(11) Número de Publicação: **PT 2994236 T**

(51) Classificação Internacional:
B04C 3/06 (2017.01)

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

(22) Data de pedido: **2014.05.06**

(30) Prioridade(s): **2013.05.06 DE 102013104645**

(43) Data de publicação do pedido: **2016.03.16**

(45) Data e BPI da concessão: **2017.07.12 205/2017**

(73) Titular(es):
DIEFFENBACHER GMBH MASCHINEN- UND ANLAGENBAU
HEILBRONNER STRASSE 20 75031 EPPINGEN DE

(72) Inventor(es):
WOLFGANG ALLERÖDDER DE

(74) Mandatário:
ANTÓNIO INFANTE DA CÂMARA TRIGUEIROS DE ARAGÃO
RUA DO PATROCÍNIO, Nº 94 1399-019 LISBOA PT

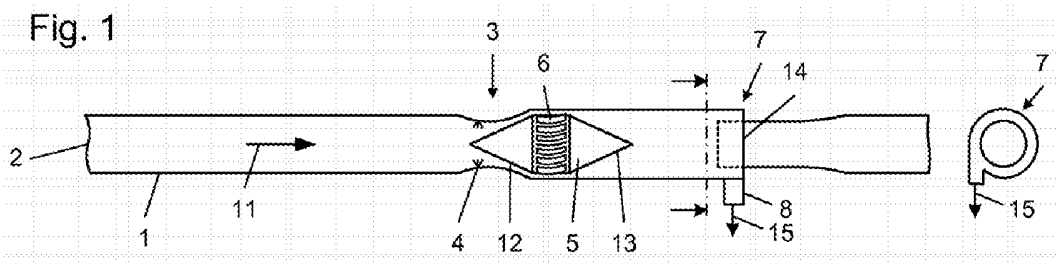
(54) Epígrafe: **DISPOSITIVO E PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE PARTÍCULAS ESTRANHAS DE UM FLUXO GASOSO**

(57) Resumo:
A INVENÇÃO REFERE-SE A UM DISPOSITIVO E A UM PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE PARTÍCULAS ESTRANHAS DE UM FLUXO GASOSO. O DISPOSITIVO COMPREENDE NESTE CASO AS SEGUINTES CARACTERÍSTICAS: UM TUBO (1) COM UM ORIFÍCIO (2) DE ENTRADA PARA A INTRODUÇÃO DO FLUXO GASOSO A SER TRATADO; UM ESTREITAMENTO (3) DE VENTURI NO TUBO (1); PELO MENOS UM INJETOR (4) DISPOSTO ANTES OU NO ESTREITAMENTO (3) DE VENTURI PARA A INJEÇÃO DE LÍQUIDO NO INTERIOR DO TUBO; UM SÓLIDO (5) DE CONSTRANGIMENTO DISPOSTO NO TUBO (1) QUE FORMA COM A SUPERFÍCIE ENVOLVENTE INTERIOR DO TUBO (1) UMA ABERTURA ANELAR E QUE SE ESTENDE NA DIREÇÃO AXIAL PELO MENOS SOBRE A REGIÃO DE SAÍDA DO ESTREITAMENTO (3) DE VENTURI; ESTÃO PREVISTAS PALHETAS-GUIA (6) QUE ESTÃO DISPOSTAS NO SÓLIDO (5) DE CONSTRANGIMENTO OU NA REGIÃO DO SÓLIDO (5) DE CONSTRANGIMENTO NA SUPERFÍCIE INTERIOR DO TUBO (1); O TUBO (1) APRESENTA A JUSANTE DO SÓLIDO (5) DE CONSTRANGIMENTO UMA ESTRUTURA PARA A REMOÇÃO DE PARTÍCULAS ESTRANHAS DA REGIÃO PERIFÉRICA DA SUA SECÇÃO TRANSVERSAL, BEM COMO DE GÁS PURIFICADO DA REGIÃO CENTRAL DA SUA SECÇÃO TRANSVERSAL.

RESUMO

"DISPOSITIVO E PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE PARTÍCULAS ESTRANHAS DE UM FLUXO GASOSO"

Fig. 1



A invenção refere-se a um dispositivo e a um processo para a separação de partículas estranhas de um fluxo gasoso. O dispositivo compreende neste caso as seguintes características: um tubo (1) com um orifício (2) de entrada para a introdução do fluxo gasoso a ser tratado; um estreitamento (3) de Venturi no tubo (1); pelo menos um injetor (4) disposto antes ou no estreitamento (3) de Venturi para a injeção de líquido no interior do tubo; um sólido (5) de constrangimento disposto no tubo (1) que forma com a superfície envolvente interior do tubo (1) uma abertura anelar e que se estende na direção axial pelo menos sobre a região de saída do estreitamento (3) de Venturi; estão previstas palhetas-guia (6) que estão dispostas no sólido (5) de constrangimento ou na região do sólido (5) de constrangimento na superfície interior do tubo (1); o tubo (1) apresenta a jusante do sólido (5) de constrangimento uma estrutura para a remoção de partículas estranhas da região periférica da sua secção transversal, bem como de gás purificado da região central da sua secção transversal.

DESCRIÇÃO

"DISPOSITIVO E PROCESSO PARA A SEPARAÇÃO DE PARTÍCULAS ESTRANHAS DE UM FLUXO GASOSO"

A invenção refere-se à remoção, num dispositivo, de substâncias em pó, gasosas, atomizadas ou líquidas de um fluxo gasoso a ser purificado e a um processo correspondente.

Do documento DE 2656151 A1 é conhecido um dispositivo para a separação de impurezas sólidas de um fluxo gasoso. O documento DE 10335194 A1 mostra um pré-separador para a remoção de impurezas do ar num sistema de sucção de ar de um motor de automóvel. O documento US 4629481 A mostra uma unidade modular de separação para a separação de um líquido de uma mistura gás-líquido. O documento EP 1458490 B1 mostra um separador por centrifugação com um tubo e um orifício de afluência e um orifício de efluência, em que no tubo está disposto um sólido estacionário em forma de vórtice que coloca o fluxo gasoso/líquido num movimento em espiral para que o líquido contido no fluxo gasoso seja movimentado radialmente para o exterior sob a influência da força centrífuga prevalecente no escoamento em espiral e seja ali separado.

Tais aparelhos podem ser necessários, em particular, na produção de painéis a partir de madeira ou de *pellets* de madeira. Neste caso, eles auxiliam a separação de pós de madeira e de ligações orgânicas voláteis em sistemas pneumáticos de transporte e de secagem.

Em tais aplicações, sabe-se que são utilizadas torres de absorção ou separadores por centrifugação de diferentes conceções, que auxiliam a purificação de gases com e sem ajuda de um líquido de lavagem. Neste caso, existem separadores de corrente de sentido único (como acima referido) ou de contracorrente. Estes últimos, devido às perdas de pressão no sistema de tubagens associadas a eles, são desvantajosos.

A precisão de separação no estado da técnica conhecido também não é suficiente para serem obtidos resultados satisfatórios, em particular no caso de reinstalações num espaço limitado. Separadores complexos com a precisão de separação necessária requerem, por sua vez, um espaço de construção considerável e apenas poderão ser dificilmente planeados do ponto de vista técnico da instalação ou, no caso de instalações existentes, praticamente não poderão ser reinstalados. Também é insatisfatório o desempenho em termos de volume.

A invenção tem como objetivo subjacente o de especificar um dispositivo para a separação de partículas estranhas de um fluxo gasoso, que é mais simples de ser construído e mais económico de ser produzido, que apresenta uma maior precisão de separação e uma eficiência geral melhorada. Além disso, deverá ser criado um processo.

A solução do objetivo para o dispositivo para a separação de partículas estranhas de um fluxo gasoso compreende neste caso as seguintes características:

- um tubo com um orifício de entrada para a introdução do fluxo gasoso a ser tratado;
- um estreitamento de Venturi no tubo;

- pelo menos um injetor disposto antes ou no estreitamento de Venturi para a injeção de líquido no tubo;
- um sólido de constrangimento disposto no tubo, que forma com a superfície envolvente interior do tubo uma abertura anelar e que se estende na direção axial pelo menos sobre a região de saída do estreitamento de Venturi;
- estão previstas palhetas-guia que estão dispostas no sólido de constrangimento ou na região do sólido de constrangimento na superfície interior do tubo;
- o tubo apresenta a jusante do sólido de constrangimento uma estrutura para a remoção de partículas estranhas da região periférica da sua secção transversal, bem como de gás purificado da região central da sua secção transversal.

A solução para o processo para a separação de partículas estranhas de um fluxo gasoso compreende as seguintes etapas: introdução de um fluxo gasoso carregado de partículas estranhas no interior de um tubo que apresenta um estreitamento de Venturi para o aumento da velocidade do fluxo gasoso, injeção de líquido no fluxo gasoso por meio de injetores antes ou durante a passagem pelo estreitamento de Venturi, novo aumento da velocidade do fluxo gasoso por meio de um sólido coaxial de constrangimento que reduz a secção transversal no interior do tubo, geração de um escoamento rotacional do fluxo gasoso em torno da extensão axial do tubo, por meio de palhetas-guia, para a acumulação das partículas estranhas e do líquido na proximidade da superfície interior do tubo e separação do líquido com as partículas estranhas, como fluxo parcial adjacente à superfície interior do tubo, do fluxo gasoso que se

encontra na região central da secção transversal.

De modo vantajoso, o aumento de desempenho e o espaço reduzido de construção são atingidos por meio da combinação das características acima mencionadas. Neste caso, a aceleração de um fluxo gasoso por meio de um estreitamento da secção transversal, com injeção simultânea do líquido de limpeza, aumenta o desempenho de purificação. As forças elevadas de corte que surgem neste caso entre o fluxo gasoso e o líquido conduzem à formação de gotas de líquido muito finas, às quais aderem partículas sólidas dispersas ou que coagulam com gotas estranhas de líquido. Adicionalmente, na superfície das gotas podem ser absorvidos componentes gasosos solúveis em água. Neste caso, o desempenho de limpeza está correlacionado com a superfície específica das gotas e é, portanto, inversamente proporcional ao diâmetro das gotas. As gotas de líquido de limpeza carregadas depois da lavagem, em virtude da sua inércia, são imediatamente separadas do fluxo gasoso através da separação axial integrada por centrifugação, com corrente de sentido único, no separador de gotas a jusante.

A ideia fundamental consiste essencialmente em poderem ser executadas todas as funções necessárias para a separação eficiente de partículas estranhas de um fluxo gasoso num único aparelho. Este aparelho é caracterizado por um encargo reduzido em termos construtivos e uma aplicabilidade em sistemas de tubos existentes.

As vantagens do dispositivo de acordo com a invenção podem ser resumidas, portanto, da seguinte forma:

- Conceção compacta no caso de integração num tubo

existente.

- Podem-se incorporar num tubo existente, deste modo, dispositivos de acordo com a invenção.
- Conforme as circunstâncias espaciais, o dispositivo de acordo com a invenção pode ser disposto verticalmente, horizontalmente ou obliquamente.
- Por meio da aceleração e geração de um vórtice simultâneas numa abertura anelar, o desempenho de limpeza pode ser melhorado.
- A secção transversal de escoamento no injetor, configurável de modo arbitrário, permite um ajuste durante o funcionamento.
- No que diz respeito ao principio de corrente de sentido único da parte centrifuga do dispositivo, a perda de pressão no tubo é reduzida.
- Não é necessário qualquer separador de gotas por centrifugação como componente separado.

O dispositivo adequa-se para a separação de

- Gases nocivos, como por exemplo VOC, HCl, SO_2, Cl_2, NH_3, HBR.
- Vapores ácidos, como por exemplo HCl, H_2SO_4, H_3PO_4 ou vapores de óleo.
- Pós finos, como por exemplo metais, óxidos de metal, pigmentos de cor, cinzas volantes, fuligem, madeira, sais.

Um tal dispositivo une, assim, a função da limpeza de gás por injeção de líquido, em particular de água, a sua atomização, bem como a subsequente geração de um vórtice. A separação de partículas estranhas decorre conforme o principio combinado de

um lavador de Venturi com uma centrifugação de corrente de sentido único.

Está previsto, de modo preferido, que as palhetas-guia estejam dispostas entre a extremidade de afluência e a extremidade de efluência do sólido de constrangimento.

Em combinação ou como característica individual, pode

- a parede do tubo apresentar a jusante do sólido de constrangimento um ou vários tubos de ramificação para partículas estranhas;
- o tubo apresentar um local de estreitamento no ou a jusante dos orifícios para partículas estranhas;
- estar a jusante do local de estreitamento um orifício de saída para a saída do gás purificado;
- estar previsto a jusante do sólido de constrangimento um tubo de inserção para a remoção do fluxo gasoso purificado, cujo orifício de entrada é envolto de forma concêntrica pelo tubo e recebe o fluxo gasoso;
- estar previsto um ou vários tubos de ramificação para a remoção das partículas estranhas a jusante do orifício de entrada do tubo de inserção;
- o sólido de constrangimento ser axialmente deslocável;
- o sólido de constrangimento estar fixo na posição axial configurada;
- o sólido de constrangimento estar fixo em termos rotacionais, mas ser axialmente deslocável.

Numa variante necessária conforme a situação de instalação, o tubo pode-se desenvolver de forma vertical na região do sólido de constrangimento e o sólido de constrangimento pode flutuar

livremente no fluxo gasoso sem dispositivos mecânicos de fixação.

De modo preferido, a extremidade de afluência do sólido de constrangimento pode apresentar a forma de um cone com a ponta direcionada contra o escoamento e/ou a extremidade de efluência do sólido de constrangimento pode apresentar a forma de um cone com a ponta direcionada para jusante.

O dispositivo é adequado para a execução do processo, mas também pode ser operado de forma autónoma.

A invenção é explicada mais detalhadamente com base no desenho. Nele está representado em detalhe o seguinte:

Figura 1 mostra uma primeira forma de execução de um dispositivo de acordo com a invenção.

Figura 2 mostra um excerto do objeto da Figura 1, referente ao estreitamento de Venturi, bem como ao sólido de constrangimento.

Figura 3 mostra em representação esquemática uma solução alternativa da região de extremidade do dispositivo da Figura 1.

O dispositivo de acordo com a invenção mostrado na Figura 1 compreende um tubo 1 com um orifício 2 de entrada para a introdução do fluxo gasoso a ser tratado. A direção de escoamento do fluxo gasoso está assinalada com 11.

O tubo 1 apresenta um estreitamento 3 de Venturi. Visto na

direção 11 de escoamento, encontra-se antes do estreitamento 3 de Venturi uma estrutura de injeção que compreende um número elevado de injetores 4 para a injeção de líquido no interior do tubo 1. No presente caso, trata-se aqui, de modo preferido, de água.

O tubo 1 envolve um sólido 5 de constrangimento. Este está disposto de forma concêntrica no tubo 1. A extremidade 12 de afluência do sólido 5 de constrangimento tem a forma de um cone com ponta direcionada contra o escoamento. A extremidade 13 de efluência do sólido 5 de constrangimento também tem a forma de um cone com ponta direcionada para jusante.

O sólido 5 de constrangimento forma com a superfície envolvente do tubo 1 uma abertura anelar. Além disso, ele está munido de palhetas-guia 6. Estas estão distribuídas sobre o perímetro total do sólido 5 de constrangimento numa disposição uniforme. Ver também Figura 2.

Num trecho axial a jusante do sólido 5 de constrangimento, encontra-se um local 7 de estreitamento. Neste local de estreitamento, o tubo 1 é reduzido de forma abrupta a um diâmetro mais reduzido. Assim, o tubo 1 prossegue com um diâmetro mais reduzido. Neste caso, a entrada 14 do tubo 1 com o diâmetro mais reduzido pode sobressair a montante por um determinado troço para o interior do trecho precedente com diâmetro maior do tubo 1 (principio de inserção). No local 7 de estreitamento, é desviada uma corrente 15 parcial; neste caso, o tubo 8 de ramificação está conectado tangencialmente à secção de maior diâmetro do tubo 1; ver Figura 1, corte à direita.

Em alternativa à conceção da Figura 1 do trecho de

extremidade de um dispositivo de acordo com a invenção, o trecho de extremidade também pode ser concebido tal como mostrado na Figura 3. Como se pode ver, o tubo 1 desenvolve-se de forma vertical. Neste caso, sobressai um tubo 9 de inserção para o interior do tubo 1. O orifício 10 de entrada do tubo 9 de inserção é envolvido de forma concêntrica pelo tubo 1. De resto, a corrente 15 parcial desviada, de modo preferido, consiste em líquido contaminado.

O dispositivo descrito opera da seguinte maneira:

Um fluxo de ar carregado com partículas estranhas entra através do orifício 2 de entrada do tubo 1. O fluxo de ar alcança, então, o aro de injetores 4. Estes podem-se encontrar imediatamente antes ou no interior do estreitamento 3 de Venturi. As forças elevadas de corte que surgem neste caso entre o ar e o líquido conduzem a uma formação de gotas de líquido extremamente finas. Nestas, acumulam-se as substâncias estranhas. Por meio da abertura anelar entre o sólido 5 de constrangimento e a superfície envolvente interior do tubo 1, é gerada uma aceleração elevada. O sólido 5 de constrangimento com as suas palhetas-guia 6 funciona como gerador de vórtice, que aumenta mais ainda a velocidade de escoamento e, assim, também as forças de corte entre ar e as gotículas de líquido carregadas de partículas. As gotículas de liquido são novamente divididas na zona de corte entre o sólido 5 de constrangimento e a parede do tubo 1. Deste modo, a superfície específica é aumentada e a capacidade de absorção é elevada. Na abertura anelar, é reduzida a secção transversal livre entre o liquido, por um lado, e as impurezas dispersas ou gasosas, por outro. Deste modo, é elevada a frequência de contacto

entre partículas estranhas e o ar a ser purificado. Além disso, graças à inércia da fase dispersa, é forçada uma mistura de mistura gasosa e partículas estranhas ou gotas na região do sólido de constrangimento. Todos os efeitos descritos têm um efeito positivo no desempenho de limpeza.

No exemplo de execução representado, as palhetas-guia 6 estão dispostas no sólido 5 de constrangimento. Contudo, em vez disso, elas também podem estar fixas na superfície interior do tubo 1.

A separação subsequente das gotas de líquido de limpeza carregadas do fluxo de ar rotacional ocorre conforme o principio de uma centrifugação de corrente de sentido único. Neste caso, o fluxo de afluência e o fluxo de efluência prosseguem sem inversão interna de direção. Ver a Figura 3.

O sólido 5 de constrangimento pode ser axialmente deslocável, de modo preferido juntamente com um dispositivo 16 de configuração. Caso ele seja configurado uma vez até uma determinada posição axial, ele está inicialmente fixo. Deste modo, correspondentemente às exigências do funcionamento, a secção transversal do escoamento pode-se ajustar ao local de injeção de água.

Contudo, também é concebível a seguinte execução: O tubo 1 desenvolve-se verticalmente na região do sólido 5 de constrangimento. O sólido de constrangimento não tem de estar obrigatoriamente fixo, por exemplo através de ligações mecânicas à envolvente fixa. Pelo contrário, ele pode-se movimentar livremente no escoamento, de modo preferido apenas na direção axial e, por conseguinte, para cima e para baixo. De resto, ele

é executado da mesma forma como o sólido 5 de constrangimento anteriormente descrito com as palhetas-guia 6. Ele exerce as suas funções da mesma forma como o sólido fixo de constrangimento: Ele forma, por conseguinte, uma abertura anelar juntamente com a superfície interior da parede do tubo 1; ele gera, além disso, um vórtice. O seu peso pode ser determinado de tal maneira, que este corresponda às exigências da prática. Contudo, neste caso está previsto um dispositivo de comando para que o sólido de constrangimento seja axialmente deslocável no tubo 1 e, em simultâneo, possa assegurar o movimento de rotação do fluxo gasoso. Isto pode ser executado por meio de uma configuração geométrica adequada (não representada), por exemplo por meio de uma ranhura no sólido de constrangimento, na qual engata uma chapa-guia ou uma mola, ligados à superfície interior do tubo 1. Numa tal configuração, o sólido de constrangimento também pode assumir uma função como um tipo de válvula de retenção ou unidade de fecho no caso de inexistência de fluxo gasoso para o tubo 1.

Lista de referências:

1	Tubo
2	Orifício de entrada
3	Estreitamento de Venturi
4	Injector
5	Sólido de constrangimento
6	Palheta-guia
7	Local de estreitamento
8	Tubo de ramificação
9	Tubo de inserção
10	Orifício de entrada

11 Direção do escoamento

12 Extremidade de afluência

13 Extremidade de efluência

14 Entrada

15 Corrente parcial

16 Dispositivo de configuração

Lisboa, 10 de outubro de 2017

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a separação de partículas estranhas de um fluxo gasoso, compreendendo as seguintes características:

   - um tubo (1) com um orifício (2) de entrada para a introdução do fluxo gasoso a ser tratado;
   - um estreitamento (3) de Venturi no tubo (1);
   - pelo menos um injetor (4) disposto antes ou no estreitamento (3) de Venturi para a injeção de líquido no interior do tubo;
   - um sólido (5) de constrangimento disposto no tubo (1), que forma com a superfície envolvente interior do tubo (1) uma abertura anelar e que se estende na direção axial pelo menos sobre a região de saída do estreitamento (3) de Venturi;
   - estão previstas palhetas-guia (6) que estão dispostas no sólido (5) de constrangimento ou na região do sólido (5) de constrangimento na superfície interior do tubo (1);
   - o tubo (1) apresenta a jusante do sólido (5) de constrangimento uma estrutura para a remoção de partículas estranhas da região periférica da sua secção transversal, bem como de gás purificado da região central da sua secção transversal.

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por as palhetas-guia (6) se encontrarem entre a extremidade (12) de afluência e a extremidade (13) de efluência do sólido (5) de constrangimento.

3. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado por as seguintes características:

- a parede do tubo (1) apresenta a jusante do sólido de constrangimento um ou vários orifícios de saída para partículas estranhas;
- o tubo, nos ou a jusante dos orifícios, apresenta um local (7) de estreitamento para partículas estranhas;
- a jusante do local (7) de estreitamento está um orifício de saída para a saída do gás purificado.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado por as seguintes características:

- para a remoção do fluxo gasoso purificado está previsto a jusante do sólido (5) de constrangimento um tubo (9) de inserção, cujo orifício (10) de entrada é envolto de forma concêntrica pelo tubo (1) e recebe o fluxo gasoso;
- para a remoção de partículas estranhas estão previstos um ou vários tubos (8) de ramificação a jusante do orifício (10) de entrada do tubo (9) de inserção.

5. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 4, caracterizado por o sólido (5) de constrangimento ser axialmente deslocável e/ou estar fixo na posição axial configurada.

6. Sólido de constrangimento de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 4, caracterizado por o tubo (1) se desenvolver verticalmente na região do sólido (5) de constrangimento, e por o sólido (5) de constrangimento

flutuar livremente no fluxo gasoso sem dispositivos mecânicos de fixação, de modo preferido com um bloqueio de rotação.

7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 6, caracterizado por a extremidade (12) de afluência do sólido (5) de constrangimento apresentar a forma de um cone com ponta direcionada contra o escoamento.

8. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 até 7, caracterizado por a extremidade (13) de efluência do sólido (5) de constrangimento apresentar a forma de um cone com a ponta direcionada para jusante.

9. Processo para a separação de partículas estranhas de um fluxo gasoso, compreendendo as seguintes etapas:

- introdução de um fluxo gasoso carregado de partículas estranhas no interior de um tubo (1) que apresenta um estreitamento (3) de Venturi para o aumento da velocidade do fluxo gasoso,
- injeção de líquido no fluxo gasoso por meio de injetores antes ou durante a passagem pelo estreitamento (3) de Venturi,
- novo aumento da velocidade do fluxo gasoso por meio de um sólido (5) coaxial de constrangimento que reduz a secção transversal no interior do tubo (1),
- geração de um escoamento rotacional do fluxo gasoso em torno da extensão axial do tubo, por meio de palhetas-guia (6), para a acumulação das partículas estranhas e do líquido na proximidade da superfície interior do tubo (1) e

- separação do líquido com as partículas estranhas, como corrente (15) parcial adjacente à superfície interior do tubo (1), do fluxo gasoso que se encontra na região central da secção transversal.

Lisboa, 10 de outubro de 2017

Fig. 1

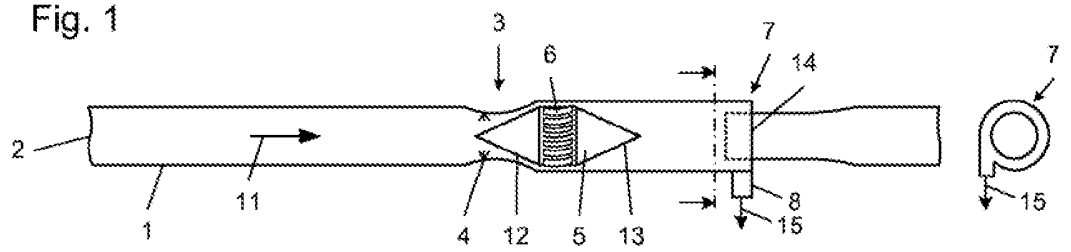


Fig. 2

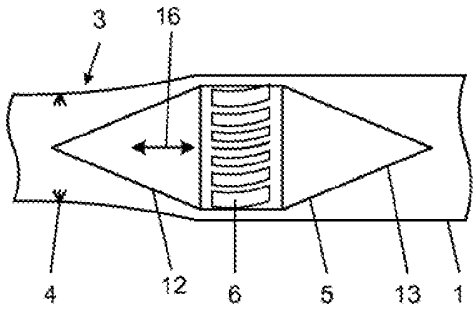


Fig. 3

