



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0910041-5 B1

(22) Data do Depósito: 27/02/2009

(45) Data de Concessão: 06/02/2018



(54) Título: "DISPOSITIVO PARA PRODUÇÃO DE GÁS BRUTO, COM TEOR DE CO OU DE H₂, PELA GASEIFICAÇÃO DE COMBUSTÍVEL COM TEAR DE CINZAS"

(51) Int.Cl.: C10J 3/50; C10J 3/52

(30) Prioridade Unionista: 14/11/2008 DE 102008057410.4, 21/01/2009 DE 102009005464.2, 27/03/2008 DE 102008015801.1

(73) Titular(es): UHDE GMBH

(72) Inventor(es): JOHANNES KOWOLL

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"DISPOSITIVO PARA A PRODUÇÃO DE GÁS BRUTO, COM TEOR DE CO OU DE H₂, PELA GASEIFICAÇÃO DE COMBUSTÍVEL COM TEOR DE CINZAS"**.

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo para produção de gás bruto com teor de CO e de H₂ através da gaseificação de combustível com teor de cinzas de gás com teor de oxigênio e temperaturas acima da temperatura de fusão das cinzas em um reator de gaseificação e com um subsequente compartimento de resfriamento brusco de gás e um canal de transição de conformação cônica que se estende de um compartimento para outro.

[002] Dispositivos deste tipo são conhecidos, por exemplo, do documento EP nº 0 616 022 B1 ou EP nº 0 400 740 B1. Uma construção comparável também é mostrada pelo documento DE nº 10 2005 048 488 A, sendo que no estado da técnica também devem ser considerados ainda os documentos EP nº 0 431 266 A1 ou o documento DE nº 10 2006 029 A1.

[003] Nos gaseificadores de construção convencional, normalmente de 30 a 60% do eixo das cinzas do combustível são transformadas em cinzas voláteis, e que traz desvantagens caracterizadas pelo fato de que se formam depósitos no percurso do gás bruto, podendo ocorrer erosões majoradas em aparelhagem sequenciais. A separação e a eclusagem das cinzas voláteis é nitidamente mais complexa e mais dispendiosa do que aquela de escória. A eliminação das cinzas voláteis também é mais cara porque em parte podem ser encontrados metais pesados nas cinzas voláteis, porque, normalmente se trata de um pó muito fino que não pode ser depositado de forma aberta.

[004] O documento acima mencionado EP nº 0 400 740 B apresenta um tubo estreitado com guarnições que podem resultar em obs-

truções e, além disso, estas guarnições podem bloquear o acesso aos compartimentos que se encontram por baixo no caso da inspeção e da manutenção. É necessário resfriamento das guarnições semelhantes a dentes cruzados resulta, além disso, no enrijecimento da escória, o que pode resultar em obstruções.

[005] O documento EP nº 0 431 266 também apresenta maiores correntes de cinzas voláteis na descarga do gaseificador bem como uma transformação deficiente do combustível no gaseificador, porque uma parcela dos gases que ainda estão reagindo e contém carbonetos e cinzas fluem rapidamente do plano combustor e sem deflexão até o escoamento do gaseificador, já que não está prevista uma torção. É conhecido que uma torção no gaseificador primeiramente desvia o gás em afluxo a partir do plano da combustão contra a parede, com o que uma parcela das cinzas voláteis são separadas na parede e o tempo de permanência das partículas de combustível no gaseificador será assim prolongado.

[006] Também é conhecido, que quanto mais forte for à torção, mais intensiva será a troca de substância dentro do gaseificador. No caso, verifica-se uma separação mais acentuada das cinzas. Uma torção intensa na descarga do gaseificador ocasiona, todavia, conforme acima já foi rapidamente abordado, dificuldades nas aparelhagens sequenciais, já que os gases quentes e as partículas de escória são lançadas com elevada velocidade tangencial na direção das paredes. Por esta razão, no gaseificador, será preferida uma torção apenas fraca, por exemplo, com ângulo de ignição de 3°.

[007] Aqui se aplica a presente invenção, cujo objetivo, além de evitar as desvantagens acima mencionadas, reside em reduzir tanto a quantidade de cinzas voláteis quanto também as quantidades dos combustíveis não gaseificados, sendo que deve ser atingida uma torção apenas fraca na entrada das aparelhagens sequencialmente mon-

tadas a fim de evitar depósitos naquela regiões e com um dispositivo muito compacto, onde não deve ocorrer o perigo do enrijecimento da escória na descarga.

[008] Com um dispositivo da espécie inicialmente citada esta tarefa de acordo com a invenção será solucionada pelo fato de que no canal de transição estreitado estão previstas faces de paredes que reduzem a torção, ou seja, que abrange apenas uma parcela da seção transversal do canal de transição.

[009] Ficou demonstrado que estas faces de paredes conformada comparadamente estreitas podem ser usadas de uma maneira ótima como freios de torção, sem que a seção transversal de passagem do canal de transição seja desnecessariamente diminuída.

[0010] No caso pode estar previsto que as faces de paredes são formadas por tubos de refrigeração. Na prática ficou demonstrado que mesmo quando os tubos de refrigeração apresentarem uma determinada distância entre si, pela aglutinação em determinadas regiões da escória se forma rapidamente uma parede fechada que diminui a torção ou a suprime amplamente até o término do canal de transição.

[0011] Para continuar a considerar esta função de frenagem de torção, em uma modalidade da invenção poderá ser previsto que as faces de parede apresentem uma conformação geralmente torcida em direção longitudinal a qual convenientemente está direcionada contra a direção de torção reinante no gaseificador.

[0012] Em aditamento de acordo com a invenção poderá estar previsto que na direção da força de gravidade na extremidade inferior das paredes das superfícies de paredes esteja prevista uma canaleta resfriada que recebe a escória para fazer o seu escoamento a partir do compartimento do resfriamento brusco.

[0013] Para otimizar o escoamento da escória de acordo com a invenção pode também ser previsto que no caso de uma variedade de

tubos de refrigeração formadores das superfícies de paredes, as regiões inferiores dos tubos na direção da força de gravidade, relativos a tubos adjacentes, apresenta uma distância recíproca que é coberta por um filete coletor, sendo que o referido filete coletor desemboca na canaleta de escoamento da escória.

[0014] Em ampliação a invenção também prever que o diâmetro do canal estreitado seja de 0,1 até 0,5 o diâmetro do gaseificador, sendo que a largura livre que permanece pelas arestas marginais verticais das paredes redutoras de torção, no interior, é de ≥ 500 mm. Desta maneira, torna-se possível que uma pessoa possa penetrar para testar o compartimento interno do dispositivo atravessando esta região.

[0015] Como a torção é proporcional ao raio, será fortemente intensificado pelas superfícies existentes na zona marginal. Na dependência do enfraquecimento desejado da torção, o comprimento da superfície de frenagem de torção deverá ser entre 0,5 e 4 diâmetro do canal de ligação.

[0016] Baseado no "freio de torção" de acordo com a invenção é possível prever um ângulo de ignição de 5 a 10° referido a secante correspondente do conjunto do queimador, da mesma maneira como outros corpos de torção e guarnições para lograr uma circulação maior dentro do gaseificador e, com isto, uma mistura íntima, como isto também está previsto na presente invenção.

[0017] Com esta medida, o volume trabalhado do combustível será majorado e a aglutinação de partículas de cinzas será intensificada, com o que também será aprimorada a separação dessas mesmas partículas.

[0018] Finalmente, é possível determinar a corrente de calor do saldo frigorígeno de uma maneira contínua e, desta maneira, calcular a densidade da escória nas paredes do dispositivo, online, para o que

indicamos um exemplo:

- refrigeração pela evaporação da água alimentada na caldeira em tubos do dispositivo

- são medidas quantidade e temperatura da água alimentada no dispositivo bem com a quantidade e a pressão do vapor gerado. A partir desses valores serão determinados a corrente térmica e a densidade da corrente térmica.

- a espessura média da camada de escória fixa depende de modo recíproco da densidade da corrente de calor e pode aproximadamente ser calculada com a seguinte fórmula:

$$\text{espessura da Camada} = \text{Lambda} * (T_F - T_X)/q$$

sendo que

Lambda - Capacidade de convecção térmica da escória

T_F - Temperatura de enrijecimento da escória

T_K - Temperatura de ebulição da água.

- com este método obtém-se informação online sobre a espessura da camada da escória sólida. Caso a camada for demasiado espessa, por exemplo, > 50 mm, a quantidade de oxigênio e assim a quantidade da gaseificação poderá ser majorada imediatamente. Se, por outro lado, a densidade da corrente térmica for demasiada elevada, por exemplo, de > 200 kW/m³ a quantidade de oxigênio, poderá ser reduzida ou a quantidade do gás de moderação (H₂O ou CO₂) poderá ser aumentada.

[0019] A escória separada nas paredes do gaseificador flui de modo preponderante e escoar na região externo do dispositivo, com o que a camada de escória ali é especialmente espessa e a densidade da corrente térmica é especialmente reduzida.

[0020] Por outro lado, as superfícies na região central da seção transversal quase não são cobertas pela escória em escoamento, com o que é formada apenas uma camada fina de escória nessas superfícies.

cies. Medições separadas das densidades da corrente térmica na região externa e nas superfícies na região central do canal estreitado fornecem, portanto, duas informações importantes para o controle da temperatura de gaseificação:

- na região periférica poderá ser determinada a camada mais espessa da escória a fim de poder proteger as guarnições que freiam a torção contra a obstrução com a escória pelo aumento da temperatura mediana,

- na região central será medida a mais intensa densidade da corrente térmica, sendo que rápidas alterações da densidade da corrente térmica podem ser registradas a fim de poder corrigir rapidamente alterações de curta duração da temperatura de gaseificação.

[0021] Em ampliação da invenção está previsto que o canal de transição estreitado, em sua extremidade situada na direção de gravidade inferior, está provido de uma contração com uma aresta de gotejamento.

[0022] Com esta medida será alcançado uma série de vantagens adicionais:

[0023] na mistura de camadas de gás em fluxo contrário e na aceleração e alteração na direção do gás, as partículas de escória existentes no gás e por ele sustentadas ricochecam reciprocamente e se aglutinam, com o que são formadas partículas maiores que podem ser depositadas nas paredes de maneira que o conteúdo das partículas de cinzas no gás diminui nitidamente.

[0024] Em ampliação, a invenção também prevê que a contração no canal de transição estreitado está envolta adicionalmente por outro tubo misturador para formação de um compartimento misturador adicional.

[0025] No caso, poderá ser conveniente que o lado interno da parede do tubo misturador seja conformado em metal (refrigerado, po-

rém, não resfriado) o que de acordo com a invenção também está previsto.

[0026] De acordo com a invenção também deverá ser previsto que o diâmetro do outro tubo misturador e a distância da livre margem do tubo misturador relativamente à aresta d gotejamento seja adequado ao comportamento da escória incidente. Se a escória enrijecer, por exemplo, de modo saltiforme a elevada temperatura como, por exemplo, 1200°C, poderá ser selecionado um diâmetro menor para minimizar o refluxo de gás frio da região de resfriamento bruto no compartimento misturador e desta forma evitar o enrijecimento da escória na aresta de gotejamento. Quanto menor for à temperatura do enrijecimento da escória tanto maior poderá ser selecionado o diâmetro o tubo misturador adicional. No caso de temperatura de enrijecimento baixa, verifica-se um refluxo mais intenso do gás frio e a temperatura no compartimento misturador ficará mais baixa, de maneira que não haverá aderência de partículas de cinzas voláteis com uma superfície pegajosa no tubo misturador adicional.

[0027] É conveniente, no caso, que o ângulo de ampliação resultante de maneira ideal entre a aresta de gotejamento por um lado e a livre borda do tubo misturador por outro lado esteja situada na faixa de 10° até 30°, sendo que de acordo com a invenção também está previsto que o raio do outro tubo misturador seja de 0,1 até 1 m maior do que o raio da aresta de gotejamento.

[0028] Outras características, vantagens e detalhes da invenção resultam baseados na descrição seguinte bem como baseado no desenho. As figuras mostram:

figura 1 representação esquemática de um recipiente pressurizado com reator e compartimento de resfriamento bruto,

figura 2a um corte em representação esquemática aproximadamente de acordo com a linha II-II na figura 1,

figura 2b um corte em representação esquemática aproximadamente com a linha IIb-IIb na figura 1,

figura 3 um exemplo de execução modificado da invenção na representação de acordo com a figura 1,

figura 4 outro exemplo de execução da invenção,

figura 5 uma vista lateral e frontal de uma parede ordenadora de fluxo, montado no canal de transição do reator na direção do compartimento de resfriamento brusco como em

figura 6 outro exemplo de execução da invenção na representação conforme a figura 1.

[0029] A figura 1 apresenta de modo simplificado um reator 1 em um recipiente pressurizado 2 em corte, sendo que os queimadores que sujeitam o reator 1 são indicados apenas como setas 3.

[0030] Como pode ser reconhecido, o fundo do gaseificador afunilado e designado com número 4 converge em um canal 5 que se estreita e que possui guarnições 6 direcionadoras do fluxo para reduzir a torção da mistura abando o reator.

[0031] Neste processo, o canal 5 estreitado, em direção de fluxo, atrás das guarnições 6, apresenta uma primeira região de mistura 7 que depois desemboca no compartimento de refrigeração de gás designado pelo número 9, por exemplo, um compartimento de resfriamento brusco, sendo que o suprimento do meio de resfriamento bruto está indicado com as setas 8.

[0032] As guarnições ordenadoras do fluxo podem ser conformadas como paredes tubulares que são atravessadas por um frigorígeno, conforme isto está descrito mais detalhadamente com referência à figura 5. Em caráter adicional as paredes podem ter pinos e aderências para facilitar a aglutinação da escória e para reduzir a densidade da corrente térmica.

[0033] Na figura 2a está indicado que as guarnições 6 de acordo

com a figura 1 estão direcionadas, apontando para o interior do compartimento interno do canal 5, sendo que um corte transversal interno designado pelo número 5 é mantido livre de guarnições. Este corte transversal interno 5a é selecionado de tal tamanho que uma pessoa pode atravessá-lo a fim de atravessar eventualmente os trabalhos de manutenção no compartimento de resfriamento bruto 9.

[0034] A seção transversal interno 5a quase não é resfriada, com o que não se deve temer enrijecimento da escória e a obstrução completa.

[0035] Na figura 2a, ainda por setas tracejadas, é indicado o movimento de torção em formação no fluxo. Nos compartimentos entre as guarnições 6 resultam fluxos de torção 6a na direção contrária do fluxo no compartimento interno isento de guarnições o que é indicado na figura 2a pelas setas 5b. Os fluxos de torção 6a entre as guarnições 6 são direcionados de tal maneira que, por exemplo, os fluxos circulatórios nas paredes das guarnições 6 são direcionadas em sentido reciprocamente contrário, o que é indicado pelas setas parciais 6b e 6c pontilhadas. As regiões parciais do fluxo 6a apontando na direção do interior estão direcionadas no mesmo sentido como o fluxo rotacional 5b.

[0036] Caso as guarnições forem abandonadas, então o desenho de corte de acordo com a linha IIb-IIb na figura 1 indica que nesta região os fluxos 5b e 6b estão direcionados reciprocamente opostos e exercem uma frenagem recíproca e eventualmente se dissolveram totalmente na extremidade inferior do canal 5.

[0037] A figura 3 apresenta um exemplo de execução modificado. Aqui o compartimento de resfriamento brusco 9 é um componente construído próprio e, portanto, não faz parte do recipiente pressurizado como no exemplo da figura 1.

[0038] Diferente em relação à figura 1, no exemplo de execução

da figura 3 as guarnições 6 redutoras de torção são curvas, ou seja, posicionadas obliquamente na direção de fluxo e isto contra a direção da torção da mistura que abandona o reator 1.

[0039] A figura 4 por sua vez apresenta novamente um exemplo de execução modificado. Aqui a borda inferior do canal estreitado possui uma canaleta coletora eventualmente também resfriada para a derivação das cinzas voláteis, sendo que esta canaleta coletora designada com o número '10 desemboca em um compartimento 11 separado com banho de escória. Pelo escoamento da escória sobre a canaleta 10 refrigerada no compartimento do banho de escória 11, a escória incide separadamente e sem substâncias sólidas finas, com o que se torna possível de que o gás que abandona o canal 5 não seja somente submetido ao resfriamento brusco com água, porém, com um gás mais frio a fim de gerar desta maneira um gás de secagem quente, o qual, por exemplo, também pode ser empregado como gás redutor.

[0040] No caso, as paredes tubulares 6 podem ser conformadas de tal modo com entalhes, nervuras ou posicionamento oblíquo de maneira que a escória possa ser direcionada da sua superfície na direção da parede do canal para depois ser derivada para canaleta 10.

[0041] Na figura 5 também está mostrado como exemplo da conformação de uma parede deste tipo redutora de torção. Ela consiste em tubos de refrigeração adjacentes designados com número 12 e 13 cuja região inferior situada na direção da força de gravidade está posicionada obliquamente e ao menos em partes, está expandida de tal maneira que entre os tubos inferiores em posição oblíqua possa ser posicionado um filete 14 para simplificar naquele ponto o escoamento da escória, a qual fluirá então na direção da parede do tubo 5 de onde passa eventualmente de uma canaleta não representada na figura 5 para o escoamento conforme acima descrito.

[0042] A figura 6 apresenta um exemplo com canal, ou seja, tubo

misturador 5 reduzido que na sua extremidade inferior na direção da força da gravidade possui uma contração 15 que apresenta uma aresta de gotejamento 15a com esta contração, ou seja, estreitamente 15, os turbilhões 5b e 6b, mostrados na figura 2b e em sentido contrário, serão forçados de se movimentarem um em relação ao outro, de maneira que o efeito que se neutraliza pelos turbilhões será acentuadamente intensificado de maneira que uma neutralização correspondente praticamente já estará presente no término da contração, ou seja, do estreitamento 15.

[0043] Com este exemplo de execução da invenção, a abertura de escoamento, ou seja, a aresta de gotejamento 15a, ainda está envolta por outro tubo misturador 16 que define outro compartimento misturador 7a. Este tubo misturador 16 evita também um refluxo do gás frio do compartimento de resfriamento brusco 9 para o ambiente da aresta de gotejamento 15a, com o que fica excluído um enrijecimento da escória e, portanto, a formação de estalactitas ou de outras impurezas aglomeradas e pendentes dentro do cilindro.

[0044] A figura 6 ainda mostra por duas setas tracejadas o raio "r" da aresta de gotejamento 15a e o raio "R" do tubo misturador 16 adicional, bem como um ângulo ideal " α " que resulta da linha de conexão entre a aresta de gotejamento 15a e a aresta marginal 16a livre do tubo misturador 16 adicional. Quanto maior a temperatura do enrijecimento da escória, tanto menor poderá ser conformado o ângulo α é tanto menor será a diferença entre r e R, sendo que na prática R pode ser aproximadamente 0,1 m maior do que r. o ângulo α estará situado convenientemente entre 10° e 30°. O ângulo α situa-se convenientemente entre 10° e 30°.

[0045] Para formar raios ou filamentos de fluxos de escórias, a contração 15 ainda pode apresentar uma superfície ondulada o que não está representado aqui mais detalhadamente.

[0046] Naturalmente os exemplos de execução descritos da invenção ainda podem ser modificados em vários aspectos sem abandonar a idéia básica. Isto aplica-se especialmente para a modalidade simétrica da superfície de parede 6 resfriadas no canal de transição 5. No caso de um tipo alternativo de gaseificador com saída de gás em sentido ascendente por uma abertura de escoamento no teto, o canal de transição estreitado será montado sobre esta abertura e a escória separada nas superfícies do canal fluirá ou cairá para baixo no interior do gaseificador. O resfriamento do gás no compartimento 9 pode-se produzir por resfriamento brusco radiação ou convecção. No compartimento também poderão ser dosadas substâncias reagentes, por exemplo, pedra de cal para remover composições de enxofre.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para a produção de gás bruto, com teor de CO ou de H₂, pela gaseificação de combustível com teor de cinzas com gás, contendo oxigênio, a temperaturas acima da temperatura de fusão das cinzas, em um reator de gaseificação (1) e com um sequencial compartimento de resfriamento de gás (9), e um canal de transição (5) que se estreita, passando de um compartimento para o outro,

caracterizado pelo fato de que

- no canal de transição estreitado (5) estão previstas faces de paredes (6), redutoras de torção ou inibidoras de torção, que cobrem apenas uma parcela da seção transversal do canal de transição (5) e sendo formadas por tubos de resfriamento, sendo que o canal de transição (5) estreitado compreende a jusante das faces de parede (6), uma primeira região de mistura (7),

- o canal de transição (5) estreitado estando provido em sua extremidade situada embaixo, na direção da força de gravidade, de uma contração (15) com aresta de gotejamento (15a), e

- a contração (15) está adicionalmente envolta no canal de transição (5) estreitado por outro tubo misturador (16) para a formação de um compartimento misturador adicional (7a).

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as faces de paredes (6) apresentam uma conformação ligeiramente arredondada em direção longitudinal.

3. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que, na extremidade inferior das faces de paredes (6), em direção da força de gravidade, está prevista uma canaleta (10) resfriada para coletar a escória, visando o escoamento da escória do compartimento de resfriamento brusco.

4. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que, no caso de uma va-

riedade de tubos de resfriamento (12,13), formadores das faces de paredes, os tubos adjacentes das regiões tubulares inferiores na direção da força de gravidade apresentam uma distância recíproca a ser coberta por um filete coletor (14), sendo que o referido filete coletor (14) desemboca na canaleta de escoamento de escória.

5. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que, o diâmetro do canal (5) estreitado é de 0,1 a 0,5 o diâmetro do gaseificador, sendo que também a largura interna (5a), que permanecem desobstruídas pelas arestas marginais verticais das paredes redutoras de torção, é ≥ 500 mm.

6. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que, está previsto um ângulo de ignição de 5 a 10° referido à secante correspondente do conjunto de queimadores, da mesma maneira como outros corpos de torção e guarnições, a fim de ser lograda uma circulação maior no gaseificador e, portanto, uma mistura intensiva.

7. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o lado interno da parede do tubo misturador (16) é conformado em metal.

8. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o diâmetro do tubo misturador (16) adicional e a distância da livre borda (16a) do tubo misturador (16) relativamente à aresta de gotejamento (15a) estão adequados ao comportamento de enrijecimento da escória incidente.

9. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o ângulo de expansão (α) ideal resultante entre a aresta de gotejamento (15a) e a livre borda (16a) do tubo misturador (16), está situado na faixa de 10° a 30°.

10. Dispositivo de acordo com a reivindicação 8, caracteri-

zado pelo fato de que o raio do tubo misturador (16) resultante é de 0,1 a 1 m maior do que o raio da aresta de gotejamento (15a).

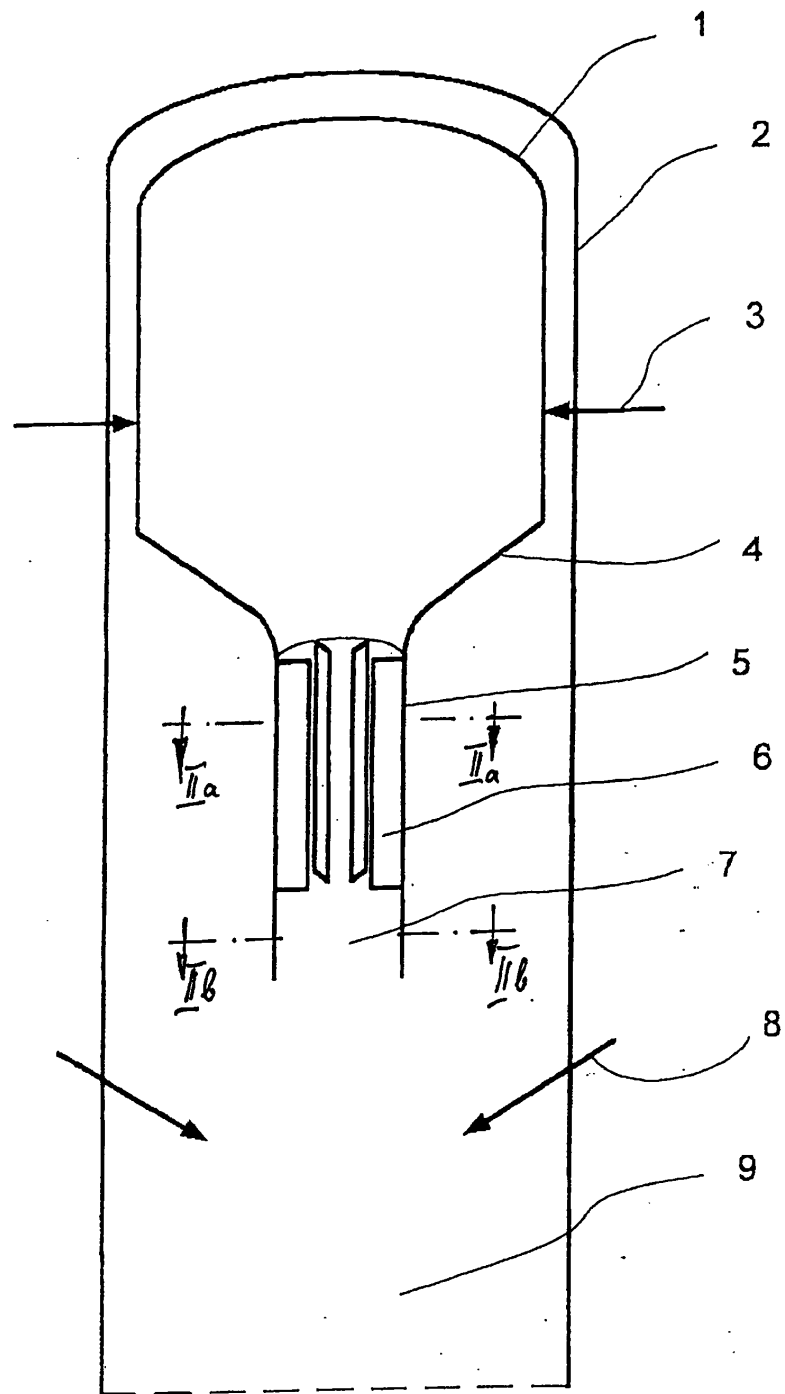


Fig. 1

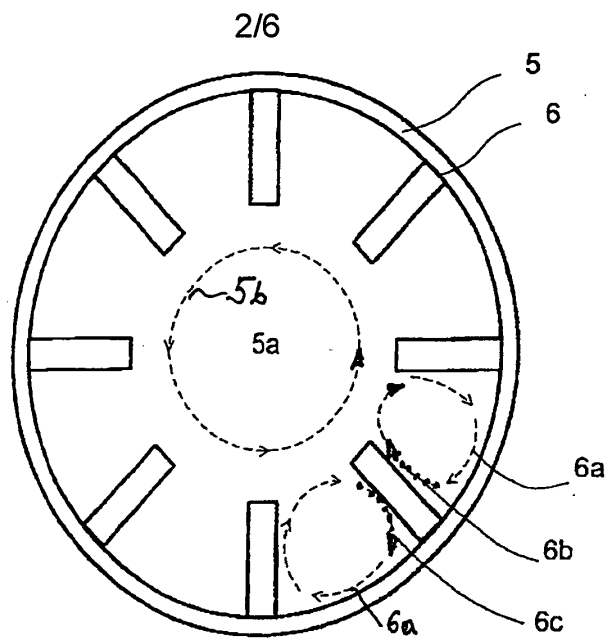


Fig. 2 a

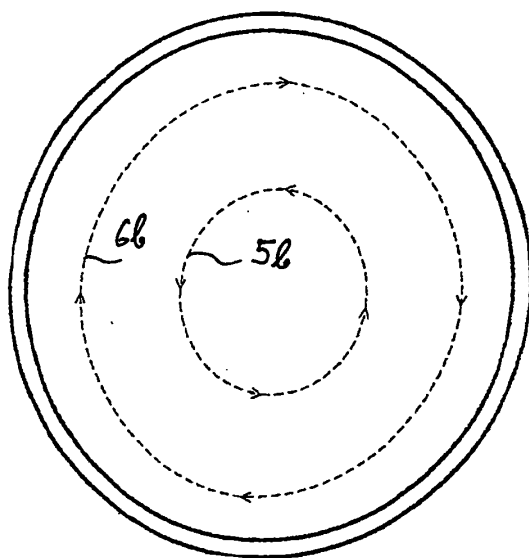


Fig. 2 b

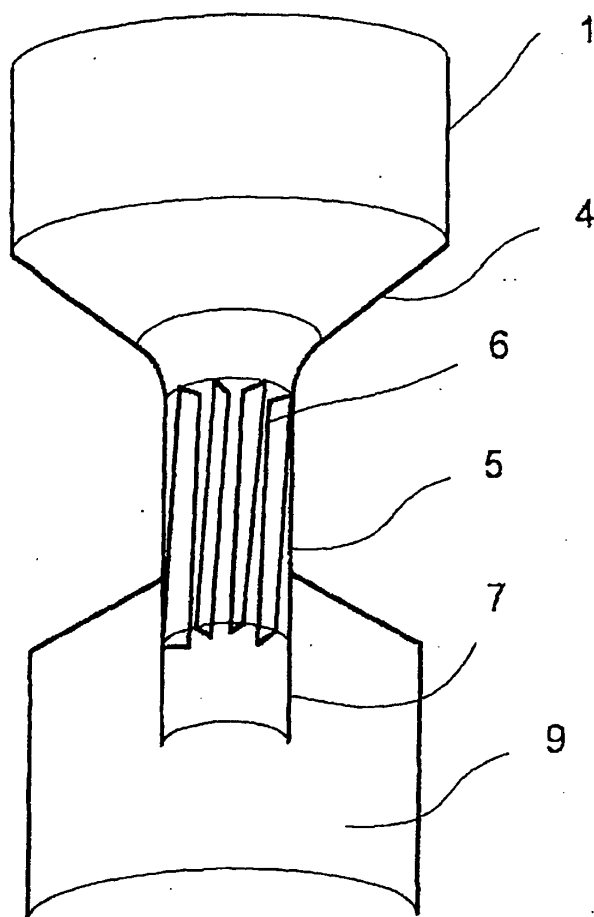


Fig. 3

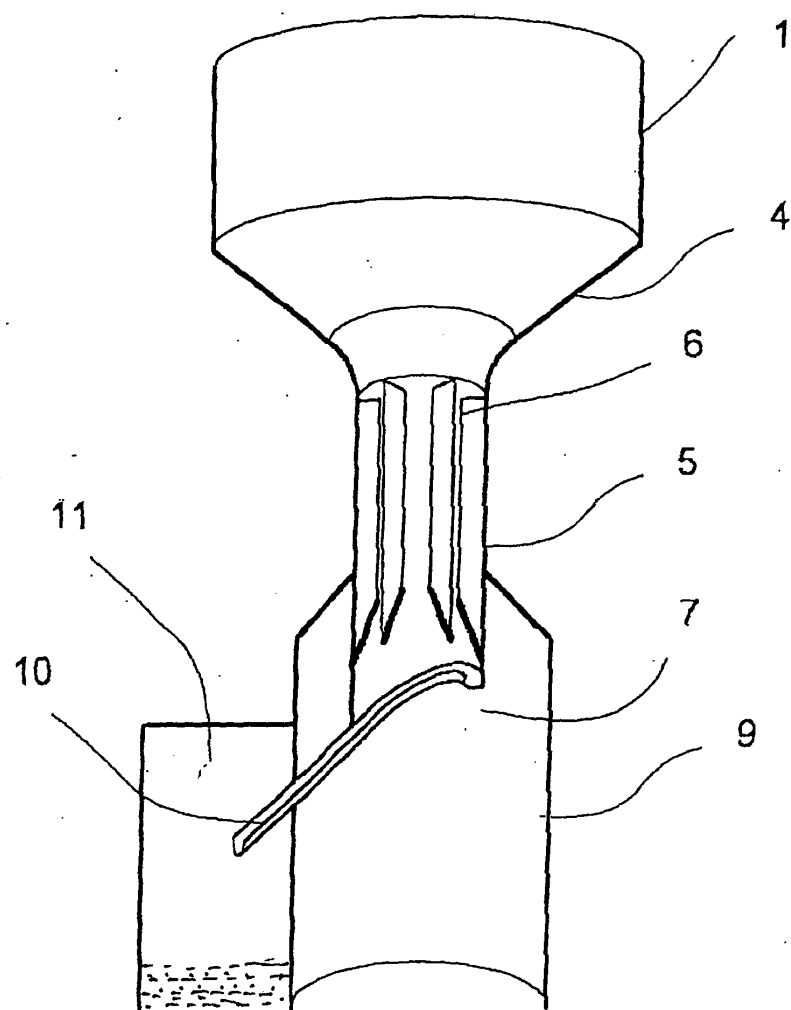


Fig. 4

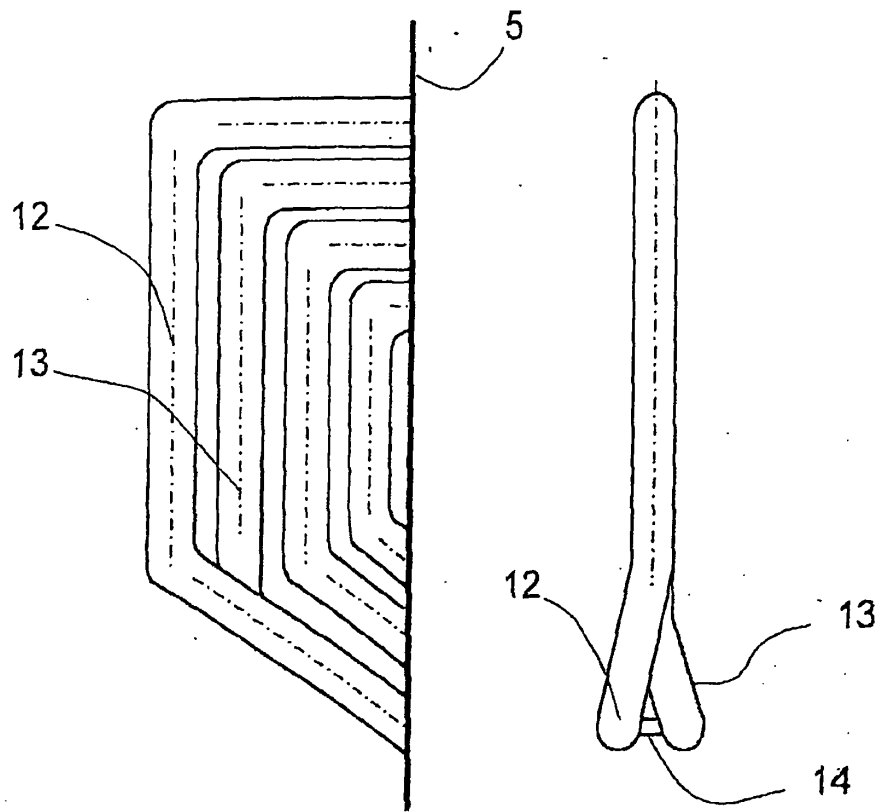


Fig. 5

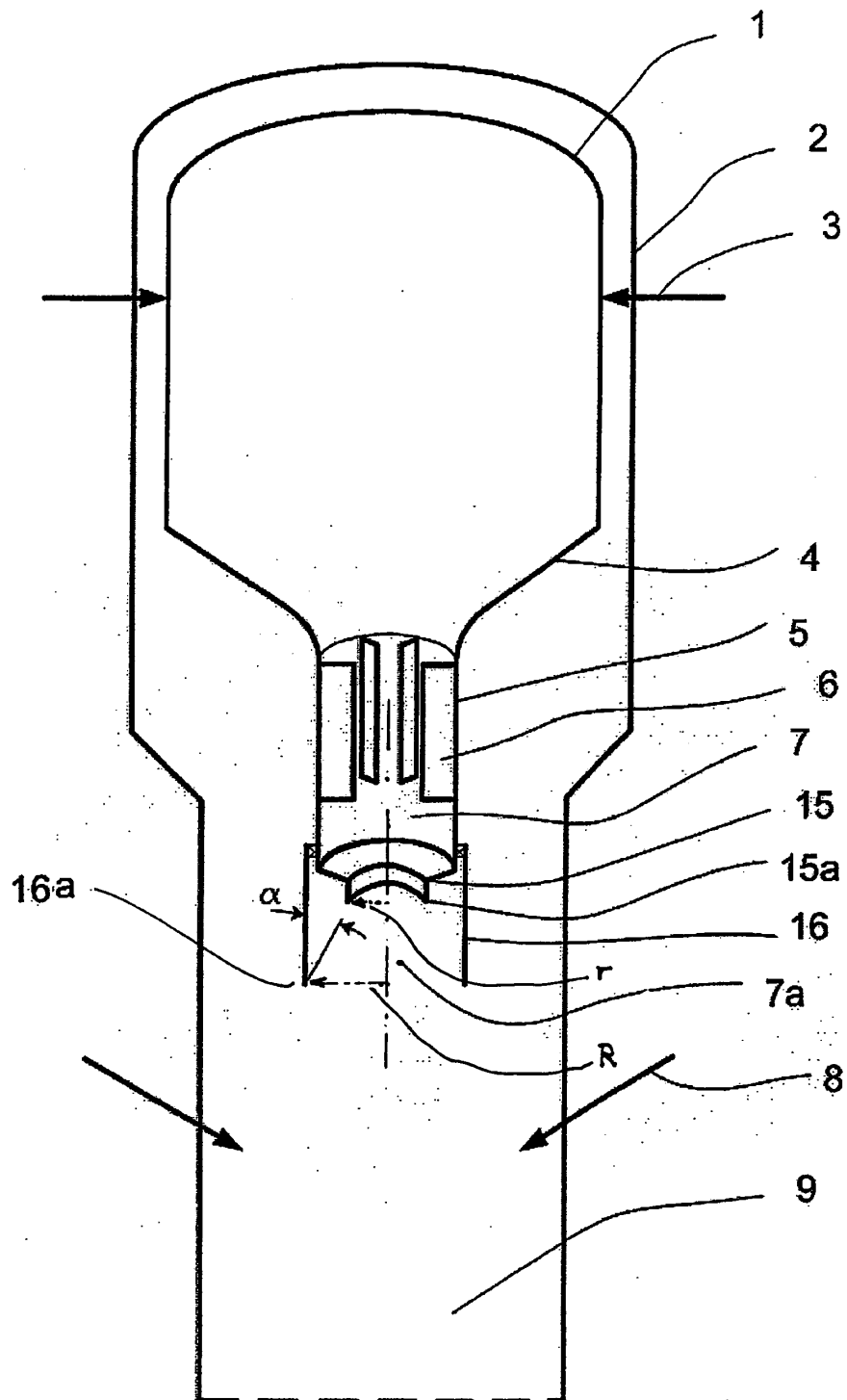


Fig. 6