas de naturezas, estruturas e texturas diferentes. Por exemplo, as membranas cerâmicas. Elas são, em geral, constituídas por um suporte poroso que assegura a resistência mecânica da membrana e confere, igualmente, o formato e, portanto, determina a superfície filtrante da membrana. Sobre este suporte, uma ou várias camadas de alguns microns de espessura assegurando a separação e referidas camadas separadoras, camadas de filtração, camadas de separação ou camadas ativas, são depositados. Durante a separação, a transferência do fluido filtrado é efetuada através da camada separadora, depois este fluido se espalha na textura porosa do suporte para se dirigir para a parede exterior do suporte poroso. Esta parte do fluido a tratar tendo atravessado a camada de separação e o suporte poroso é chamada permeado ou filtrado e se encontra recuperada por uma câmara de coleta ou espaço periférico cercado a membrana e delimitado por uma caixa e placas de suporte das membranas. A outra parte é chamada retentado sendo, com

maior frequência, reinjetada no fluido a tratar a montante da membrana, graças a um circuito de circulação.

[0005] De modo clássico, o suporte é, a princípio, fabricado de acordo com a forma desejada por extrusão, depois sinterizado a uma temperatura e durante um tempo suficiente para assegurar a solidez requerida conservando, ao mesmo tempo, na cerâmica obtida, a textura porosa aberta e interconectada desejada. Este processo força a obtenção de um ou vários canais retilíneos em cujo interior são, então, depositadas e sinterizadas a ou as camadas separadoras. Os suportes são tradicionalmente de forma tubular e comportam um ou vários canais retilíneos dispostos paralelamente ao eixo central do suporte.

[0006] De modo geral, como é descrito, por exemplo no pedido de patente FR 2 786 109, tais membranas são usadas em uma caixa para formar um módulo de filtração que é, portanto, constituído por um envoltório metálico, com maior frequência cilíndrico, que é equipado, em suas extremidades, com uma placa suporte na qual são dispostos orifícios para receber as extremidades dos elementos de filtração. Assim, para formar um módulo de filtração, os elementos de filtração são posicionados no interior da caixa se estendendo paralelamente uns aos outros. Os elementos de filtração são montados de modo estanque a cada uma de suas extremidades, sobre a placa de suporte, com a ajuda de juntas de estanqueidade.

[0007] Por caixa, é entendido mais precisamente o conjunto formado por uma camisa, que é um envoltório metálico geralmente cilíndrico, equipado em cada uma de suas extremidades por uma placa, mais precisamente chamada placa de cabeça, na qual são dispostos orifícios para receber e posicionar as extremidades dos elementos de filtração em paralelo dentro da camisa.

[0008] A estanqueidade entre os elementos de filtração e a placa de cabeça é obtida com uma junta única ou várias juntas individuais. Os módulos industriais da arte anterior compreendem, com efeito, dois tipos de juntas, a saber, a junta única e a junta individual.

[0009] A junta única consiste em efetuar a estanqueidade do conjunto dos elementos de separação presentes em uma caixa a partir de uma peça única

perfurada com número igual de passagens que os elementos de separação. Estes últimos são dispostos em paralelo no interior da caixa e seu posicionamento é obtido a partir da placa de cabeça que compreende um número de passagens igual ao número de elementos de filtração. Estes últimos ultrapassam levemente a placa de cabeça, em uma distância da ordem de grandeza da espessura da junta. Acima da junta, uma contraplaca é disposta no objetivo de comprimir esta última por intermédio de porcas de aperto. Esta contraplaca possui passagens cujos eixos são confundidos com os da placa de cabeça. O diâmetro destas passagens é um pouco inferior ao diâmetro exterior do elemento de filtração. Os principais parâmetros que participam no projeto desta junta são sua espessura, definida pela parte do elemento de filtração que penetra no interior da junta, bem como sua dureza que, definida a partir da dureza Shore, participa no achatamento da junta durante a fase de aperto da contraplaca. A associação da dureza e da espessura permite de definir um achatamento que irá depender da estanqueidade.

[0010] A junta individual é colocada em torno de cada elemento de filtração. Ela é composta por uma saia que circunda uma parte das extremidades destas últimas. A parte exterior desta saia pode ser cilíndrica ou cônica. Saia se estende por uma parte superior que cobre, em parte, a extremidade do elemento de filtração. Esta parte é disposta na periferia da extremidade do elemento de separação e seu diâmetro interno é determinado para não obstruir os canais de circulação. Como previamente, a caixa comporta uma placa de cabeça comportando o mesmo número de passagens que elementos de filtração. O formato e as dimensões destas passagens são determinados para receber a saia da junta (cilindro ou cone), evitando, assim, qualquer contato entre o elemento de filtração e o metal da placa de cabeça. Quanto à parte superior da junta, ela vem se alojar nos pontos obtidos na contraplaca, a profundidade destes pontos sendo inferior à parte superior da junta. Três parâmetros principais participam na realização destes juntas individuais: o formato da saia, a altura da parte superior e a dureza Shore da junta. A associação destes três parâmetros permite definir, em primeiro lugar, um achatamento do qual vai depender a estanqueidade e, em segundo lugar, uma proteção da parte do elemento de filtração

que atravesse a placa de cabeça.

[0011] Qualquer que seja o tipo de junta, única ou individual, elas são obtidas por operações de fabricação de plásticos que requerem a fabricação de moldes de injeção onerosos, cujo amortecimento contribui de modo significativo no preço de custo de uma junta.

[0012] O volume interior de um elemento de separação sendo definido e limitado de suas dimensões exteriores e a área da superfície filtrante sendo proporcional ao número de canais, foi constatado que a área das superfícies filtrantes das membranas de filtração colide com um teto e apresentam, deste fato, desempenhos limitados em termos de taxa de fluxo.

[0013] De modo histórico e cronológico foram comercializados no mercado elementos de separação tubulares cilíndricos monocanal, depois elementos de separação tubulares multicanais.

[0014] Os primeiros elementos de separação multicanais, dos quais um dos interesses, além do aumento da área total da superfície filtrante, reside na obtenção de canais de pequenos diâmetros hidráulicos, sem riscos de fragilidade para o elemento de separação, comportavam, exclusivamente, canais de seções retas circulares.

[0015] A geração seguinte abandona os canais circulares a fim de melhor ocupar o volume interno do tubo e aumentar sua superfície filtrante o que teve, por consequência, aumentar a compacidade expressa em m^2/m^3 nas caixas e, também, aumentar as possibilidades de turbulências, esta compacidade, expressa em m^2/m^3 , correspondendo à relação da soma das superfícies filtrantes dos elementos de filtração dividida pelo volume interno da caixa na qual elas são instaladas.

[0016] Sabe-se que a compacidade das caixas nas quais são instalados os elementos de separação monocanais ou multicanais é limitada, para uma caixa de diâmetro interior dada e para elementos de separação possuindo uma superfície filtrante dada, pela distância D entre cada um destes elementos de separação, cuja distância é dependente da espessura das juntas utilizadas e dos imperativos de resistência mecânica das placas de cabeça.

[0017] Aliás, qualquer que seja o tipo de junta, única ou individual, a saia que cobre a parte exterior do elemento de filtração e realiza a estanqueidade entre o metal e o elemento de filtração se estende por uma placa comum no caso da junta única ou por uma placa individual no caso da junta individual. A espessura desta saia, assim como a tela entre duas passagens, define esta distância D, portanto depende diretamente do número de elementos de filtração no interior da caixa. Esta tela é definida para permitir a resistência mecânica da caixa como, por exemplo, uma resistência a uma pressão interior de 10 bars.

[0018] A título de exemplo, a tabela abaixo dá o número de elementos de separação e o número de juntas individuais para três caixas industriais.

	Configuração industrial da técnica anterior		
	DN100 110mm	DN200 213mm	DN350 349mm
Diâmetro interno da caixa			
Número de elementos de filtro na caixa	7	37	99
Número de juntas específicas individuais	14	74	198

[0019] Conhece-se, igualmente, a partir do pedido de patente US 2004/0076874, um módulo de separação comportando uma série de colunas porosas suportadas em uma de suas extremidades por uma placa de entrada e na outra de suas extremidades por uma placa de saída. Estas colunas porosas são fixadas às placas de entrada e de saída por exemplo por sinterização. Um dos inconvenientes de tal módulo refere-se a dificuldade de obter esta montagem nos casos em que os valores do diâmetro exterior, bem como da espessura das colunas porosas, são muito baixos. Com efeito, a ausência de resiliência da cerâmica associada às baixas dimensões das colunas torna estas últimas muito frágeis, o que limita consideravelmente, a nível industrial, a realização de módulo de separação comportando um grande número destas colunas. Ainda com relação a estas condições de baixo diâmetro externo e de baixa espessura, um outro inconveniente aparece na dificuldade de controlar a distância entre as colunas quando o valor desta última é muito baixo. A título de exemplo, não é possível visar fabricar um módulo de separação comportando algumas centenas de colunas

porosas de $D_h = 1,6$ mm, de espessura = 0,9 mm e de distância inter-coluna de 0,5 mm, sem que uma única das colunas sofra uma quebra, tornando assim o módulo de separação inoperante.

[0020] Uma solução consiste em realizar as montagens onde o número se limite a algumas dezenas, mas é necessário, em seguida, montar entre as mesmas estes mini-módulos para obter um módulo de separação de superfície filtrante equivalente. Ora, a montagem destes mini-módulos acarreta uma perda de volume considerável em razão do espaço entre estes mini-módulos, o que reduz a compacidade do conjunto.

[0021] A presente invenção visa remediar os inconvenientes da técnica anterior, ao propor um novo elemento monobloco de separação para obter uma separação molecular e/ou particulada por fluxo tangencial de um meio fluido, e projetado para melhorar a compacidade isto é, a relação da superfície filtrante sobre o volume total interno da caixa, (relação expressa em m^2/m^3), este novo elemento permitindo simplificar, ainda mais, os módulos ao reduzir o número das juntas necessárias e suprimindo a obrigação das placas de cabeça.

[0022] Com tal elemento monobloco de acordo com a invenção, a compacidade, expressa em m^2/m^3 nas caixas, é aumentada, com diâmetro hidráulico igual, de um fator pelo menos igual a 1,2 e preferivelmente superior a 1,5 por relação à técnica anterior, e com utilização de elementos de separação monocanais e multicanais conhecidos.

[0023] Para atingir tais compacidades, a invenção refere-se a um elemento monobloco de separação para obter uma separação molecular e/ou particulada de um meio fluido a tratar em um filtrado e um retentado, este elemento comportando uma estrutura de, pelo menos, duas colunas rígidas porosas feitas de um mesmo material, posicionadas uma ao lado da outra para delimitar no exterior de suas paredes exteriores, um volume de recuperação do filtrado, cada coluna comportando internamente, pelo menos, uma estrutura aberta para a circulação do meio fluido, se abrindo em uma das extremidades desta coluna porosa para a entrada do meio fluido a tratar e na outra extremidade para a saída do retentado, caracterizado pelo fato de

que as referidas colunas porosas são solidarizadas umas com as outras em uma e na outra de suas extremidades com a ajuda de uma placa de entrada e de uma placa de saída, as referidas placas não sendo montadas separadas sobre as colunas porosas em vista de formar um conjunto da referida estrutura monobloco.

[0024] Assim, o objeto da invenção sendo propor um módulo de separação empregando um elemento monobloco de separação, de acordo com a invenção, ao otimizar a distância entre as colunas porosas e a espessura de material das colunas porosas, pode ser obtida uma compacidade aumentada expressa em m^2 / m^3 , com diâmetro hidráulico igual, em relação aos elementos de separação monocanais e multicanais conhecidos.

[0025] O elemento monobloco de separação de acordo com a invenção comporta, igualmente, em combinação, uma e/ou outra das características adicionais seguintes:

- as colunas rígidas porosas possuem formatos exteriores que são constantes ou variáveis ao longo de seu comprimento;
- as colunas rígidas porosas possuem dimensões transversais que são constantes ou variáveis ao longo de seu comprimento;
- as placas são feitas com o mesmo material que as colunas porosas, para uma identidade e uma continuidade de material e de textura porosa entre as placas e as colunas;
- cada placa comporta uma face externa estanque em contato com o meio fluido a tratar ou com o retentado;
- as placas (possuem uma seção reta circular);
- as placas (possuem uma seção reta não circular);
- as colunas porosas são solidarizadas umas com as outras com a ajuda de, pelo menos, uma ponte de ligação, feita com o mesmo material que as placas e as colunas;
- as colunas porosas são de formatos diferentes ou idênticos;
- as colunas porosas possuem dimensões transversais idênticas ou diferentes;
- as colunas porosas são de formato cilíndrico;

- as colunas porosas são de formato helicoidal;
- as colunas porosas são entrecruzadas;
- as colunas porosas possuem internamente estruturas abertas para a circulação do meio fluido, idênticas para o conjunto das colunas porosas ou diferentes para, pelo menos, uma das colunas porosas;
- cada coluna porosa comporta, como estrutura aberta, um único canal;
- os canais das colunas porosas delimitam, para cada coluna porosa, uma espessura constante de material poroso compreendida entre 0,25 e 5mm enquanto que a distância entre as colunas porosas está compreendida entre 0,125 e 10mm;
- cada coluna porosa comporta, como estrutura aberta, canais comportando, todos, uma parede periférica do lado oposto da parede exterior da coluna porosa;
- pelo menos uma camada separadora para o meio fluido é continuamente depositada sobre a superfície da estrutura aberta em contato com o meio fluido;
- as colunas porosas e as placas são feitas de um material orgânico;
- as colunas porosas e as placas são constituídas por uma cerâmica escolhida entre os óxidos, os nitretos, os carbeto ou outros materiais cerâmicos e suas misturas e, em particular, entre o óxido de titânio, a alumina, a zircônia e sua mistura, o nitreto de titânio, o nitreto de alumínio, o nitreto de boro, e o carbeto de silício eventualmente em mistura com um outro material cerâmico;
- as colunas porosas e as placas são feitas de um material inorgânico não metálico;
- as colunas porosas e as placas são feitas de um metal puro tal como o alumínio, o zinco, o cobre, o titânio ou sob forma de uma liga de vários destes metais ou de aço inoxidável.

[0026] Outro objeto da invenção consiste em propor um módulo de separação para obter uma separação molecular e/ou particulada de um meio fluido a tratar em um

filtrado e um retentado, o dispositivo comportando, em uma caixa, pelo menos um elemento monobloco de acordo com a invenção do qual cada placa é montada em uma junta de estanqueidade.

[0027] Diversas outras características aparecem a partir da descrição feita abaixo com referência aos desenhos anexos que mostram, a título de exemplos não limitativos, modalidades do objeto da invenção.

[0028] A Figura 1 é uma vista em perspectiva de uma primeira modalidade de um elemento de separação de acordo com a invenção.

[0029] As Figuras 1A e 1B são vistas em corte transversal tomadas respectivamente ao longo das linhas A-A e B-B do elemento de separação ilustrado na Figura 1.

[0030] A Figura 2 é uma vista em perspectiva de outro exemplo de realização de um elemento de separação de acordo com a invenção cujas colunas porosas são entrecruzadas.

[0031] A Figura 3 é uma vista em corte de elevação mostrando o princípio de montagem de um elemento de separação de acordo com a invenção, tal como o representado na Figura 1 no interior de uma caixa.

[0032] A Figura 3A é uma vista em corte transversal tomada seguindo a linha A-A da Figura 3.

[0033] A Figura 4 é uma vista em perspectiva de outro exemplo de realização de um elemento de separação de acordo com a invenção na qual cada coluna porosa é provida com sete canais.

[0034] As Figuras 4A e 4B são vistas em corte transversal tomadas respectivamente ao longo das linhas A-A e B-B do elemento de separação ilustrado na Figura 4.

[0035] As Figuras 5A a 5F são gráficos dando as compacidades (em ordenada e em m^2/m^3) obtidas com os elementos de separação de acordo com a invenção montados em uma caixa DN 200, em função da distância d (em abscissa e em mm) entre as colunas porosas das quais, cada, comporta um único canal de diâmetro hidráulico D_h , para dois valores de espessuras e ($e=0,8mm$ e $e=1mm$), o diâmetro

hidráulico sendo igual respectivamente a 6mm, 6mm, 4,6mm, 3,5mm, 2,3mm e 1,6mm,

[0036] As Figuras 6A a 6C ilustram as compacidades (em ordenada e em m^2/nm^3) obtidas com os elementos de separação de acordo com a invenção montados em uma caixa DN 200 em função da distância d (em abscissa e em mm) entre as colunas porosas providas com um único canal ou vários canais em comparação com uma configuração industrial da técnica anterior de diâmetro hidráulico equivalente tomada como referência (linha horizontal), o diâmetro hidráulico sendo igual respectivamente a 3,47mm, 2,3mm e 1,6mm.

[0037] As Figuras 7A a 7E ilustram as compacidades (em ordenada e em m^2/m^3) obtidas para elementos de separação de acordo com a invenção montados em caixas DN100 e DN350, em função da distância d (em abscissa e em mm) entre as colunas porosas providas, respectivamente, com um canal, 7, 23, 39 e 93 canais e, respectivamente, para um diâmetro hidráulico igual a 6mm, 6mm, 3,5mm, 2,5mm e 1,6mm.

[0038] Em preliminar, algumas definições dos termos utilizados no quadro da invenção serão dadas.

[0039] Por diâmetro médio de poros, é entendido o valor d_{50} de uma distribuição volúmica para a qual 50% do volume total dos poros correspondem ao volume dos poros de diâmetro inferior a este d_{50} . A distribuição volúmica é a curva (função analítica) representando as frequências dos volumes dos poros em função de seu diâmetro. O d_{50} corresponde à mediana separando, em duas partes iguais, a área situada sob a curva das frequências obtidas por penetração de mercúrio, para diâmetros médios de poros superiores ou iguais a 4 nm ou por adsorção de gás, e notadamente de N_2 , quando os diâmetros médios de poros são inferiores a 4 nm, estas duas técnicas sendo mantidas como referências no quadro da invenção para a medição do diâmetro médio dos poros.

[0040] Em particular, podem ser utilizadas as técnicas descritas em:

- a norma ISO 15901-1:2005, para o que se refere à técnica de medição por penetração de mercúrio;

- as normas ISO 15901-2:2006 e ISO 15901-3:2007, para o que se refere à técnica de medição por adsorção de gás.

[0041] O objeto da invenção visa os elementos de separação para obter uma separação molecular e/ou particulada de um meio fluido por filtração tangencial, comumente chamadas membranas de filtração. De um modo geral, e como ilustrado nas figuras, tal elemento de separação 1 comporta uma estrutura rígida 2 monolítico ou monobloco.

[0042] No quadro da invenção, uma estrutura monobloco é definida como sendo feita de uma peça única, homogênea e contínua em todo o seu conjunto, sem solda nem adições exógenas. Em outros termos, nenhuma parte constitutiva desta estrutura monobloco é montada separada, isto é, que esta estrutura monobloco é fabricada em uma única operação, de modo que esta estrutura monobloco é diretamente utilizável para o depósito das camadas separadoras ou necessita, no máximo de tratamento térmico.

[0043] De acordo com invenção, a estrutura monobloco 2 comporta pelo menos duas e, no exemplo ilustrado na Figura 1, três colunas rígidas porosas 3 feitas de um mesmo material poroso, posicionadas uma ao lado da outra para delimitar, no exterior de suas paredes exteriores, um espaço periférico 4 de recuperação do filtrado. Cada coluna porosa 3 forma um suporte poroso rígido apresentando um formato geral alongado se estendendo de uma primeira extremidade 3₁ a uma segunda extremidade 3₂ oposta à primeira extremidade.

[0044] Cada coluna porosa 3 comporta internamente, pelo menos, uma estrutura aberta 5 para a circulação do meio fluido a tratar, que se abre à primeira extremidade 3₁ desta coluna porosa para a entrada do meio fluido a tratar e à segunda extremidade 3₂ desta coluna porosa para a saída do retentado. Esta estrutura aberta 5 que, no exemplo ilustrado, se apresenta sob o formato de um canal, corresponde a um espaço vazio para a circulação do meio fluido, isto é, a uma zona da coluna porosa 3 não comportando material poroso.

[0045] A parte de cada coluna porosa 3 delimitando a estrutura aberta ou canal 5 apresenta uma superfície coberta por, pelo menos, uma camada separadora C,

destinada a estar em contato com o meio fluido a tratar, circulando no interior da estrutura aberta 5. Uma parte do meio fluido atravessa a camada separadora C e o material poroso das colunas porosas 3, de modo que esta parte tratada do fluido, chamada filtrado ou permeado, escoar pela parede exterior 3a de cada coluna porosa. O filtrado é recuperado no espaço periférico 4 da estrutura porosa por todos os meios apropriados. Cada coluna porosa 3 possui assim uma parede periférica de espessura e entre a estrutura aberta 5 e a parede exterior 3a.

[0046] De acordo com invenção, as colunas porosas 3 são solidarizadas umas com as outras, pelo menos em suas primeiras extremidades próximas, com a ajuda de uma placa de entrada 7 e em suas segundas extremidades próximas, com a ajuda de uma placa de saída 8. Cada placa 7, 8 assegura uma ligação mecânica de montagem entre as colunas porosas 3 com a placa de entrada 7 assegurando a ligação das colunas rígidas porosas 3 a nível de suas primeiras extremidades 3₁ e com a placa de saída 8 assegurando a ligação das colunas rígidas porosas a nível de suas segundas extremidades 3₂. De acordo com invenção, as placas 7, 8 não são peças montadas separadas sobre as colunas porosas em vista de formar, em conjunto, a referida estrutura monobloco. Com efeito, as colunas porosas 3 e as placas 7, 8 são fabricadas em uma única operação de modo que a estrutura monobloco 2, assim obtida, seja diretamente utilizável para o depósito das camadas de separação C para o meio fluido a tratar ou necessita, no máximo, um tratamento térmico.

[0047] Cada placa 7, 8 possui uma face dianteira respectivamente 7₁, 8₁ voltada para e em contato com o espaço periférico 4 da estrutura porosa e uma face dia externa respectivamente 7₂, voltada para e em contato com o meio fluido a tratar e 8₂ voltada para e em contato com o retentado. As placas de entrada e de saída 7, 8 que possuem uma periferia respectivamente 7₃, 8₃ de espessura variável em função da resistência mecânica desejada, apresentam uma seção reta adaptada para permitir sua montagem em uma caixa como será melhor compreendido na sequência da descrição. No exemplo ilustrado nos desenhos, as placas 7, 8 possuem uma seção reta circular, mas é evidente que a seção reta destas placas pode ser diferente, isto é, não circular.

[0048] De acordo com uma característica da invenção, as colunas porosas 3 são solidarizadas umas com as outras também com a ajuda de, pelo menos, um ponto de ligação 9 permitindo tornar rígidas as colunas porosas 3 umas com as outras, permitindo, ao mesmo tempo, e conservar um desvio constante entre as colunas porosas 3. Assim, as colunas porosas 3 são afastadas entre as mesmas de uma distância d . Estas pontes de ligação 9 são obtidos localmente de acordo com todos os formatos apropriados, sendo distribuídas preferivelmente de modo regular entre as placas. Estas pontes de ligação 9 são obtidas a partir do mesmo material que as colunas porosas.

[0049] As colunas porosas 3 e as placas de entrada 7 e de saída 8 e as pontes de ligação 9 formam uma estrutura monobloco. Tais estruturas monoblocos 2 que não podem ser realizadas pelas técnicas tradicionais de extrusão, podem ser obtidas, preferivelmente, por técnicas aditivas, como as descritas, por exemplo, pelo pedido de patente FR 3 006 606. De acordo com um método aditivo de fabricação, é considerado que as placas e as colunas são ditas como não montadas separadas se a fabricação permitir uma conformação das placas 7, 8 e das colunas porosas 3, de modo que a estrutura monobloco 2, assim formada, seja diretamente utilizável para o depósito das camadas ou necessita, no máximo, de um tratamento térmico. De acordo com um método aditivo de fabricação, a estrutura monobloco em sua totalidade sendo construída por superposição de estratos elementares ligados uns aos outros por projeção de um líquido em finas gotículas ou por uma adição de energia, um primeiro tratamento térmico de consolidação é, com efeito, indispensável no primeiro caso; a interação energia-material sendo normalmente suficiente para conduzir, seja a uma sinterização, seja a uma fusão/solidificação do material no segundo caso.

[0050] Este tratamento térmico é particularmente indispensável quando a adição localizada de líquido é feita com microgotículas criadas com a ajuda de um elemento piezo-elétrico, eventualmente carregadas e dirigidas em um campo eletrostático; o líquido sendo um aglutinante ou um agente ativador do aglutinante previamente adicionado ao pó cerâmico.

[0051] Tais estruturas monobloco 2 também podem ser feitas, por exemplo, pela

técnica de fundição, que requer uma operação de fabricação de um molde, de preparação da suspensão para fundição, da fundição propriamente dita, de secagem, de desmoldagem e de tratamento térmico para obter a porosidade e a solidez da estrutura monobloco.

[0052] Para essas estruturas monobloco 2, as colunas porosas 3 apresentam uma textura porosa contínua em todo o volume das colunas porosas. Esta textura porosa é caracterizada pelo diâmetro médio dos poros deduzido da sua distribuição medida pela porometria por penetração de mercúrio.

[0053] A textura porosa das colunas porosas 3 é aberta e forma uma rede de poros interconectados, o que permite ao fluido filtrado pela camada separadora de filtração, atravessar a estrutura porosa e ser recuperada pelo espaço periférico 4 da estrutura porosa. Ela é usada para medir a permeabilidade à água da estrutura porosa para qualificar a resistência hidráulica da estrutura, o que permite, ao mesmo tempo, confirmar a interconexão da textura porosa. Com efeito, em um meio poroso, o escoamento estacionário de um fluido viscoso não compressível é regido pela lei de Darcy. A velocidade do fluido é proporcional ao gradiente da pressão e inversamente proporcional à viscosidade dinâmica do fluido, via um parâmetro característico chamado permeabilidade que pode ser medido, por exemplo, de acordo com a norma francesa NF X 45-101 de dezembro d 1996.

[0054] Com maior frequência, as colunas porosas 3 são feitas de um material inorgânico não metálico. Preferivelmente, as colunas porosas 3 são constituídas por uma cerâmica, escolhida entre os óxidos, os nitretos, os carbetos ou outros materiais cerâmicos e suas misturas e, em particular, entre o óxido de titânio, a alumina, a zircônia e sua mistura, o nitreto de titânio, o nitreto de alumínio, o nitreto de boro, e o carbetto de silício eventualmente em mistura com um outro material cerâmico.

[0055] Deve ser notado que a estrutura porosa pode ser feita também de um material orgânico ou inorgânico puramente metálico. Por exemplo, as colunas porosas 3 são feitas de um metal puro como o alumínio, o zinco, o cobre, o titânio ou sob forma de uma liga de várias destes metais ou aços inoxidáveis.

[0056] Por exemplo, o material constitutivo das colunas porosas 3 apresenta um

diâmetro médio de poros pertencendo à faixa indo de 1 μm a 100 μm .

[0057] As colunas porosas 3 e as placas 7, 8 são feitas com o mesmo material para uma identidade e uma continuidade de material e de textura porosa entre as placas e as colunas porosas 3. A porosidade do material constitutivo das colunas porosas 3 e das placas 7, 8 é idêntica.

[0058] De acordo com uma característica vantajosa de realização da invenção, cada placa 7, 8 é feita sob o formato de um elemento sólido para formar uma placa sólida cuja seção engloba todas as seções das colunas porosas 3. As placas 7, 8 fecham, assim, o espaço periférico 4 da estrutura porosa, para confinar deste modo o filtrado. Cada placa 7, 8 comporta uma face externa 7_2 , 8_2 em contato respectivamente com o meio fluido a tratar e o retentado, estas faces externas 7_2 , 8_2 sendo estanques para evitar que o meio fluido a tratar e o retentado penetrem nas placas. A estanqueidade das faces externas 7_2 , 8_2 das placas 7, 8 pode ser obtida de qualquer modo apropriado. Por exemplo, as faces externas 7_2 , 8_2 das placas 7, 8 são tornadas estanques por densificação até um valor igual ou muito próximo da densidade intrínseca do material ou por impregnação ou depósito de um material adicional diferente do material da placa.

[0059] Assim, como pode ser visto mais precisamente das Figuras 3 e 3A, o elemento de separação 1 de acordo com a invenção é destinado a ser usado em um módulo de separação 11 de todos os tipos já conhecidos. De modo clássico,

[0060] o módulo de separação 11 comporta uma caixa 12 de formato tubular na qual um ou vários elementos 1 de separação são montados.

[0061] Para isto, o módulo de separação 11 é montado de modo que as placas de entrada 7 e de saída 8 se encontrem posicionadas ao nível das extremidades da caixa 12. Estas placas de entrada 7 e de saída 8 são montadas de modo estanque sobre a caixa 12 com a ajuda de juntas de estanqueidade 14. Estas juntas de estanqueidade 14 são montadas de qualquer modo apropriado e sobre a caixa, seja diretamente a nível das extremidades da caixa, seja em orifícios dispostos em uma placa suporte separada e fixada a nível das extremidades da caixa. As colunas porosas 3 são assim posicionadas no interior da caixa 12 que se encontra fechada pelas placas 7, 8 e as

juntas de estanqueidade 14 associadas eventualmente às placas de suporte. A caixa 12 delimita assim, com a parede exterior 3a das colunas porosas 3 e as faces internas 7₁, 8₁ das placas, o espaço periférico 4 de recuperação do filtrado. O filtrado assim confinado na caixa 12 é removido por todos os meios apropriados, a partir de uma saída 15 disposta sobre a caixa 12.

[0062] No exemplo ilustrado nas Figuras 3 e 3A, o dispositivo de separação 11 comporta um único elemento de separação 1 comportando um número de colunas porosas 3 escolhidas para obter a superfície filtrante desejada. Como evidente, o dispositivo de separação 11 pode comportar vários elementos de separação 1 de acordo com a invenção. Nesse caso, cada elemento de separação 1 é montado de modo estanque na caixa 12 com a ajuda das placas 7, 8 providas com juntas de estanqueidade 14.

[0063] Como aparece a partir da descrição precedente, o meio fluido entra e sai, respectivamente, das placas de entrada 7 e de saída 8 da estrutura monobloco 2, por aberturas separadas formando a estrutura aberta 5, que no exemplo ilustrado na Figura 1, comporta três canais.

[0064] A camada separadora de filtração C que cobre as paredes de cada canal 5 assegura a filtração do meio fluido a tratar. As camadas separadoras de filtração C, por definição, devem ter um diâmetro médio de poros inferior ao das colunas porosas 2. As camadas separadoras delimitam a superfície do elemento de separação por fluxo tangencial destinado a estar em contato com o fluido a tratar e sobre o qual vai circular o fluido a tratar.

[0065] Um elemento de separação por fluxo tangencial do estado da técnica anterior apresenta geralmente um comprimento de 1 metro a 1,5 metro. A seção de um elemento de separação por fluxo tangencial apresenta com maior frequência uma superfície de 0,8 cm² a 14 cm².

[0066] No quadro da presente invenção, os elementos de separação na estrutura colunar monobloco podem apresentar um comprimento de alguns centímetros a vários metros, preferivelmente compreendido entre 5 cm e 5 m.

[0067] A seção de um elemento de separação com estrutura colunar monobloco,

dependente do número de colunas e da distância entre estas colunas, pode variar de alguns centímetros a vários metros.

[0068] As espessuras das camadas separadoras de filtração variam tipicamente entre 1 e 100 μm de espessura.

[0069] Como evidente, no quadro da presente invenção, para assegurar sua função de separação, e servir de camada ativa, as camadas separadoras apresentam um diâmetro médio de poros inferior ao diâmetro médio de poros da coluna porosa. Com maior frequência, o diâmetro médio de poros das camadas separadoras de filtração é pelo menos inferior de um fator 3 e, preferivelmente, de, pelo menos, um fator 5 em relação ao da coluna porosa.

[0070] As noções de camadas separadoras de microfiltração, ultrafiltração e nanofiltração são bem conhecidas do versado na arte. É geralmente admitido que:

- as camadas separadoras de microfiltração apresentam um diâmetro médio de poros compreendido entre 0,1 e 2 μm ;
- as camadas separadoras de ultrafiltração apresentam um diâmetro médio de poros compreendido entre 0,01 e 0,1 μm ;
- as camadas separadoras de nanofiltração apresentam um diâmetro médio de poros compreendido entre 0,5 e 10 nm.

[0071] É possível que esta camada de micro ou de ultrafiltração seja depositada diretamente sobre a coluna porosa (caso de uma camada de separação monocamada), ou ainda sobre uma camada intermediária de diâmetro médio de poros menor, ela mesmo depositada diretamente sobre a coluna porosa. A camada de separação pode, por exemplo, ser à base de, ou constituída exclusivamente, de um ou vários óxidos metálicos, carbetos ou nitretos ou outras cerâmicas. Em particular, a camada de separação será à base de, ou constituída exclusivamente de TiO_2 , Al_2O_3 , e ZrO_2 , sozinhos ou em mistura.

[0072] No exemplo ilustrado na Figura 1, cada coluna porosa 3 possui com vantagem um único canal. Como evidente, pode ser visado realizar vários canais em cada coluna porosa. No caso em que o suporte poroso comporta vários canais, pode ser previsto dispor os canais 5 para criar, no núcleo de cada coluna porosa, pelo

menos dois circuitos de circulação para o meio fluido, não interconectados entre eles, entre os lados entrada e saída da coluna porosa. De acordo com este exemplo de realização, cada canal 3 se estende a partir da entrada à saída da coluna porosa sem ser conectado a um outro canal. As Figuras 4, 4A e 4B ilustram tal exemplo de realização no qual cada coluna porosa 3 possui sete canais 5 dispostos independentemente uns dos outros na placa de entrada 7 até a placa de saída 8. Como evidente, o número de canais por coluna porosa pode ser diferente do exemplo ilustrado.

[0073] Uma vantagem do objeto da invenção é permitir melhorar a compacidade dos elementos de separação quando eles são montados em uma caixa.

[0074] A tabela 1 abaixo dá as compacidades em m^2/m^3 para diferentes membranas de separação montadas em uma caixa cilíndrica DN 200 de 213 mm de diâmetro interior. Como indicado nesta tabela, as membranas de separação possuem seções seja circulares seja hexagonais, apresentando um número determinado de canais 5 de seção circular ou de seção não circular, e um diâmetro hidráulico Dh.

Tabela 1:

seção	circular	circular	hexagonal	circular	hexagonal	circular	circular	hexagonal	circular	circular
Dh	1.6	2.3	3.47	3.5	4.6	3.0	6.0	6.0	4.0	6.0
canais	93 canais	39 canais	23 canais	19 canais	11 canais	37 canais	8 canais	7 canais	19 canais	19 canais
	não circulares	não circulares	não circulares	não circulares	não circulares	circulares	não circulares	circulares	circulares	circulares
m^2/m^3	528,57	431,67	290,71	216,71	215,83	185,88	171,79	136,55	127,31	120,44

[0075] A Figura 7A ilustra as compacidades em m^2/m^3 obtidas para elementos de separação 1 de acordo com a invenção comportando colunas porosas de seção

circular com um único canal central, todas idênticas de diâmetro exterior de 10 mm e uma espessura e igual a 2 mm, o canal interior circular tendo então um diâmetro hidráulico $D_h = 6$ mm, montadas em caixas DN100 e DN200 definidos por seus diâmetros interiores, cada estrutura rígida 2, disposta de acordo com a descrição da invenção, terminando por placas de extremidade 7 e 8 ligadas à caixa por intermédio de uma única junta de estanqueidade. Estes valores de compacidade são em função da distância d (em abscissa e em mm), montado separados com valores decrescentes.

[0076] A distância máxima d entre as colunas de 2 mm corresponde à distância que, na técnica anterior, separa os elementos de filtração de diâmetro exterior 10 mm quando eles são instalados em tais caixas industriais.

[0077] Quando esta distância decresce, o que um elemento de separação objeto da presente invenção permite obter, a compacidade das caixas aumenta.

Tabela 2:

Dh = 6 mm	Diâmetro interno da caixa	
	DN100	DN200
d	110 mm	213 mm
2 mm	125 m ² /m ³	139 m ² /m ³
0,5 mm	165 m ² /m ³	181 m ² /m ³
Ganho em compacidade	+ 32%	+ 30%

[0078] Este exemplo ilustra o caso de colunas porosas e de canais de seções circulares, mas a invenção pode ser aplicada a colunas de seção não circular e a canais de seção não circular.

[0079] As Figuras 5A a 5F são gráficos dando, para diferentes diâmetros hidráulicos D_h , as compacidades (em ordenada e em m²/m³) obtidas com os elementos de separação 1 de acordo com a invenção montados em uma caixa DN200, em função da distância d (em abscissa e em mm) entre as colunas porosas 3 das quais, cada, comporta um único canal de diâmetro hidráulico D_h , para dois valores da espessura e ($e=0,8$ mm e $e=1$ mm). Estas compacidades são comparadas à compacidade de referência (linha horizontal) de uma configuração industrial da técnica anterior composta de membranas multicanaís de diâmetro exterior 25mm, com um diâmetro hidráulico equivalente.

[0080] Quando as colunas porosas possuem um único canal, comparadas às configurações industriais da técnica anterior, utilizando membranas circulares de diâmetro exterior 25mm com multicanais e com diâmetros hidráulicos equivalentes, os elementos de separação de acordo com a invenção permitem, de acordo com o valor da distância d entre as colunas porosas 3, compacidades superiores até um certo valor limite do diâmetro hidráulico D_h próximo de 2,3mm.

[0081] A tabela 3 abaixo dá as compacidades em m^2/m^3 para elementos de separação 1 de acordo com a invenção montados em uma caixa DN200 de 213mm de diâmetro interior com $e=0,9mm$ e $d=0,5mm$ e cinco diâmetros hidráulicos diferentes. As compacidades são comparadas com as obtidas com configurações industriais da técnica anterior.

Tabela 3:

Dh	1,6	2,3	3,5	4,6	6	6
Configuração industrial da técnica anterior	93 cx	39 cx	23 cx	11 cx	8 cx	7 cx
	528	431	216	216	172	136
$e=0,9mm$ $d=0,5mm$	Colunas com um único canal					
	382	394	377	350	316	316
ganho %	-27,7	-8,7	74,0	62,2	83,9	131,4

[0082] Para um diâmetro hidráulico $D_h=2/3mm$ e além disso, as configurações industriais da técnica anterior dão compacidades que permanecem superiores aos elementos de separação objeto da invenção.

[0083] Este comportamento é explicado pelo fato de que a espessura das colunas não pode ser exageradamente diminuída (considera-se, aqui, a espessura mínima como razoavelmente compreendida entre 0,8 e 1mm).

[0084] As Figuras 6A a 6C ilustram as compacidades (em ordenada e em m^2/m^3) obtidas com os elementos de separação 1 de acordo com a invenção montados em uma caixa DN200 em função da distância d (em abscissa e em mm) mostrada por valores crescentes, entre as colunas porosas 3 munidas com um único canal ou vários canais em comparação com uma configuração industrial da técnica anterior de diâmetro hidráulico equivalente tomada como referência (linha horizontal).

[0085] A Figura 6A permite comparar um elemento de separação de acordo com

a invenção para o qual as colunas porosas 3 são providas com um único canal circular de diâmetro hidráulico 3,47mm ($e=0,9\text{mm}$) com, em primeiro lugar, um elemento de separação de acordo com a invenção para o qual cada uma das colunas porosas 3 é provida com sete canais circulares de diâmetro hidráulico $D_h=3,47\text{mm}$ e com, em segundo lugar, um elemento de separação de acordo com a invenção para o qual cada uma das colunas porosas é provida com vinte e três canais não circulares de diâmetro hidráulico $D_h=3,47\text{mm}$.

[0086] Nota-se, a partir do gráfico da Figura 6A, que a compacidade obtida pelo elemento de separação 1 de acordo com a invenção atende à compacidade da configuração industrial da técnica anterior para um desvio d entre as colunas porosas 3 da ordem de 8,1mm. Assim, para um elemento de separação cujas colunas porosas são espaçadas de uma distância d igual a 0,5mm, o ganho de compacidade obtido é de 67%.

[0087] A Figura 6B permite comparar um elemento de separação de acordo com a invenção para o qual as colunas porosas 3 são providas com um único canal circular de diâmetro hidráulico 2,3mm ($e=0,9\text{mm}$) com, em primeiro lugar, um elemento de separação de acordo com a invenção para o qual cada uma das colunas porosas 3 é provida com sete canais circulares de diâmetro hidráulico $D_h=2,3\text{mm}$ e com, em segundo lugar, um elemento de separação conforme a invenção para o qual cada uma das colunas porosas é provida com trinta e nove canais não circulares de diâmetro hidráulico $D_h=2,3\text{mm}$.

[0088] Nota-se, a partir do gráfico da Figura 6B, que a compacidade obtida pelo elemento de separação 1 de acordo com a invenção atende à compacidade da configuração industrial da técnica anterior para um desvio entre as colunas porosas 3 da ordem de 8,1 mm. Assim, para um elemento de separação cujas colunas porosas são espaçadas de uma distância d igual a 0,5 mm, o ganho de compacidade obtido é de 67%.

[0089] A Figura 6C permite comparar um elemento de separação de acordo com a invenção para o qual as colunas porosas 3 são providas com um único canal circular de diâmetro hidráulico 1,6mm ($e=0,9\text{mm}$) com, em primeiro lugar, um elemento de

separação de acordo com a invenção para o qual cada uma das colunas é provida com sete canais circulares de diâmetro hidráulico $D_h=1,6\text{mm}$ e com, em segundo lugar, um elemento de separação de acordo com a invenção para o qual cada uma das colunas é provida com noventa e três canais não circulares de diâmetro hidráulico $D_h= 1,6\text{mm}$.

[0090] Nota-se, a partir do gráfico da Figura 6C, que a compacidade obtida pelo elemento de separação 1 de acordo com a invenção atende à compacidade da configuração industrial da técnica anterior para um desvio entre as colunas porosas 3 da ordem de 8,1mm. Assim, para um elemento de separação, cujas colunas porosas são espaçadas de uma distância d igual a 0,5mm, o ganho de compacidade obtido é de 67%.

[0091] De um modo geral, quando as colunas porosas possuem vários canais, comparadas com as configurações industriais da técnica anterior utilizando membranas circulares com multicanais e com diâmetros hidráulicos equivalentes, os elementos de separação de acordo com a invenção permitem compacidades sempre superiores, desde que a distância d seja inferior a 8,1mm.

[0092] A Figura 7B dá as compacidades em m^2/m^3 para elementos de separação com estruturas colunares, objeto da presente invenção, comportando colunas porosas com vários canais, todos idênticos, com diâmetro exterior 25mm, com sete canais interiores de diâmetro hidráulico $D_h = 6\text{mm}$ montados em caixas DN100 e DN350 definidas por seus diâmetros interiores, cada estrutura rígida 2, disposta de acordo com a descrição da invenção, terminando por placas de extremidade, estas últimas sendo ligadas à caixa por intermédio de uma única junta de estanqueidade.

[0093] La distância máximo d entre as colunas porosas de 8,1mm corresponde à distância que, na técnica anterior, separa os elementos de filtração de diâmetro exterior 25mm quando eles são instalados em tais caixas industriais.

[0094] Quando esta distância decresce, o que um elemento de separação, objeto da presente invenção, permite atingir, a compacidade das caixas aumenta.

Tabela 4:

$D_h = 6 \text{ mm}$	Diâmetro interno da caixa
----------------------	---------------------------

D	DN100 110 mm	DN350 349 mm
8,1 mm	125 m ² /m ³	175 m ² /m ³
0,5 mm	232 m ² /m ³	283 m ² /m ³
Ganho em compacidade	+ 85%	+ 62%

[0095] Este exemplo ilustra o caso de colunas porosas e canais de seções circulares, mas a invenção pode ser aplicada às colunas de seção não circular e a canais de seção não circular.

[0096] A Figura 7C dá as compacidades em m²/m³ para elementos de separação com estruturas colunares, objeto da presente invenção, comportando colunas porosas com seção circular possuindo vários canais de seção não circular, todos idênticos de diâmetro exterior 25mm, com 23 canais interiores de diâmetro hidráulico Dh = 3,5mm montados em caixas DN100 e DN350, definidas por seus diâmetros interiores, cada estrutura rígida, disposta de acordo com a descrição da invenção, terminando por placas de extremidade, estas últimas sendo ligadas à caixa por intermédio de uma única junta de estanqueidade,

[0097] A distância máxima d entre as colunas porosas de 8,1mm corresponde à distância que, na técnica anterior, separa os elementos de filtração de diâmetro exterior 25mm quando eles são instalados em tais caixas industriais.

[0098] Quando esta distância decresce, o que um elemento de separação objeto da presente invenção permite alcançar, a compacidade das caixas aumenta.

Tabela 5:

Dh = 3,5 mm	diâmetro interno da caixa	
d	DN100 110 mm	DN350 349 mm
8,1 mm	218 m ² /m ³	307 m ² /m ³
0,5 mm	406 m ² /m ³	496 m ² /m ³
Ganho em compacidade	+ 86%	+ 62%

[0099] Este exemplo ilustra o caso de colunas de seção circular, mas a invenção pode ser aplicada às colunas de seção não circular.

[0100] A Figura 7D dá as compacidades em m²/m³ para elementos de separação com estruturas colunares, objeto da presente invenção, comportando colunas porosas com seção circular possuindo várias canais de seção não circular, todos idênticos de diâmetro exterior 25mm, com trinta e nove canais interiores de diâmetro hidráulico Dh

= 2,5mm montados nas caixas DN100 e DN350, definidas por seus diâmetros interiores, cada estrutura rígida, disposta de acordo com a descrição da invenção, terminando por placas de extremidade, estas últimas sendo ligadas à caixa por intermédio de uma única junta de estanqueidade.

[0101] A distância máxima d entre as colunas porosas de 8,1mm corresponde à distância que, na técnica anterior, separa os elementos de filtração de diâmetro exterior 25mm quando eles são instalados em tais caixas industriais.

[0102] Quando esta distância decresce, o que um elemento de separação objeto da presente invenção permite alcançar, a compacidade das caixas aumenta.

Tabela 6:

Dh = 2,5 mm	Diâmetro interno da caixa	
	DN100	DN350
D	110 mm	349 mm
8,1 mm	312 m ² /m ³	439 m ² /m ³
0,5 mm	580 m ² /m ³	709 m ² /m ³
Ganho em compacidade	+ 86%	+ 62%

[0103] Este exemplo ilustra o caso de colunas de seção circular, mas a invenção pode ser aplicada às colunas de seção não circular,

[0104] A Figura 7E dá as compacidades em m²/m³ para elementos de separação com estruturas colunares, objeto da presente invenção, comportando colunas porosas com seção circular possuindo várias canais de seção não circular, todos idênticos de diâmetro exterior 25mm, com noventa e três canais interiores de diâmetro hidráulico Dh = 1,6mm montados nas caixas DN100 e DN350, definidas por seus diâmetros interiores, cada estrutura rígida, disposta de acordo com a descrição da invenção, terminando por placas de extremidade, estas últimas sendo ligadas à caixa por intermédio de uma única junta de estanqueidade.

[0105] A distância máxima d entre as colunas porosas de 8,1mm corresponde à distância que, na técnica anterior, separa os elementos de filtração de diâmetro exterior 25mm quando eles são instalados em tais caixas industriais.

[0106] Quando esta distância decresce, o que um elemento de separação objeto da presente invenção permite alcançar, a compacidade das caixas aumenta.

Tabela 7:

Dh = 1.6 mm	Diâmetro interno da caixa	
D	DN100 110 mm	DN350 349 mm
8.1 mm	375 m ² /m ³	527 m ² /m ³
0.5 mm	696 m ² /m ³	851 m ² /m ³
Ganho em compacidade	+ 86%	+ 61%

[0107] Este exemplo ilustra o caso de colunas de seção circular, mas a invenção pode ser aplicada às colunas de seção não circular.

[0108] A tabela 8 abaixo dá as compacidades em m²/m³ para elementos de separação 1 de acordo com a invenção montados em uma caixa DN 200 de 213mm de diâmetro interior, com e=0,9mm e d=0,5 m m e cinco diâmetros hidráulicos diferentes.

Tabela 8:

Dh	1,6	2,3	3,47	4,6	6	6	6
Configuração industrial da técnica anterior	93 canais	39 canais	23 canais	11 canais	8 canais	7 canais	19 canais
	528	431	290	216	172	136	120
e=0,9mm d=0,5mm	Colunas com vários canais			Colunas com um único canal			
	93 canais	39 canais	23 canais	1 canal	1 canal	1 canal	1 canal
	887	724	488	350	316	316	316
ganho %	67	67	67	62,2	83,9	131,4	162,4

[0109] De acordo com os exemplos preferidos de realização, de acordo com os quais cada coluna porosa 3 comporta um ou vários canais 5, a espessura e do material poroso está compreendida, preferivelmente, entre 0,250 e 2,500mm e a distância d entre as colunas porosas 3 está compreendida, preferivelmente, entre 0,250 e 5,000mm.

[0110] Uma outra vantagem da invenção refere-se à simplificação para a montagem de tal elemento de separação 1 de acordo com a invenção, em um módulo de separação 11 obtido de qualquer modo conhecido. Com efeito, a presença das placas de entrada e de saída, que asseguram a montagem de várias colunas porosas, permite facilitar a estanqueidade a ser obtida com a caixa e, em particular, limitar o

número de juntas de estanqueidade a utilizar em relação às soluções conhecidas.

[0111] Como se nota mais precisamente da Figura 3, tal elemento de separação 1 é montado nas extremidades da caixa 12 com a ajuda das placas 7, 8. Para este efeito, uma junta de estanqueidade 14 é montada sobre a periferia 7₃, 8₃ das placas 7, 8. Estas duas juntas de estanqueidade 14 são montados por quaisquer meios apropriados às extremidades da caixa para permitir fechar o espaço periférico 4 de recuperação do filtrado que é evacuado da caixa por uma saída 15 ou por todos os meios apropriados conhecidos.

[0112] No exemplo ilustrado na Figura 3, o dispositivo de separação 11 comporta um único elemento de separação 1 comportando um número de colunas porosas 3 escolhidas para obter a superfície filtrante desejada. Como evidente, o dispositivo de separação 11 pode comportar vários elementos de separação 1 de acordo com a invenção. Neste caso, cada elemento de separação 1 é montado de modo estanque na caixa 12 com a ajuda das placas 7, 8 providas com juntas de estanqueidade 14.

[0113] Assim, de acordo com a invenção, não é mais necessário utilizar juntas individuais ou únicas, que sejam específicas aos elementos de filtração, e assim pode ser vantajoso usar juntas não específicas (tóricas, quadradas, com ressaltos....) provenientes dos catálogos de fabricação de juntas, que permitem obter a estanqueidade requerida entre a câmara de coleta do permeado e as câmaras a montante e a jusante do módulo.

[0114] De acordo com uma variante preferida da invenção, as colunas porosas 3 apresentam, todas, formatos idênticos. No exemplo ilustrado nas figuras, todas as colunas porosas 3 apresentam um formato cilíndrico de seção circular. Como evidente, pode ser previsto que as colunas porosas 3 apresentem formatos diferentes entre elas.

[0115] De acordo com uma variante preferida da invenção, as colunas porosas 3 são de formato cilíndrico. A seção das colunas porosas 3 pode ser circular ou diferente.

[0116] De acordo com uma variante preferida da invenção, as colunas porosas 3 possuem dimensões transversais idênticas. Em outros termos, a espessura e das

colunas porosas 3 é idêntica para o conjunto das colunas porosas 3. Como evidente, pode ser previsto que as colunas porosas 3 apresentem dimensões transversais diferentes.

[0117] De acordo com uma característica vantajosa de realização, as colunas rígidas 3 possuem formatos exteriores que são constantes ou variáveis ao longo de seu comprimento, isto é, entre as placas 7, 8. Estas colunas rígidas 3 possuem, em combinação ou não com a característica de formato acima, dimensões transversais que são constantes ou variáveis ao longo de seu comprimento.

[0118] De acordo com o exemplo ilustrado na Figura 1, as colunas porosas 3 se estendem de modo retilíneo ao serem posicionadas paralelamente umas com as outras. Deve ser notado que as colunas porosas 3 podem se estender de modo helicoidal, como ilustrado na Figura 2, permitindo criar, para o fluido a tratar, um escoamento giratório. De acordo com esta variante de realização, cada coluna porosa é construída pela rotação de uma seção circular ou outra em torno de um eixo central, esta seção geradora permanecendo seja perpendicular à hélice central (serpentina), seja horizontal (coluna torcida), ou seja, vertical, isto é, paralela ao eixo central (parafuso de Saint-Gilles).

[0119] De acordo com uma outra variante de realização, as colunas porosas 3 são entrecruzadas, como ilustrado na Figura 2.

[0120] A invenção não é limitada aos exemplos descritos e representados, porque diversas modificações podem ser feitas, sem sair do seu quadro.

REIVINDICAÇÕES

1. Elemento de separação para obter uma separação molecular e/ou particulada de um meio fluido a tratar em um filtrado e um retentado, este elemento comportando uma placa de entrada (7) e uma placa de saída (8) suportando, entre elas, pelo menos duas colunas rígidas porosas (3) feitas de um mesmo material, posicionadas uma ao lado da outra para delimitar, no exterior de suas paredes exteriores, um volume (4) de recuperação do filtrado, cada coluna (3) comportando internamente, pelo menos, uma estrutura aberta (5) para a circulação do meio fluido, se abrindo em uma das extremidades desta coluna porosa para a entrada do meio fluido a tratar e na outra extremidade para a saída do retentado, caracterizado pelo fato de que o elemento é uma estrutura rígida (2) monobloco feita de uma peça única, homogênea e contínua em todo o seu conjunto sem solda nem adições exógenas.

2. Elemento, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as colunas rígidas porosas (3) possuem formas exteriores que são constantes ou variáveis entre as placas (7, 8).

3. Elemento, de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que as colunas rígidas porosas (3) possuem dimensões transversais que são constantes ou variáveis entre as placas (7, 8).

4. Elemento, de acordo com as reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que as placas (7, 8) são feitas com o mesmo material que as colunas porosas (3), para uma identidade e uma continuidade de material e de textura porosa entre as placas e as colunas, o material das placas (7, 8) não sendo montado separado.

5. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que cada placa (7, 8) comporta uma face externa (7₂/ 8₂) em contato com o meio fluido a tratar ou com o retentado que é feito estanque.

6. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que as placas (7, 8) possuem uma seção reta circular.

7. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que as placas (7, 8) possuem uma seção reta não circular.

8. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5,

caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) são solidarizadas umas com as outras com a ajuda de pelo menos um ponto de ligação (9) feito de mesmo material que placas e colunas.

9. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) são de formatos diferentes ou idênticos.

10. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) possuem dimensões transversais idênticas ou diferentes.

11. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) são de formato cilíndrico.

12. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) são de formato helicoidal.

13. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) são entrecruzadas.

14. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 13, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) possuem internamente estruturas abertas (5) para a circulação do meio fluido, idênticas para o conjunto das colunas porosas (3) ou diferentes para, pelo menos, uma das colunas porosas.

15. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que cada coluna porosa (3) comporta, tal como estrutura aberta, um único canal (5).

16. Elemento, de acordo com a reivindicação 15, caracterizado pelo fato de que os canais (5) das colunas porosas (3) delimitam, para cada coluna porosa, uma espessura constante (e) de material poroso compreendida entre 0,25 e 5mm enquanto que a distância (d) entre as colunas porosas (3) está compreendida entre 0,125 e 10mm.

17. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 14, caracterizado pelo fato de que cada coluna porosa (3) comporta, tal como estrutura aberta, canais (5) comportando, todos, uma parede periférica do lado oposto da

parede exterior da coluna porosa.

18. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 17, caracterizado pelo fato de que compreende pelo menos uma camada separadora (C) para o meio fluido continuamente depositado sobre a superfície da estrutura aberta (5) em contato com o meio fluido.

19. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) e as placas (7, 8) são feitas de um material orgânico.

20. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 19, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) e as placas (7, 8) são constituídas por uma cerâmica escolhida entre os óxidos, os nitretos, os carbeto ou outros materiais cerâmicos e suas misturas, e, em particular, entre o óxido de titânio, a alumina, a zircônia e sua mistura, o nitreto de titânio, o nitreto de alumínio, o nitreto de boro, e o carbeta de silício eventualmente em mistura com um outro material cerâmico.

21. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) e as placas (7, 8) são feitas de um material inorgânico não metálico.

22. Elemento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 18, caracterizado pelo fato de que as colunas porosas (3) e as placas (7, 8) são feitas de um metal puro tal como o alumínio, o zinco, o cobre, o titânio ou sob forma de uma liga de vários destes metais ou de aço inoxidável.

23. Módulo de separação para obter uma separação molecular e/ou particulada de um meio fluido a tratar em um filtrado e um retentado, caracterizado pelo fato de que o dispositivo comportando, em uma caixa (12), pelo menos um elemento monobloco (1), tal como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 22, do qual cada placa (7, 8) é montada em uma junta de estanqueidade (14) e do qual pelo menos duas colunas rígidas porosas (3) posicionadas uma ao lado da outra delimitam por sua parede exterior (3a), as faces internas das placas (8, 9) e a caixa, um espaço periférico (4) de recuperação do filtrado.

24. Módulo de separação, de acordo com a reivindicação 23, caracterizado pelo fato de que ele compreende uma capacidade aumentada com diâmetro hidráulico igual, de um fator de, pelo menos, 20% e preferivelmente, 50%.

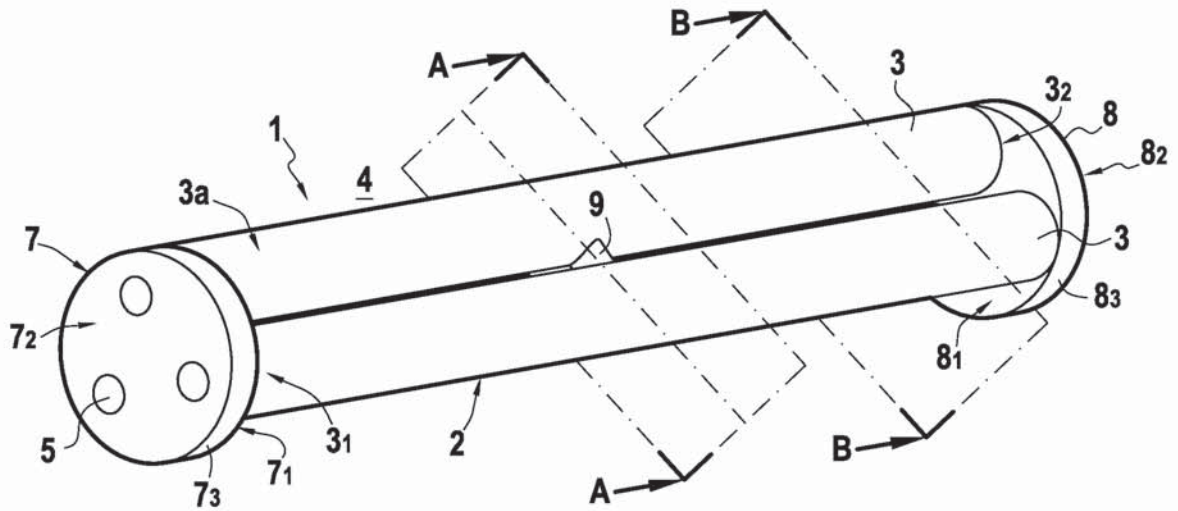


FIG.1

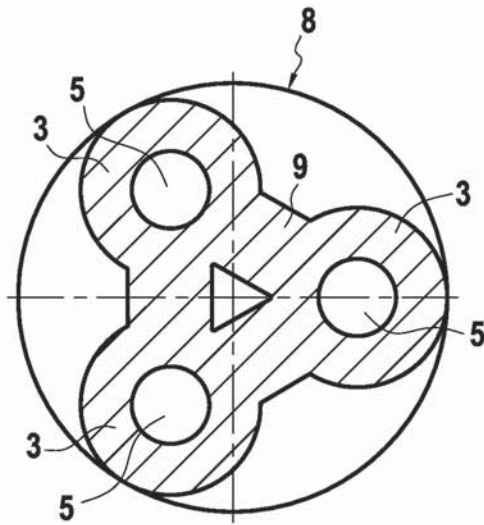


FIG.1A

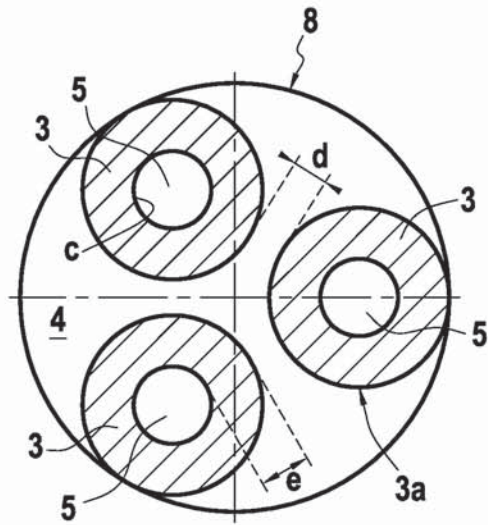


FIG.1B

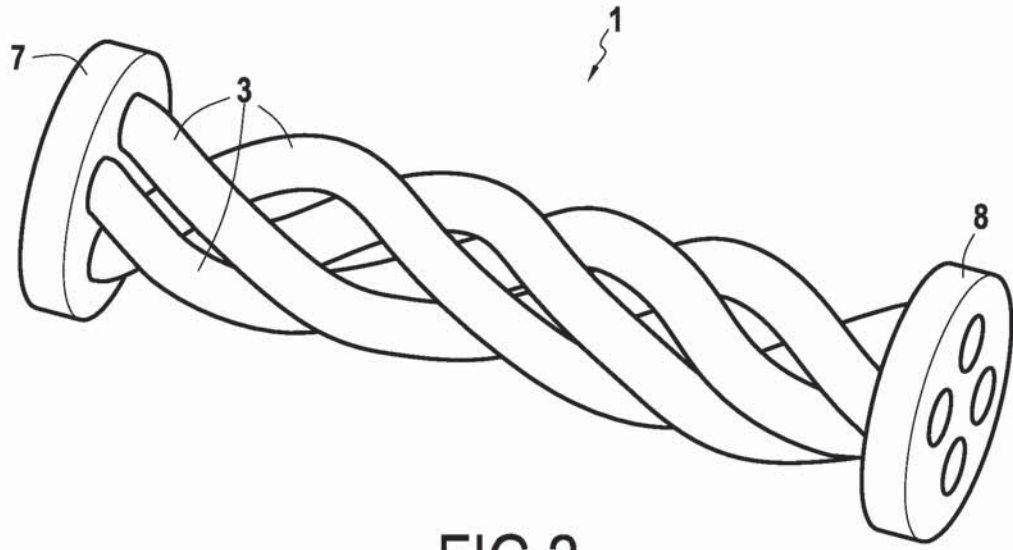


FIG. 2

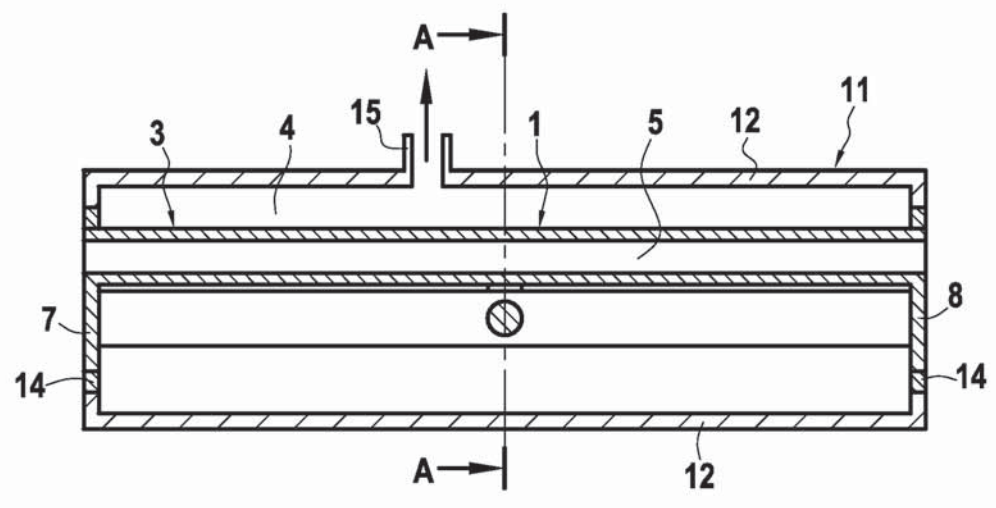


FIG. 3

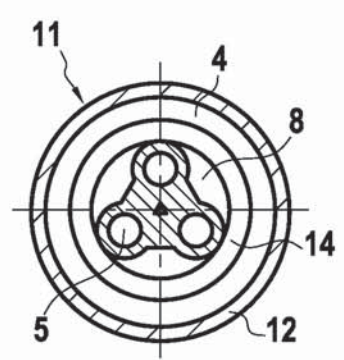


FIG. 3A

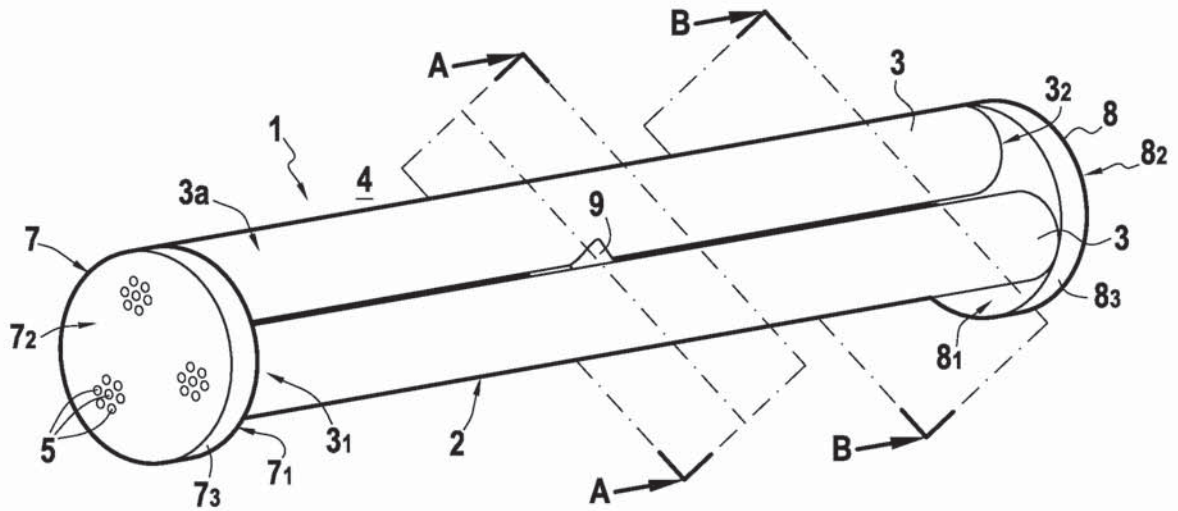


FIG. 4

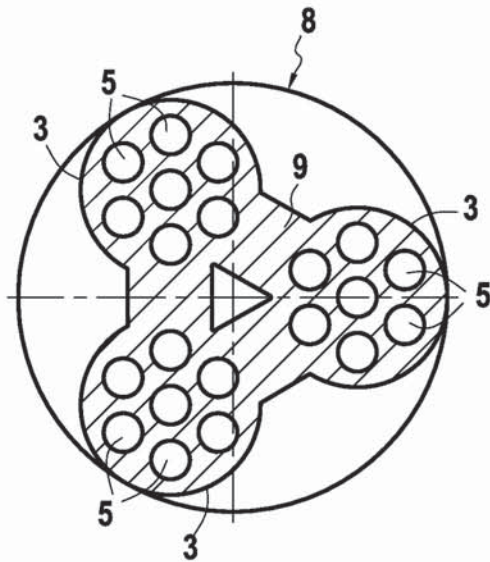


FIG. 4A

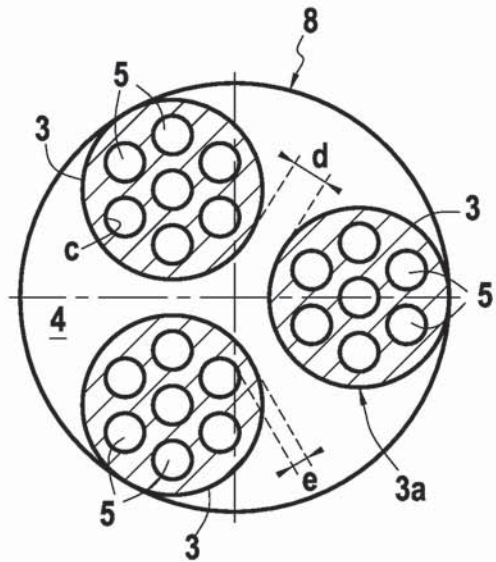
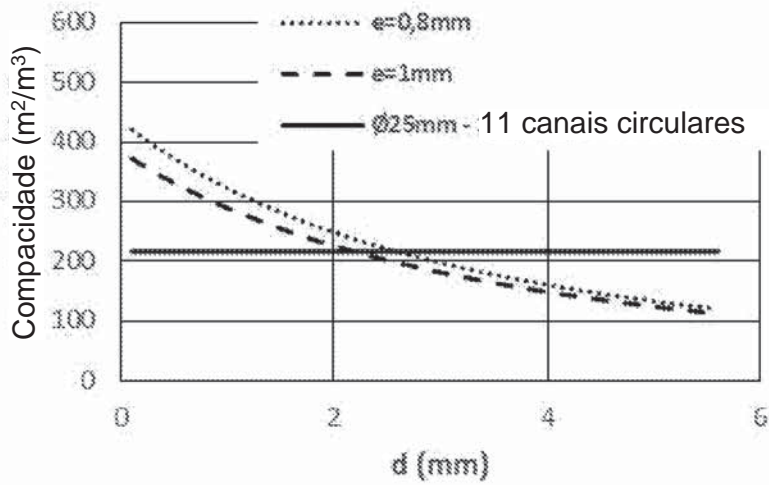
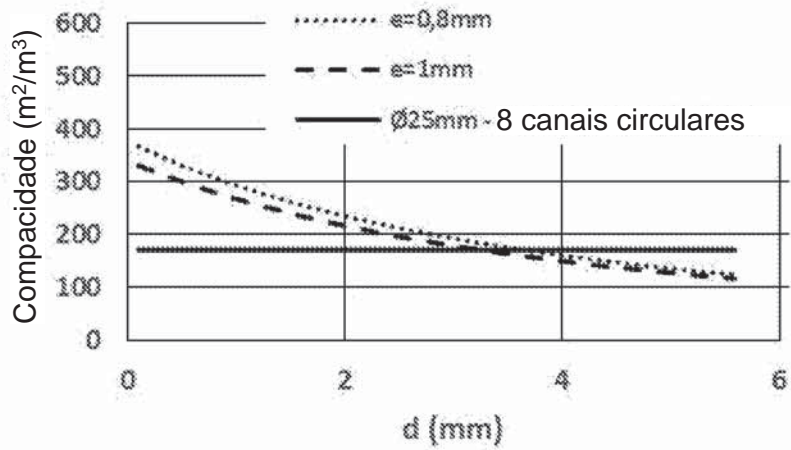
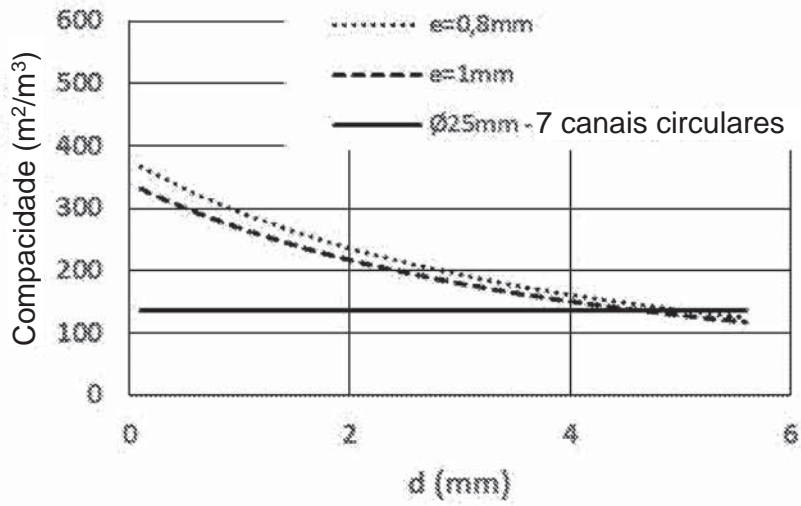
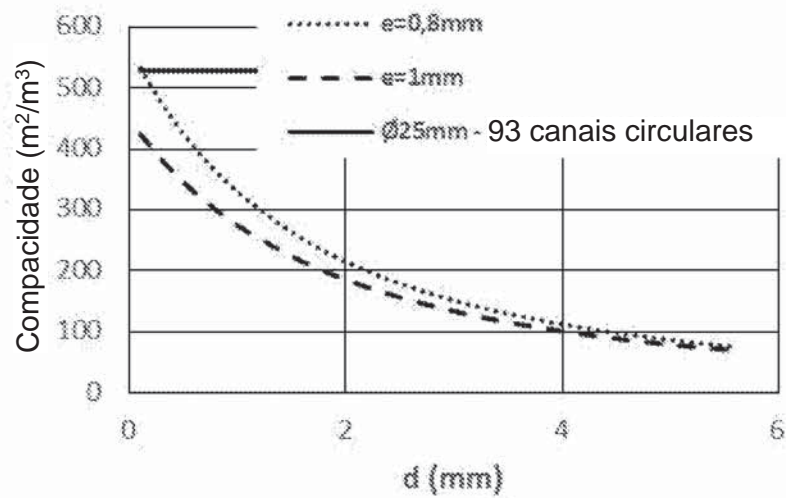
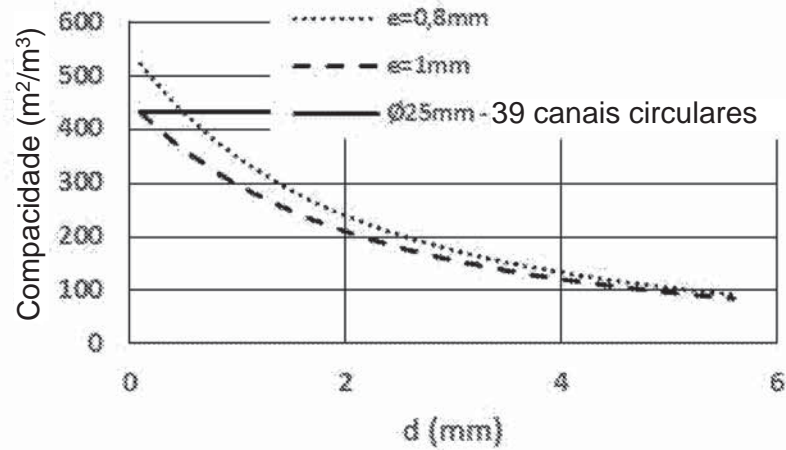
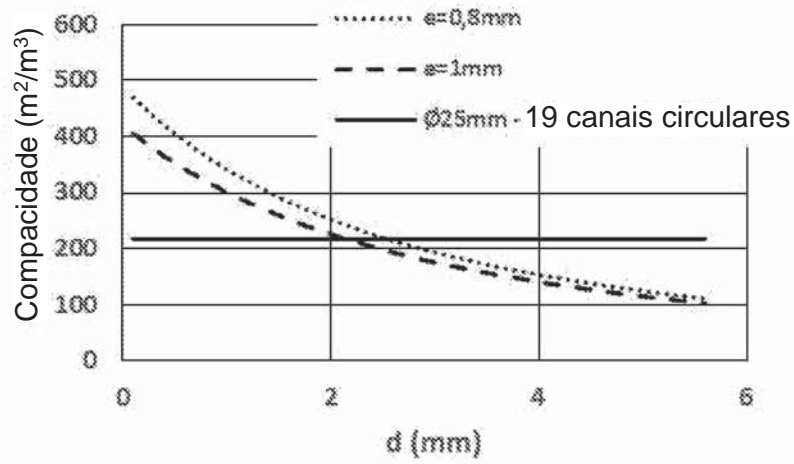
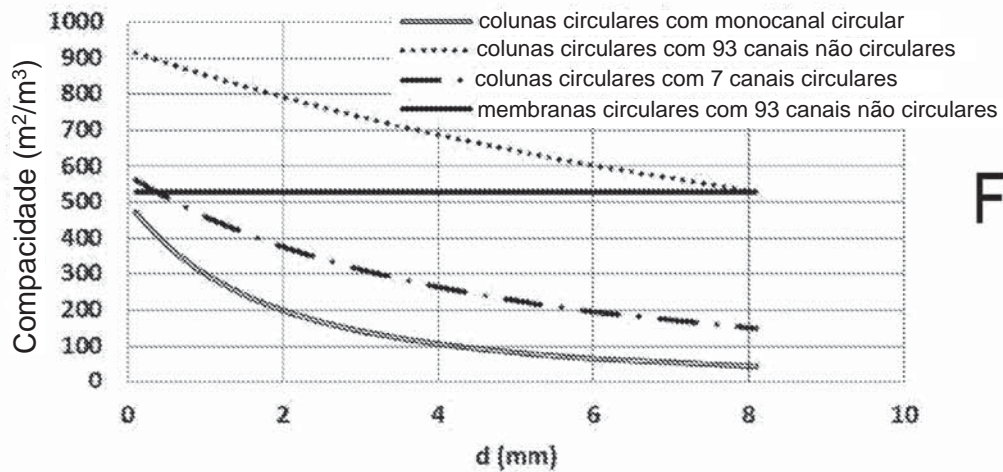
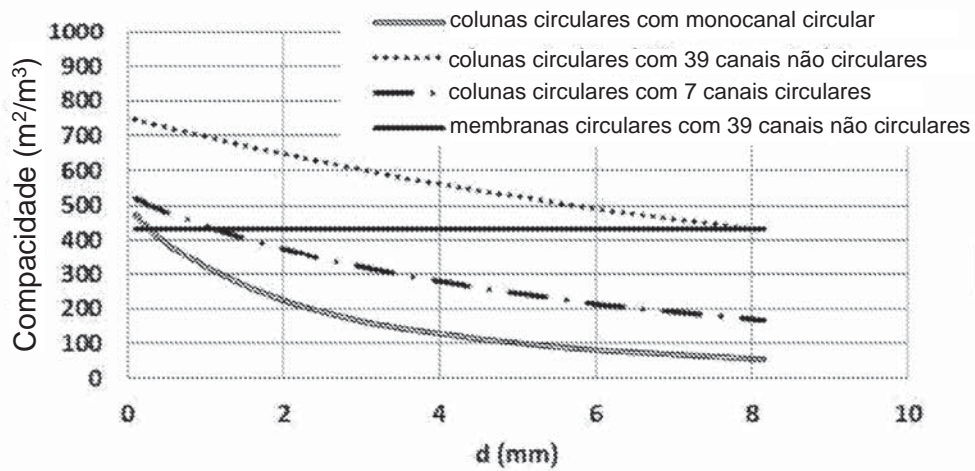
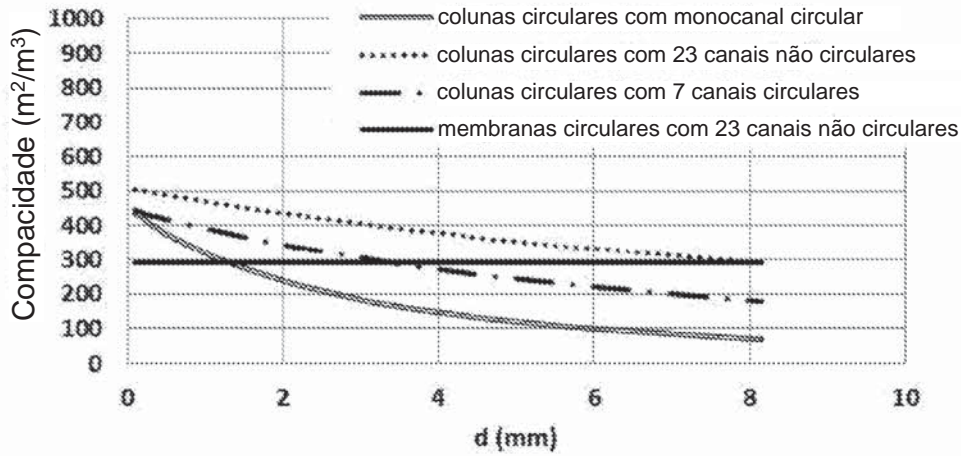


FIG. 4B







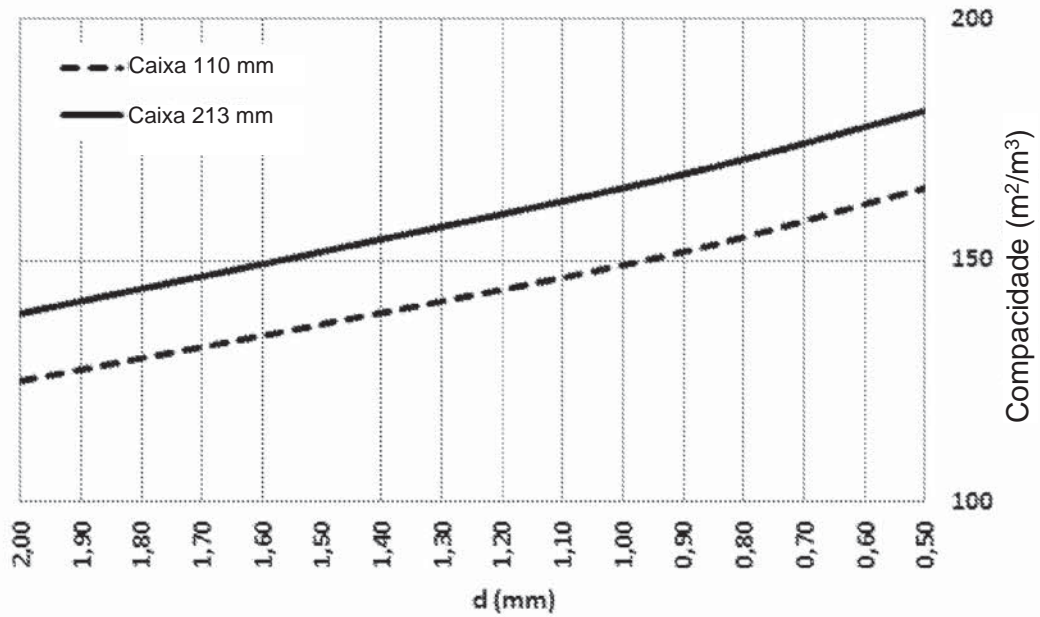


FIG.7A

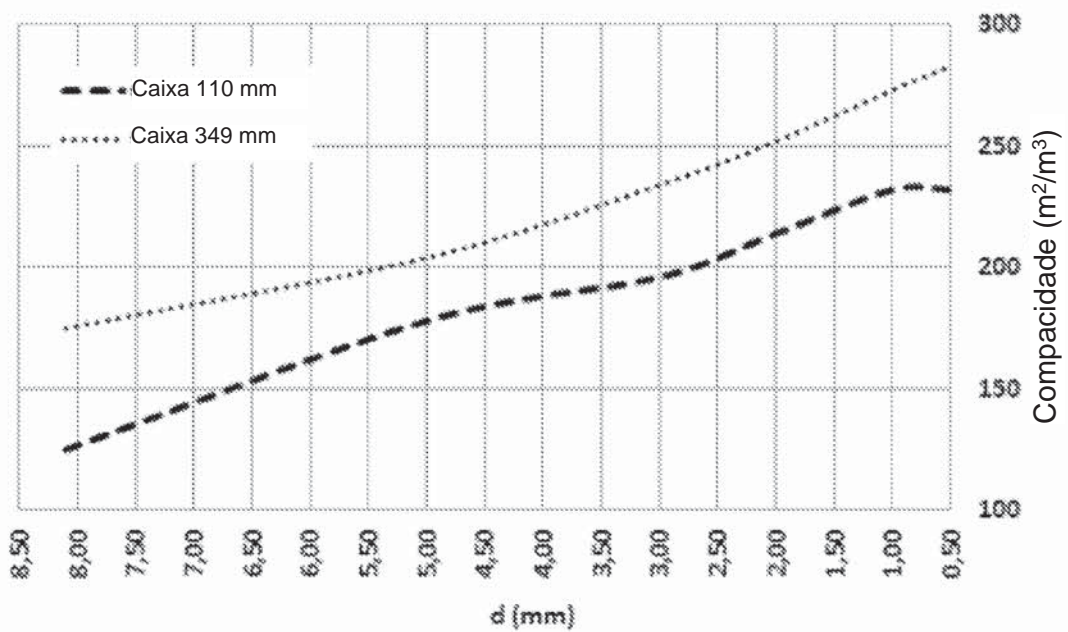


FIG.7B

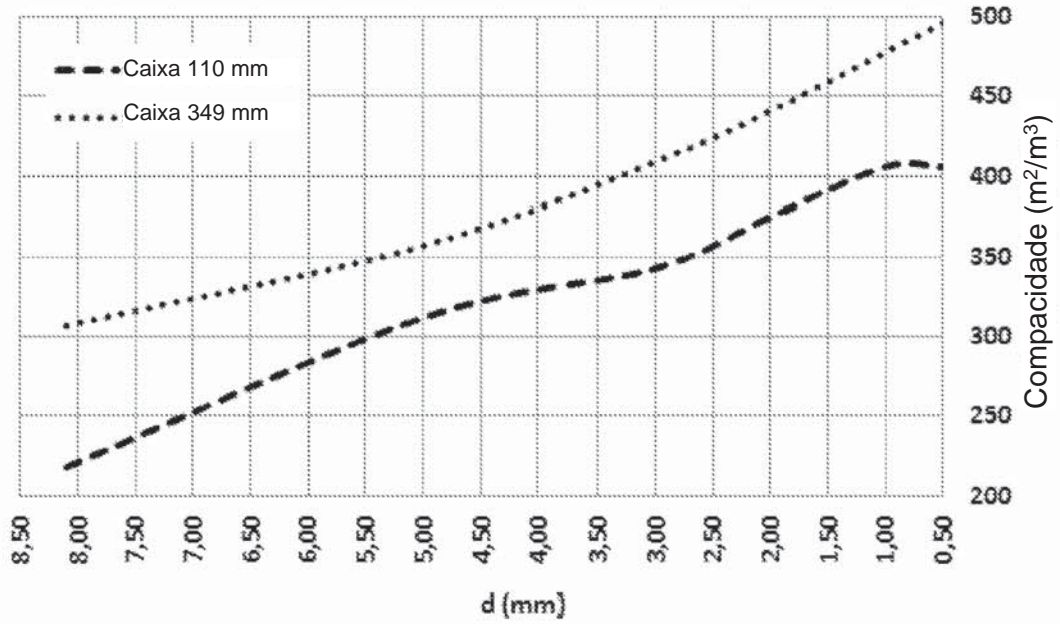


FIG.7C

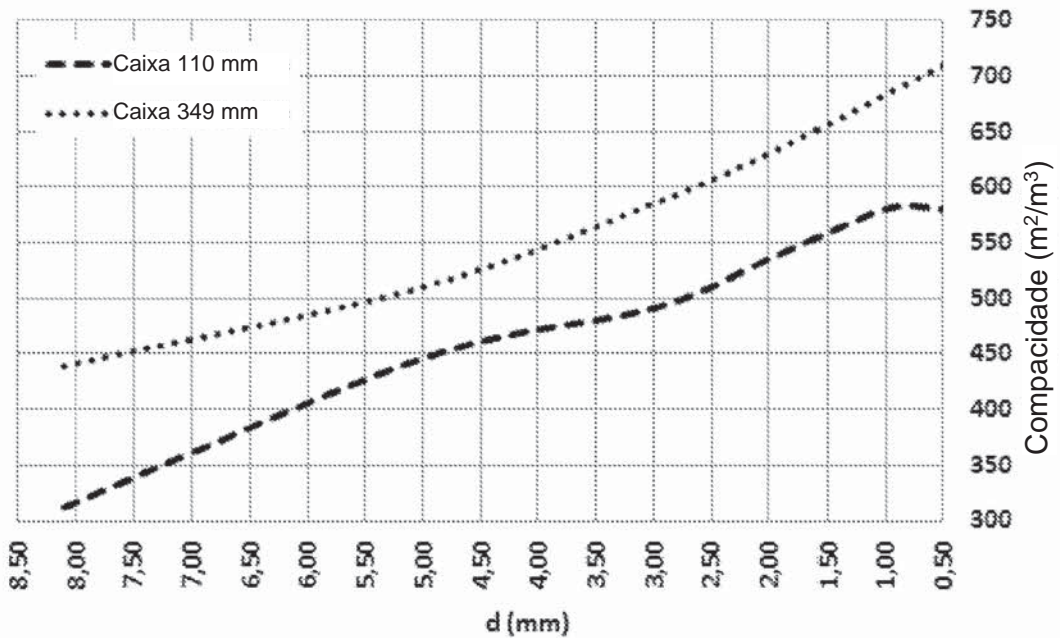


FIG.7D

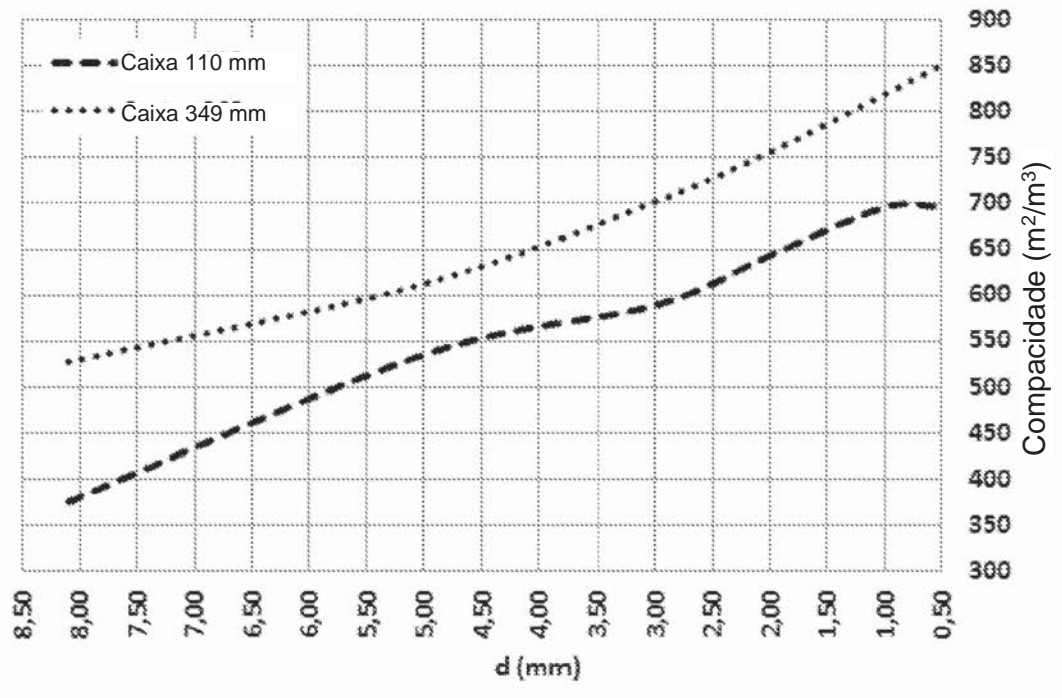


FIG.7E