



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

(11) BR 112017004909-0 B1



(22) Data do Depósito: 08/09/2015

(45) Data de Concessão: 08/02/2022

(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA SEPARAR IMPUREZAS DE AR DE ESCAPE DE PROCESSO, E DISPOSITIVO DE SEPARAÇÃO REGENERATIVA

(51) Int.Cl.: B01D 53/04; B01D 53/06.

(30) Prioridade Unionista: 12/09/2014 DE 10 2014 218 344.8.

(73) Titular(es): DÜRR SYSTEMS AG.

(72) Inventor(es): ENRICO HERM; ERHARD RIEDER; CHRISTIAN EICHHORN.

(86) Pedido PCT: PCT EP2015070456 de 08/09/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/038012 de 17/03/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 10/03/2017

(57) Resumo: MÉTODO E DISPOSITIVO DE SEPARAÇÃO REGENERATIVA PARA SEPARAR IMPUREZAS DE AR DE ESCAPE DE PROCESSO. Em um método para separar solventes orgânicos de ar de escape de processo contendo solvente, o ar de escape de processo (10) é direcionado através de uma zona de separação (20) de um dispositivo de separação (12), e o dispositivo de separação (12) é regenerado passando uma corrente de regeneração (36) através de uma zona de regeneração (22) do dispositivo de separação (12). A corrente de regeneração (36) passando através do dispositivo de separação (12) durante a regeneração é dividida em uma primeira corrente parcial (42) tendo uma concentração de impurezas menor do que um primeiro limite predeterminado, e uma segunda corrente parcial (44) tendo uma concentração de impureza igual ou maior do que um segundo limite redeterminado, por meio de um meio de divisão (28), em que o segundo limite predeterminado é igual ou maior do que o primeiro limite predeterminado, para retornar a primeira corrente parcial gerada durante a regeneração para o dispositivo de separação (12) e direcionar a segunda corrente parcial gerada durante a regeneração para um dispositivo de limpeza (46).

"MÉTODO E SISTEMA PARA SEPARAR IMPUREZAS DE AR DE ESCAPE DE PROCESSO, E DISPOSITIVO DE SEPARAÇÃO REGENERATIVA"

[0001] A presente invenção refere-se a um método e a um dispositivo de separação regenerativa, em particular um dispositivo de filtro para separar impurezas de ar de escape de processo, por exemplo, para separar solventes orgânicos de ar de escape de processo contendo solvente, por exemplo, para uso em uma instalação de tratamento de superfície industrial.

[0002] A limpeza de ar de escape de processo tendo baixa concentração ou carregamento de pelo menos um subcomponente de combustível, em particular de solventes orgânicos, tal como ar de escape de tinta tal como é incorrido, por exemplo, em instalações de pintura de corpos de veículo, é, por exemplo, realizada por meio de um método para concentração para cima. No presente pedido, os solventes orgânicos voláteis são fixados fisicamente (adsorção, absorção) a uma unidade de separação, em particular um filtro de um dispositivo de separação. Este processo pode ser revertido (dessorção) aumentando a temperatura do filtro.

[0003] Para a dessorção do processo, por exemplo, ar quente de 140 a 450° C tendo uma vazão baixa é usada. O ar quente saindo do dispositivo de separação, em particular dispositivo de filtragem, após passar pela unidade de separação, em particular o filtro, é também referido como um ar concentrado. A concentração de solvente no ar concentrado aumenta na mesma proporção em que a vazão é reduzida, comparada ao ar de escape de processo. Com os sistemas convencionais, aumentos de concentração no ar concentrado em

uma relação de 2:1 a 20:1 em relação ao ar de escape de processo podem ser obtidos. Os limites desta concentração para cima resultam de alcançar um limite explosivo mais baixo e excedendo a temperatura de ignição. O ar concentrado finalmente pode ser alimentado a um dispositivo de limpeza para extrair ou recuperar os solventes.

[0004] Tal método para separar solventes orgânicos de ar de escape de processo contendo solvente é divulgado, por exemplo, em DE 39 35 094 C2. Neste método convencional, um dispositivo de separação operado continuamente, em particular o dispositivo de filtração, compreendendo uma unidade de separação, em particular um filtro, projetado como um rotor é usado cujas faces de extremidade são carregadas continuamente pelo ar de escape de processo e ar quente. No presente, o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, é dividido em uma zona de separação na forma de setor e uma zona de regeneração na forma de setor que são passadas pela unidade de separação giratória, em particular o filtro giratório, continuamente uma após a outra.

[0005] Como a região do filtro entrando na zona de regeneração inicialmente está ainda no nível de temperatura do processo de fixação de, por exemplo, cerca de 10 a 60°C, e tem que ser aquecida pelo ar quente, por exemplo, a cerca de 140 a 450°C, as temperaturas do filtro não são suficientes para dessorver os solventes fixados na primeira subporção do filtro, em uma primeira fase do processo de regeneração. Isto pode resultar em que a concentração de solvente no ar

concentrado e a eficácia do dispositivo de limpeza a jusante são insuficientes ou reduzidas.

[0006] Portanto, é um objeto da invenção proporcionar um método e um dispositivo de separação regenerativo, em particular dispositivo de filtração, para separar impurezas de ar de escape de processo que possibilitam uma maior eficácia.

[0007] Este objetivo é obtido pelo ensinamento das reivindicações independentes. As configurações particularmente preferidas da invenção são assunto das reivindicações dependentes.

[0008] O método inventivo para separar impurezas de ar de escape de processo inclui as etapas de passar o ar de escape de processo através de um dispositivo de separação, em particular filtro de dispositivo de filtração; regenerar o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, passando a corrente de regeneração através do mesmo; dividir a corrente de regeneração passando através do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, durante a regeneração em uma primeira corrente parcial tendo uma concentração de impurezas igual a ou maior do que um segundo limite predeterminado, o segundo limite predeterminado sendo igual a ou maior do que o primeiro limite predeterminado; retornar a primeira corrente parcial gerada durante a regeneração para o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração; e direcionar a segunda corrente parcial gerada durante a regeneração para um dispositivo de limpeza.

[0009] Neste método, uma porção da corrente de regeneração tendo uma concentração de impurezas comparativamente baixa, é ramificada como a primeira corrente parcial ("corrente dividida") e retornada ao dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração. A eficácia do dispositivo de limpeza ao qual a segunda corrente parcial é alimentada pode ser aumentada pela concentração para cima das impurezas na segunda corrente parcial ("corrente concentrada") do fluxo de regeneração obtida deste modo. Além disso, a concentração de impurezas no dispositivo de separação, em particular, o dispositivo de filtração, e assim também a concentração para cima na segunda corrente parcial da corrente de regeneração pode ser aumentada retornando a primeira corrente parcial de volta ao dispositivo de separação, em particular dispositivo de filtração, de modo que a eficácia do dispositivo de limpeza pode ser melhorada como um todo. Com o método inventivo, as concentrações para cima elevadas ou fatores de concentração para cima podem ser obtidos, que podem ser geralmente obtidos com dispositivos de filtração de dois estágios (por exemplo, até 40:1 e mais).

[00010] Devido às concentrações para cima elevadas ou aos fatores de concentração para cima, o método inventivo é particularmente apropriado para limpeza de ar de escape de processo tendo baixa concentração ou carregamento de impurezas. O método, no entanto, também é apropriado de um modo vantajoso para correntes de ar de escape de processo tendo concentrações mais altas de impurezas, em particular subcomponentes de combustível, onde as concentrações

resultando na segunda corrente parcial em sua concentração para cima estão acima do limite explosivo mais baixo (LEL) de, por exemplo, 25%. Esta segunda corrente parcial pode ser então preferivelmente diretamente sem equipamento adicional limpa em um dispositivo de limpeza simples tal como, por exemplo, uma tocha ou um queimador de rompimento apropriado. Neste pedido, a ramificação da primeira corrente parcial aumenta a concentração de impurezas na segunda corrente parcial de modo que a eficácia, por exemplo, da tocha pode ser melhorada.

[00011] A primeira corrente parcial tendo a concentração de impurezas mais baixa é formada, por exemplo, durante um primeiro ou estágio inicial de regenerar o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, quando o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, tem ainda um nível baixo de temperatura e, por esta razão, somente poucas impurezas se destacam a partir da unidade de separação, em particular o filtro. Neste caso, a primeira corrente parcial não tem somente uma concentração de impurezas relativamente baixa, mas também uma temperatura mais baixa. Por outro lado, a segunda corrente parcial é formada, por exemplo, durante uma segunda fase de regenerar o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, quando o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, alcançou um nível de temperatura mais alto. Neste caso, a segunda corrente parcial tem somente uma concentração de impurezas mais alta, mas também uma temperatura mais alta. Por outro lado, a segunda corrente parcial tendo a

concentração de impurezas mais alta também pode ser produzida já em um estágio inicial de regeneração se, por exemplo, um aquecimento muito rápido do dispositivo de separação, em particular, o dispositivo de filtração, é realizado, e neste caso, a primeira corrente parcial tendo a concentração de impurezas mais baixa pode ser produzida em um estágio posterior de regeneração se, por exemplo, uma fase de resfriamento (mais longa) do dispositivo de separação, em particular, o dispositivo de filtração, é necessária. Em ambas as variantes, devido à temperatura mais alta da segunda corrente parcial alimentada ao dispositivo de limpeza, a eficácia das mesmas pode ser aumentada. Se necessário, o dispositivo de limpeza pode ser operado auto-termicamente (isto é, sem suprimento de energia adicional) ou mesmo com excesso de energia, pelo que a demanda de energia de todo o sistema pode ser otimizada.

[00012] Ao ramificar e retornar a primeira corrente parcial, uma integração de tempo de uma vazão potencialmente variável da corrente de regeneração em uma dada, possivelmente mesmo temporariamente, concentração de impurezas flutuante do ar de escape de processo sobre um dado, possivelmente se o intervalo de tempo variável aplicável durante a fase de concentração para cima e uma fase de regeneração dividida em duas subfases pode ser obtido no total. A fase de regeneração é distinguida por uma vazão reduzida, enquanto as subfases diferem especialmente com respeito à sua respectiva concentração de impurezas.

[00013] Em princípio, a invenção pode ser usada vantajosamente em todos os casos de limpeza de gases de

escapamento/ares de escapamento carregados com poluentes oxidáveis, especialmente com baixas concentrações de poluentes. Nesta conexão, o termo ar de escape de processo em particular deve ser entendido como um gás de escape e/ou um ar de escape de pelo menos um processo a montante ou fonte a jusante incluindo um carregamento ou concentração de impurezas. As impurezas são, por exemplo, pelo menos um subcomponente de combustível tal como um componente orgânico volátil (VOC) do gás de escape ou ar de escape. O ar de escape de processo pode ser, em particular, um ar de escape de processo contendo solvente, que tem um carregamento/concentração de um solvente orgânico (por exemplo, indústria de tinta). Além disso, o ar de escape de processo também pode ser gases de minério (isto é, VAM = ventilação de ar de metano), ares de escapamento de instalações de biogás ou de incineração de refugos não sendo concentráveis para cima de outro modo, ar de instalações de impressão ou de fábricas de processamento de plástico sendo carregado com pequenas quantidades de VOC, e semelhante.

[00014] O dispositivo de separação, em particular, o dispositivo de filtração, compreende preferivelmente uma unidade de separação, em particular filtro, em que as impurezas contidas no ar de escape de processo (por exemplo, solventes orgânicos) podem ser fixadas fisicamente ao passar através do mesmo. A unidade de separação é preferivelmente configurada como um filtro de adsorção, um filtro de absorção ou semelhante. Para este fim, a unidade de separação, em particular filtro, inclui preferivelmente carbono ativado, zeólita ou outro material de filtro apropriado. A corrente

de regeneração é preferivelmente ar quente, preferivelmente em uma faixa de temperatura de cerca de 140 a 150°C. Preferivelmente, a corrente de regeneração passa através do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, ou a unidade de separação, em particular o filtro, do mesmo em uma direção oposta à direção em que o ar de escape de processo é passado através do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração.

[00015] Neste contexto, o termo concentração pode ser qualquer tipo de uma especificação de conteúdo referente ao volume de uma mistura (DIN 1310). Assim, neste contexto, o termo concentração inclui especialmente uma concentração molar (molaridade), uma concentração equivalente (normalidade), uma concentração de massa, uma concentração de volume e uma concentração de partículas (densidade de partículas).

[00016] A primeira corrente parcial da corrente de regeneração tem uma concentração de impurezas menor do que um primeiro limite predeterminado, isto é, uma concentração de impurezas relativamente baixa. O primeiro limite predeterminado é preferivelmente selecionado de modo que a concentração de impurezas do primeiro fluxo de corrente parcial é a do ar de escape de processo no máximo. A segunda corrente parcial da corrente de regeneração tem uma concentração de impurezas igual a ou maior do que um segundo limite predeterminado, isto é, uma concentração de impurezas média ou mais alta. O segundo limite predeterminado é preferivelmente selecionado de modo que a concentração de

impurezas da segunda corrente parcial excede o do ar de escape de processo.

[00017] Em uma configuração preferida do método ou do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, de acordo com a invenção, uma concentração de entrada ou carregamento de impurezas, em particular pelo menos um subcomponente de combustível tal como um componente orgânico volátil (VOC), do ar de escape de processo que entra é diminuído durante a passagem através do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, de modo que uma concentração de saída no ar de escape de processo de saída cumpre com pelo menos os requisitos legais ou normativos relacionados a estas impurezas para emitir o ar de escape de processo para o ambiente, ou pode pelo menos ser percebido como distúrbio no ambiente por mais tempo, no evento em que nenhum requisito local para o tipo correspondente de impurezas que tem que ser satisfeito.

[00018] Em uma variante particularmente preferida, o primeiro limite predeterminado de uma concentração de impurezas na primeira corrente parcial da corrente de regeneração é menor do que a concentração de entrada no ar de escape de processo que entra. Além do mais, o segundo limite predeterminado de uma concentração de impurezas na segunda corrente parcial da corrente regenerativa pode preferivelmente ser mais alta do que a concentração de entrada no ar de escape de processo que entra, em particular, uma relação do segundo limite da concentração de impurezas na segunda corrente parcial ou pelo menos da concentração de impurezas na segunda corrente parcial por si mesma em relação

à concentração de entrada pode estar entre 2:1 e 40:1, preferivelmente entre 10:1 e 30:1, preferivelmente pelo menos 20:1.

[00019] Neste contexto, o dispositivo de limpeza é um dispositivo adaptado para extrair ou recuperar as impurezas a partir da segunda corrente parcial da corrente de regeneração. O dispositivo de limpeza é preferivelmente configurado para oxidação térmica regenerativa (RTO), oxidação térmica direta (TO), oxidação catalítica de recuperação (CO), oxidação catalítica regenerativa (RCO), condensação ou semelhante, ou compreende um agregado de turbina de gás tendo um aparelho de combustão para colocar em combustão a segunda corrente parcial ou as impurezas de combustível contidas na mesma. A corrente de regeneração pode formar um circuito de regeneração fechado ou aberto, junto com a segunda corrente parcial e o dispositivo de limpeza.

[00020] O agregado de turbina de gás é preferivelmente um agregado de micro-turbina de gás como é divulgado, por exemplo, em DE 10 2013 203 448 A1. A construção e a operação são totalmente incorporadas por referência a este pedido de patente anteriormente.

[00021] Em uma configuração preferida da invenção, uma quantidade de fluo da primeira corrente parcial gerada durante a regeneração é variavelmente controlada. Preferivelmente, uma relação da quantidade de fluxo desta primeira corrente parcial gerada durante a regeneração para a quantidade de fluo da segunda corrente parcial gerada durante regeneração é variavelmente controlada. Deste modo,

a concentração para cima e a temperatura da segunda corrente parcial da corrente de regeneração podem ser otimizadas e assim a eficácia do dispositivo de limpeza pode ser aumentada. Preferivelmente, a quantidade de fluxo ou a relação da quantidade de fluxo da primeira corrente parcial da corrente de regeneração é controlada de modo que o dispositivo de limpeza pode ser operado auto-termicamente, isto é, sem suprimento de energia adicional. Preferivelmente, o controle da primeira corrente parcial é realizado na dependência de uma temperatura da primeira corrente parcial, uma concentração de impurezas da primeira corrente parcial, uma temperatura da segunda corrente parcial, uma concentração de impurezas da segunda corrente parcial, uma temperatura do ar de escape de processo, uma concentração de impurezas do ar de escape de processo, um volume de fluxo do ar de escape de processo, uma temperatura da corrente de regeneração, um volume de fluxo da corrente de regeneração e/ou um equilíbrio de energia do dispositivo de limpeza.

[00022] Em uma configuração preferida da invenção, a primeira corrente parcial gerada durante a regeneração é alimentada para dentro do ar de escape de processo a montante do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração. Deste modo, a concentração de impurezas do ar de escape de processo e também a segunda corrente parcial pode ser aumentada de modo que a eficácia do dispositivo de limpeza pode ser melhorada. Alternativamente, ou, além disso, também é possível introduzir a primeira corrente

parcial gerada durante a regeneração diretamente para dentro do dispositivo de separação.

[00023] Em outra configuração preferida da invenção, o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, é resfriado entre a regeneração e a próxima limpeza do ar de escape de processo por meio de um fluxo de ar de resfriamento. Após um processo de regeneração, é vantajoso resfriar o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, a partir das temperaturas que foram elevadas para regeneração para uma faixa de temperatura apropriada para fixar as impurezas.

[00024] Nesta configuração, a primeira corrente parcial gerada durante a regeneração pode preferivelmente também ser alimentada para dentro de um fluxo de ar de resfriamento a montante do dispositivo de separação, em particular dispositivo de filtração. Deste modo, a concentração de impurezas no dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, e assim também a segunda corrente parcial pode ser aumentada de modo que a eficácia do dispositivo de limpeza pode ser ainda melhorada.

[00025] Em outra configuração preferida da invenção, outra corrente parcial é ramificada a partir da segunda corrente parcial gerada durante a regeneração e retornada para o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração. Esta corrente parcial ramificada é preferivelmente alimentada para dentro da primeira corrente parcial, o ar de escape de processo e/ou a corrente de regeneração. Deste modo, a concentração de impurezas no dispositivo de separação, em particular no dispositivo de

filtração, e assim também da segunda corrente parcial pode ser ainda aumentada de modo que a eficácia do dispositivo de limpeza pode ser ainda aumentada.

[00026] Ainda em outra configuração preferida da invenção, o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, é operado continuamente. Para este fim, o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, compreende preferivelmente uma unidade de separação giratória (por exemplo, na forma de disco), em particular um filtro, que passa as áreas do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, para filtrar, regenerar e, se existente, resfriar continuamente uma após a outra.

[00027] O dispositivo de separação regenerativo, em particular o dispositivo de filtração, para separar impurezas de ar de escape de processo de acordo com a invenção compreende um orifício para introduzir o ar de processo, uma unidade de separação, em particular filtro, para receber as impurezas a partir do ar de escape de processo introduzido no dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, um orifício para descarregar ar limpo; um orifício para introduzir uma corrente de regeneração; um meio de divisão para dividir a corrente de regeneração passada através da unidade de separação, em particular filtro, em uma primeira corrente parcial tendo uma concentração de impurezas menor do que um primeiro limite predeterminado, e uma segunda corrente parcial tendo uma concentração de impurezas igual a ou maior do que um segundo limite predeterminado, em que o segundo

limite predeterminado é igual a ou maior do que o primeiro limite predeterminado, um orifício para descarregar a primeira corrente parcial; e um orifício para descarregar a segunda corrente parcial.

[00028] Com relação às vantagens que podem ser obtidas por este dispositivo de separação, em particular dispositivo de filtração, e as definições de termos, referência é feita às explicações acima em conexão com o método de acordo com a invenção, que se aplicam equivalentemente ao dispositivo de separação, em particular ao dispositivo de filtração.

[00029] Em uma configuração preferida da invenção, o meio de divisão é configurado projetado de modo que pode controlar uma quantidade de fluxo da primeira corrente parcial variavelmente. Preferivelmente, o meio de divisão é configurado de modo que pode controlar uma relação da quantidade de fluxo da primeira corrente parcial gerada durante a regeneração variavelmente. Para este fim, o meio de divisão compreende preferivelmente uma parede divisória ajustável, um regulador de fluxo ajustável ou semelhante.

[00030] Em uma configuração preferida da invenção, a unidade de separação, em particular o filtro, é projetada como um rotor cujas faces de extremidade podem ser carregadas continuamente pelo ar de escape de processo e a corrente de regeneração. A unidade de separação, em particular filtro, é preferivelmente formada na forma de disco. A orientação axial do rotor é em princípio selecionável livremente, preferivelmente é substancialmente na forma horizontal ou substancialmente na forma vertical.

[00031] Nesta configuração, o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, compreende preferivelmente uma separação na forma de setor ou zona de filtro e uma zona de regeneração na forma de setor, em que a zona de separação e a zona de regeneração não se sobrepõem. A zona de separação é preferivelmente conectada ao orifício para introduzir ar de processo e ao orifício para descarga limpa. A zona de regeneração é preferivelmente conectada ao orifício para introduzir uma corrente de regeneração, ao orifício para descarregar a primeira corrente parcial e ao orifício para descarregar a segunda corrente parcial. A relação da área da zona de regeneração para a área da zona de separação está preferivelmente em uma faixa de cerca de 5% a cerca de 25%, mais preferivelmente de cerca de 10% a cerca de 15%.

[00032] Além disso, nesta configuração, é preferivelmente provido que o meio de divisão divide a zona de regeneração em uma primeira subzona e uma segunda subzona em uma direção de rotação da unidade de separação, em particular um filtro. A primeira subzona da zona de regeneração é preferivelmente conectada ao orifício para introduzir uma corrente de regeneração e ao orifício para descarregar a primeira corrente parcial, e a segunda subzona é preferivelmente conectada ao orifício para introduzir uma zona de regeneração e ao orifício para descarregar a segunda corrente parcial. A relação da área da primeira subzona para a segunda subzona é preferivelmente ajustável pelo meio de divisão. A área da primeira subzona é preferivelmente no máximo cerca de 40%, mais preferivelmente cerca de 30% no

máximo ou cerca de 20% no máximo, da área da zona de regeneração.

[00033] Em outra configuração preferida da invenção, o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, compreende ainda um orifício para introduzir um fluxo de ar de resfriamento e um orifício para descarregar o fluxo de ar de resfriamento após passar através da unidade de separação, em particular um filtro.

[00034] Nesta configuração, o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, tem preferivelmente uma zona de resfriamento na forma de setor, que está disposta entre a zona de regeneração e a zona de separação, em uma direção de rotação da unidade de separação, em particular um filtro. Esta zona de resfriamento é preferivelmente conectada ao orifício para introduzir um fluxo de ar de resfriamento e ao orifício para descarregar o fluxo de ar de resfriamento passando através da unidade de separação, em particular um filtro.

[00035] Além disso, o assunto da presente invenção é um sistema para separar impurezas de ar de escape de processo, por exemplo, para separar solventes orgânicos de ar de escape de processo contendo solvente, que compreende um dispositivo de separação regenerativo descrito acima, em particular dispositivo de filtração, de acordo com a invenção bem como um dispositivo de limpeza para extrair ou recuperar as impurezas a partir da segunda corrente parcial gerada durante um processo de regeneração do dispositivo de separação, em particular dispositivo de filtração. Este

sistema também é especialmente apropriado para realizar o método descrito acima de acordo com a invenção.

[00036] Em uma configuração preferida da invenção, o sistema compreende ainda uma linha de fluxo para retornar à primeira corrente parcial gerada durante um processo de regeneração para o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração. A linha de fluxo é preferivelmente configurada e disposta para introduzir a primeira corrente parcial no ar de escape de processo, dentro do fluxo de ar de resfriamento e/ou dentro da zona de separação/filtro do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração.

[00037] Em outra configuração preferida da invenção, o sistema compreende ainda um controlador de fluxo para ramificar outra corrente parcial a partir da segunda corrente parcial gerada durante um processo de regeneração, e pelo menos outra linha de fluxo para retornar a outra corrente parcial para o dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração. O controlador de fluxo compreende preferivelmente uma válvula de múltiplas vias, um comutador de fluxo ou semelhante. A outra linha de fluxo é preferivelmente configurada e disposta para introduzir a outra corrente parcial ramificada na corrente de regeneração, para dentro da primeira corrente parcial e/ou dentro do ar de escape de processo.

[00038] O método da invenção descrito acima, o dispositivo de separação regenerativo descrito acima, em particular o dispositivo de filtração, da invenção e o sistema da invenção descrito acima podem ser usados em um

modo particularmente vantajoso em instalações de tratamento de superfície industriais para tratar uma superfície de uma peça de trabalho. Preferivelmente, eles podem ser usados em instalações de tinta para pintar peças de veículo tais como em particular corpos de veículo, em que o solvente orgânico pode ser separado a partir do ar de escape de tinta. Além disso, a presente invenção pode ser usada vantajosamente em todos os casos de limpar gases de escapamento/ ares de escapamento carregados com poluentes oxidáveis tais como gás de minério, ares de escapamento de biogás ou instalações de incineração de refugos não sendo concentráveis para cima de outro modo, ar de instalações de tinta ou instalações de processamento de plástico carregadas com quantidades pequenas de VOC, e semelhantes.

[00039] As vantagens acima e outras, aspectos e possíveis aplicações da invenção se tornarão mais evidentes a partir da seguinte descrição de várias modalidades com referência aos desenhos anexos. Nos quais, para a maior parte esquematicamente:

[00040] a figura 1 mostra a estrutura de um sistema de acordo com uma modalidade da invenção em variantes diferentes;

[00041] a figura 2 é uma representação simplificada de um filtro projetado como um rotor de um dispositivo de separação inventivo, em particular o dispositivo de filtração, de acordo com uma modalidade preferida;

[00042] a figura 3 é uma representação simplificada de um meio de divisão de um dispositivo de separação

inventivo, em particular o dispositivo de filtração, de acordo com uma modalidade preferida;

[00043] a figura 4 mostra a estrutura de um dispositivo de limpeza compreendendo um agregado de turbina de gás; e

[00044] a figura 5 é uma representação simplificada de um meio de divisão de um dispositivo de separação inventivo, em particular o dispositivo de filtração, de acordo com outra modalidade preferida.

[00045] Com referência à figura 1, várias variantes da construção de um sistema inventivo para separar impurezas de ar de escape de processo são explicadas em mais detalhe. Com referência às figuras 2 e 3, a construção e operação do dispositivo de separação, em particular o dispositivo de filtração, de tal sistema são descritas em mais detalhe.

[00046] Para separar impurezas (por exemplo, solventes orgânicos), o ar de escape de processo (por exemplo, ar de escape de tinta contendo solvente) 10 é direcionado para um dispositivo de separação 12 através de um orifício 13a. O ar de escape de processo limpo no dispositivo de separação é descarregado através de um orifício 13b e emitido, por exemplo, para o ambiente por um soprador 16 como o assim chamado ar limpo 14, ou retornado de volta ao processo.

[00047] O dispositivo de separação 12 compreende uma unidade de separação 18, em particular um filtro, à qual as impurezas contidas no ar de escape de processo 10 são fixadas ao passar através do dispositivo de separação 12. A unidade de separação 18 do dispositivo de separação 12 é formada,

por exemplo, como um filtro de adsorção, um filtro de absorção ou semelhante, e inclui, por exemplo, carbono ativado como material de filtro. A unidade de separação 18 pode ser regenerada por meio de temperaturas elevadas para realizar um processo de dessorção.

[00048] Como indicado na figura 2, nesta modalidade, a unidade de separação 18 é configurada como um rotor na forma de disco. O dispositivo de separação 12 compreende uma zona de separação 20 e uma zona de regeneração 22, que são cada uma configurada na forma de setor, com a área da zona de regeneração 22 sendo dimensionada distintamente menor do que a área da zona de separação 20. O rotor na forma de disco tem preferivelmente uma orientação substancialmente horizontal ou substancialmente vertical.

[00049] O dispositivo de separação 12 é operado continuamente. Isto é, a unidade de separação 18 passa a zona de separação 20 e a zona de regeneração 22 continuamente uma após a outra em uma direção de rotação 26.

[00050] Como mostrado na figura 2, a zona de regeneração 22 é dividida em uma primeira subzona 22a e uma segunda subzona 22b na direção de rotação 26 da unidade de separação 18. No presente, a área da primeira subzona 22a é dimensionada significativamente menor do que a área da segunda subzona 22b. Como ilustrado na figura 3, uma subdivisão entre a primeira e segunda subzonas 22a, 22b é formada por um meio de divisão 28 na forma de uma parede divisória. O meio de divisão 28 é montado sobre um mancal 30 sendo pivotável em torno de uma faixa de giro 32 predeterminada. Ao girar o meio de divisão 28, uma relação

de área entre a primeira e segunda subzonas 22a, 22b da zona de regeneração 22 pode ser variavelmente ajustada.

[00051] Assim, a figura 3 mostra uma unidade de separação 18 com um meio de divisão mecânico relativamente simples construído, que é montado pivotavelmente sobre um mancal 30 na região de extremidade. O mancal 30 é acoplado, por exemplo, a um acionador que pode ser controlado, por exemplo, por uma temperatura de saída média da primeira e/ou da segunda corrente parcial 42, 44 com respeito à área de saída.

[00052] A figura 5 mostra outra modalidade de um meio de divisão 28 para a unidade de separação 18 do dispositivo de separação 12. Nesta modalidade, o meio de divisão 28 na forma de uma parede divisória é suportado em suas duas porções de extremidade (topo e fundo na figura 5) de forma móvel ou deslocável. Os dois mancais 31, 31b são cada um acoplados a um acionador e são preferivelmente controláveis independentemente um do outro. Além disso, preferivelmente uma pluralidade de (preferivelmente pelo menos dois, mais preferivelmente pelo menos quatro) sensores de temperatura 34a, 34b é provida ao longo do meio de divisão 28 para detectar as temperaturas de saída da primeira e/ou segunda corrente parcial 42, 44 como parâmetros de controle para o meio de divisão 28. Com esta configuração, é possível alinhar os meios de divisão 28 em uma linha de uma temperatura substancialmente constante e, portanto, preferivelmente, também de concentração de impurezas substancialmente constante. Assim, a concentração de impurezas na segunda

corrente parcial 44 e, portanto, a eficácia do dispositivo de limpeza 46 pode ser ainda aumentada.

[00053] Como uma alternativa às modalidades da figura 3 ou figura 5, o meio de divisão 28 pode ser formado, por exemplo, como uma cortina divisória variavelmente expansível, semelhante a ventoinha ou um dispositivo de lamelas sendo variavelmente expansível na direção circunferencial sobre uma fixa angular definida.

[00054] Em ambas as configurações das figuras 3 e 5, outros parâmetros podem ser usados para controlar o meio de divisão 28 em vez da temperatura. Assim, a temperatura, a concentração de impurezas, o fluxo de volume e/ou a pressão da primeira e/ou segunda corrente parcial 42, 44 podem ser usados como parâmetros de controle.

[00055] Como também mostrado na figura 2, além disso, uma zona de resfriamento 24 é provida entre a zona de regeneração 22 e a zona de separação 20 na direção de rotação 26 da unidade de separação 18. A área desta zona de resfriamento 24 é dimensionada significativamente menor do que a área da zona de separação 20 e, preferivelmente, também menor do que a área da zona de regeneração 22.

[00056] A zona de resfriamento 24 do dispositivo de separação 12 é preferivelmente conectada a um orifício 13c através da qual um fluxo de ar de resfriamento 50 pode ser alimentado ao dispositivo de separação 12 por meio de um soprador 52. Após fluir através da unidade de separação 18, o fluxo de ar de resfriamento 54 é descarregado a partir do dispositivo de separação 12 através de um orifício 13d. Como mostrado exemplarmente na figura 1, o fluxo de ar de

resfriamento 54 após ter passado através do dispositivo de separação 12 é alimentado dentro do ar de escape de processo 10 a montante do dispositivo de separação 12. Alternativamente, ou, além disso, o fluxo de ar de resfriamento 50 também pode ser separado ou ramificado como uma corrente parcial a partir do ar de escape de processo 10. Em particular, isto é possível quando o soprador 52 é operado sobre o lado de sucção e/ou o soprador 16 é provido no fluxo de ar de escape de processo 10. Neste caso, o ar de resfriamento pode ser aquecido para uma temperatura de dessorção, e pode ser preferivelmente usado para regeneração do dispositivo de separação 12.

[00057] O fluxo de ar de resfriamento 50 passa através do dispositivo de separação 12 preferivelmente em uma direção oposta à direção em que o ar de escape de processo 10 flui através do dispositivo de separação 12. O fluxo de ar de resfriamento 50 resfria a unidade de separação 18 do dispositivo de separação 12 após um processo de regeneração na zona de regeneração 22 abaixo de uma faixa de temperatura de cerca de 10 a 60°C novamente em que as impurezas contidas no ar de escape de processo 10 podem se fixar ao filtro 18.

[00058] A zona de regeneração 22 do dispositivo de separação 12 sobre seu lado de entrada é conectada a um orifício 13e para introduzir uma corrente de regeneração 36. A corrente de regeneração 36 é preferivelmente ar quente que é trazido para uma temperatura na faixa de 140 a 450°C por meio de um trocador de calor 40 e soprado para dentro do dispositivo de separação 12 por um soprador 38.

[00059] Sobre seu lado de saída, a zona de regeneração 22 é conectada a duas portas 13f e 13g. Mais especificamente, a primeira subzona 22 a da zona de regeneração 22 está em comunicação com o orifício 13f para descarregar uma primeira corrente parcial 42, e a segunda subzona 22b da zona de regeneração 22 está em comunicação com o orifício 13g para descarregar uma segunda corrente parcial 44. A corrente de regeneração 36 passa através do dispositivo de separação 12 preferivelmente em uma direção oposta à direção em que o ar de escape de processo 10 flui através do dispositivo de separação 12.

[00060] Após as impurezas do ar de escape de processo 10 terem se fixado à unidade de separação 18 na zona de separação 20 relativamente fria, a unidade de separação 18 na unidade de separação 18 é aquecida na zona de regeneração 22 para possibilitar o destacamento das impurezas a partir da unidade de separação 18 (dessorção). Como a unidade de separação 18 ainda está em um nível de temperatura baixo em uma primeira fase do processo de regeneração (primeira subzona 22a), somente poucas impurezas são destacadas a partir do filtro de modo que a primeira corrente parcial 42 tem somente uma concentração de impurezas relativamente baixa.

[00061] Por esta razão, esta primeira corrente parcial 42 é separada a partir da corrente de regeneração, é por isso que também é chamada de "corrente dividida". Na modalidade da figura 1, a primeira corrente parcial 42 é alimentada dentro do ar de escape de processo 10 a montante do dispositivo de separação 12 e, portanto, finalmente

retornada ao dispositivo de separação 12. Deste modo, a concentração de impurezas no ar de escape de processo 10 é aumentada de modo que a concentração de impurezas na unidade de separação 18 do dispositivo de separação 12 também pode ser aumentada.

[00062] Como mostrado na figura 1, um controlador de fluxo 60 é opcionalmente provido na linha da primeira corrente parcial. Uma linha de fluxo 62 estende-se de seu controlador de fluxo 60 para o fluxo de ar de resfriamento 50 a montante do dispositivo de separação. O controlador de fluxo 60 é preferivelmente variavelmente controlável.

[00063] Após o filtro 18 do dispositivo de separação 12 ter sido exposto à corrente de regeneração de calor 36 na zona de regeneração 22 durante um período determinado, a unidade de separação 18 alcança um nível de temperatura que é suficiente para a dessorção das impurezas a partir da unidade de separação 18 (segunda subzona). Portanto, a segunda corrente parcial 44 da corrente de regeneração 36 tem uma alta concentração de impurezas, é por isso que ela também é chamada de "corrente dividida".

[00064] A segunda corrente parcial 44 é alimentada a um dispositivo de limpeza 46 em que as impurezas (por exemplo, solventes orgânicos) 48 são extraídas ou recuperadas a partir da segunda corrente parcial 44. O dispositivo de limpeza 46 é, por exemplo, um aparelho para oxidação térmica regenerativa (RTO). A eficácia de tal dispositivo de limpeza 46 é mais alta com uma concentração de impurezas mais alta na segunda corrente parcial 44. Por

esta razão, é vantajoso ramificar a primeira corrente parcial 42 tendo uma concentração de impurezas relativamente baixa.

[00065] Alternativamente, o dispositivo de limpeza 46 também pode ser um que compreende um agregado de turbina de gás. Tal dispositivo de limpeza é ilustrado exemplarmente na figura 4 e, por exemplo, em DE 10 2013 203 448 A1, o conteúdo total do mesmo é referido com respeito à construção e operação. O aparelho de turbina de gás é basicamente um sistema de geração de energia que pode ser usado em combinação com o método inventivo para separar impurezas do ar de escape de processo como um dispositivo de limpeza 46 em que a segunda corrente parcial 44 ou seus componentes de combustível são submetidas a combustão.

[00066] Como mostrado na figura 4, este dispositivo de limpeza 46 compreende um agregado de turbina de gás 64, em particular um agregado de microturbina de gás. O agregado de turbina de gás 64 inclui uma turbina de gás 66 que é acoplada a um compressor 68 e está acionando um gerador 70. Especialmente, a turbina de gás 66 pode ser configurada como a assim chamada microturbina de gás e ter a construção como descrito em WO 2012/089837 A1. A segunda corrente parcial 44 contendo componentes de combustível é sugada e comprimida pelo compressor 68. A segunda corrente parcial 44 sugada é então passada através de um trocador de calor projetado como um recuperador 72 em que o calor é transferido a partir da corrente de escapamento da turbina de gás 66 marcada pela seta 74 para a segunda corrente parcial comprimida.

[00067] No aparelho de combustão 76, a segunda corrente parcial 44 contendo os componentes de combustível

é submetida a combustão junto com gás rico. Um gás de combustível ou mistura de gás cujo valor calorífico HA está acima de 15 MJ/m³ é referido como o assim chamado gás rico. O gás rico queimado no aparelho de combustão 76 pode ser, por exemplo, gás natural, em particular biogás natural.

[00068] Devido à concentração de impurezas aumentada da segunda corrente parcial 44, o agregado de turbina de gás 64 também pode ser opcionalmente configurado sem o recuperador 72. Assim, pode ser evitado que o pré-aquecimento de um meio gasoso contendo componentes de combustível cause pré-reações químicas no mesmo antes de entrar na câmara de combustão de um queimador.

[00069] Embora na figura 1 seja ilustrado um circuito de regeneração fechado, isto pode ser também configurado aberto em outras configurações.

[00070] Como mostrado na figura 1, um controlador de fluxo 56 está disposto na linha da segunda corrente parcial a jusante do dispositivo de separação 12. Uma ou mais outras correntes parciais pode ser ramificada a partir da segunda corrente parcial 44 por meio deste controlador de fluxo 56.

[00071] Na figura 1, três correntes parciais opcionais são providas a título de exemplo. Outra corrente parcial pode ser alimentada através de uma primeira linha de fluxo 58a para dentro da corrente de regeneração 36 a montante do dispositivo de separação 12, outra corrente parcial pode ser alimentada através de uma segunda linha de fluxo 58b para dentro da primeira corrente parcial 42 antes de sua introdução o ar de escape de processo 10 a montante do dispositivo de separação 12.

[00072] Com estas medidas, as concentrações de impurezas no dispositivo de separação 12 e, portanto, finalmente na segunda corrente parcial 44 da corrente de regeneração podem ser aumentadas. Como um resultado, o dispositivo de limpeza 46 pode operar mais eficazmente. Se aplicável, o dispositivo de limpeza 46 pode operar autotermicamente deste modo, isto é, sem suprimento extra de energia.

[00073] Com a construção ilustrada na figura 1, os fatores de concentração para cima para a segunda corrente parcial 44 de até 40:1 e mais em relação ao escapamento de processo podem ser obtidos. Tais concentrações para cima podem ser previamente obtidas somente com dispositivos de separação de múltiplos estágios.

[00074] Devido à temperatura mais alta da segunda corrente parcial 44 (em comparação com uma situação sem primeira corrente parcial 42 separada), além disso, o ponto de orvalho pode ser deslocado. Como um resultado, o dispositivo de limpeza 46 também pode ser operado mais eficazmente.

[00075] Retornando às outras correntes parciais ramificadas, também é possível obter uma operação relacionada segura do sistema que impede um aumento inaceitável na concentração acima do limite de explosão no caso de falha. Assim, uma ameaça à segurança operacional do dispositivo de limpeza pode ser reduzida.

[00076] Além disso, como outra vantagem, o amortecimento de picos de concentração pode ser possibilitado.

[00077] A fim de otimizar a operação de todo o sistema, um ou mais dos seguintes parâmetros pode ser monitorado, uma temperatura da primeira corrente parcial 42, uma concentração de impurezas da primeira corrente parcial 42, uma temperatura da segunda corrente parcial 44, uma concentração de impurezas da segunda corrente parcial 44, uma temperatura do ar de escape de processo 10, uma concentração de impurezas do ar de escape de processo 10, um volume de fluxo do ar de escape de processo 10, uma temperatura da corrente de regeneração 36, um volume de fluxo da corrente de regeneração 36, um equilíbrio de energia do dispositivo de limpeza 46, uma pressão da primeira corrente parcial 42, uma pressão da segunda corrente parcial 44, um fluxo de volume da primeira corrente parcial 42, um volume de fluxo da segunda corrente parcial 44 e semelhante. O meio de divisão 28 pode então ser controlado variavelmente dependendo destes parâmetros a fim de ajustar uma relação de área entre a primeira subzona 22a e a segunda subzona 22b. Deste modo, uma vazão da primeira corrente parcial 42 pode ser variavelmente controlada, ou uma relação da vazão da primeira corrente parcial 42 para a segunda corrente parcial pode ser variavelmente controlada.

LISTA DE SINAIS DE REFERÊNCIA

- 10 ar de escape de processo
- 12 dispositivo de separação
- 13a orifício para introduzir ar de escape de processo
- 13b orifício para descarregar ar limpo
- 13c orifício para introduzir fluxo de ar de resfriamento

13d orifício para descarregar fluxo de ar de resfriamento

13e orifício para introduzir corrente de regeneração

13f orifício para descarregar a primeira corrente parcial da corrente de regeneração (corrente dividida)

13g orifício para descarregar a segunda corrente parcial da corrente de regeneração (corrente concentrada)

14 ar limpo

16 soprador

18 unidade de separação

20 zona de separação

22 zona de regeneração

22a primeira subzona 22

22b segunda subzona de 22

24 zona de resfriamento

26 direção de rotação

28 parede divisória

30 mancal

31a, 31b mancais

32 faixa de giro

34a, 34b sensores de temperatura

36 corrente de regeneração

38 soprador

40 trocador de calor

42 primeira corrente parcial (corrente dividida)

44 segunda corrente parcial (corrente concentrada)

46 dispositivo de limpeza

48 solvente

50 fluxo de ar de resfriamento

- 52 soprador
- 54 fluxo de ar de resfriamento após passar através do filtro
- 56 controlador de fluxo (válvula de múltiplas vias, comutador de fluxo)
- 58a primeira linha de fluxo
- 58b segunda linha de fluxo
- 58c terceira linha de fluxo
- 60 controlador de fluxo
- 62 linha de fluxo
- 64 agregado de turbina de gás
- 66 turbina de gás
- 68 compressor
- 70 gerador
- 72 recuperador

REIVINDICAÇÕES

1. Método para separar impurezas de ar de escape de processo compreendendo as etapas de:

- passar um ar de escape de processo (10) através de um dispositivo de separação (12); e

- regenerar o dito dispositivo de separação (12) passando uma corrente de regeneração (36) através do mesmo, **caracterizado pelo** fato de que compreende ainda as etapas de:

- dividir a dita corrente de regeneração (36) que passou através da dita unidade de separação (18) do dito dispositivo de separação (12) durante a regeneração em uma primeira corrente parcial (42) tendo uma concentração de impurezas menor do que um primeiro limite predeterminado, e de uma segunda corrente parcial (44) tendo uma concentração de impurezas igual a ou maior do que um segundo limite predeterminado, o dito segundo limite predeterminado sendo igual a ou maior do que o dito primeiro limite predeterminado;

- retornar a dita primeira corrente parcial (42) gerada durante a regeneração para a dita corrente de ar de escape de processo (10) a montante do dito dispositivo de separação (12); e

- alimentar a dita segunda corrente parcial (44) gerada durante a regeneração para um dispositivo de limpeza (46),

em que uma quantidade de fluxo da dita primeira corrente parcial (42) gerada durante a regeneração e/ou uma relação da quantidade de fluxo da dita primeira corrente parcial (42) gerada durante a regeneração e a quantidade de fluxo da

dita segunda corrente parcial (44) gerada durante a regeneração são variavelmente controladas.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que dito dispositivo de separação (12) é resfriado entre a regeneração e uma próxima limpeza do ar de escape de processo (10) por meio de um fluxo de ar de resfriamento (50), e a dita primeira corrente parcial (42) gerada durante a regeneração é alimentada no dito fluxo de ar de resfriamento (50) a montante do dito dispositivo de separação (12).

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo** fato de que uma outra corrente parcial é ramificada da dita segunda corrente parcial (44) gerada durante a regeneração e retornada para o dito dispositivo de separação (12).

4. Método, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado pelo** fato de que a dita outra corrente parcial ramificada ainda é alimentado na dita primeira corrente parcial (42), no dito ar de escape de processo (10) e/ou na dita corrente de regeneração (36).

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que o dito dispositivo de separação (12) é operado continuamente.

6. Dispositivo de separação regenerativa (12) para separar as impurezas do ar de escape de processo compreendendo:

- um orifício (13a) para introduzir um ar de escape de processo (10);

- uma unidade de separação (18) para receber as impurezas do dito ar de escape de processo introduzido no dito dispositivo de separação (12);

- um orifício (13b) para descarregar ar limpo (14); e

- um orifício (13e) para introduzir uma corrente de regeneração (36);

caracterizado pelo fato de que o dito dispositivo de separação compreende ainda:

- um meio de divisão (28) para dividir a dita corrente de regeneração (36) passada através da dita unidade de separação (18) para dentro de uma primeira corrente parcial (42) tendo uma concentração de impurezas menor do que um primeiro limite predeterminado, e uma segunda corrente parcial (44) tendo uma concentração de impurezas igual ou maior do que um segundo limite predeterminado, em que o dito segundo limite predeterminado é igual a ou maior do que o dito primeiro limite predeterminado;

- um orifício (13f) para descarregar a dita primeira corrente parcial (42);

- uma linha de fluxo para retornar a dita primeira corrente parcial (42) gerada durante um processo de regeneração no dito ar de escape de processo (10) à montante do dito orifício (13a) para introduzir um ar de escape de processo; e

- um orifício (13g) para descarregar a dita segunda corrente parcial (44),

em que o dito meio de divisão (28) é configurado para controlar variavelmente uma quantidade de fluxo da dita primeira corrente parcial (42).

7. Dispositivo de separação, de acordo com a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de que a dita unidade de separação (18) é projetada como um rotor cujas faces de extremidade são continuamente carregadas pelo dito ar de escape de processo (10) e pela dita corrente de regeneração (36).

8. Dispositivo de separação, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de que compreende uma zona de separação na forma de setor (20) e uma zona de regeneração na forma de setor (22), em que a dita zona de separação (20) e a dita zona de regeneração (22) não sobrepõem uma à outra, e o dito meio de divisão (28) divide a dita zona de regeneração (22) em uma primeira subzona (22a) e uma segunda subzona (22b) em uma direção de rotação (26) da dita unidade de separação (18).

9. Dispositivo de separação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 8, **caracterizado pelo** fato de que compreende ainda um orifício (13c) para introduzir um fluxo de ar de resfriamento (50) e um orifício (13d) para descarregar o dito fluxo de ar de resfriamento (54) após passar através da dita unidade de separação (18).

10. Sistema para separar impurezas de ar de escape de processo **caracterizado pelo** fato de que compreende:

- um dispositivo de separação regenerativa (12) como definido em qualquer uma das reivindicações 6 a 9; e

- um dispositivo de limpeza (46) para extrair as impurezas (48) da dita segunda corrente parcial (44) gerada durante um processo de regeneração do dito dispositivo de separação (12).

11. Sistema, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo** fato de que compreende um controlador de fluxo (56) para ramificar uma outra corrente parcial da dita segunda corrente parcial (44) gerada durante um processo de regeneração, e pelo menos uma linha de fluxo (58a, 58b, 58c) para retornar a dita outra corrente parcial para o dito dispositivo de separação (12).

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 10 ou 11, **caracterizado pelo** fato de que o dito dispositivo de limpeza (46) é configurado para oxidação térmica regenerativa (RTO), oxidação térmica direta (TO), oxidação catalítica de recuperação (CO), oxidação catalítica regenerativa (RCO), condensação ou compreende um agregado de turbina de gás (64) tendo um aparelho de combustão (76) para entrar em combustão com a dita segunda corrente parcial (44).

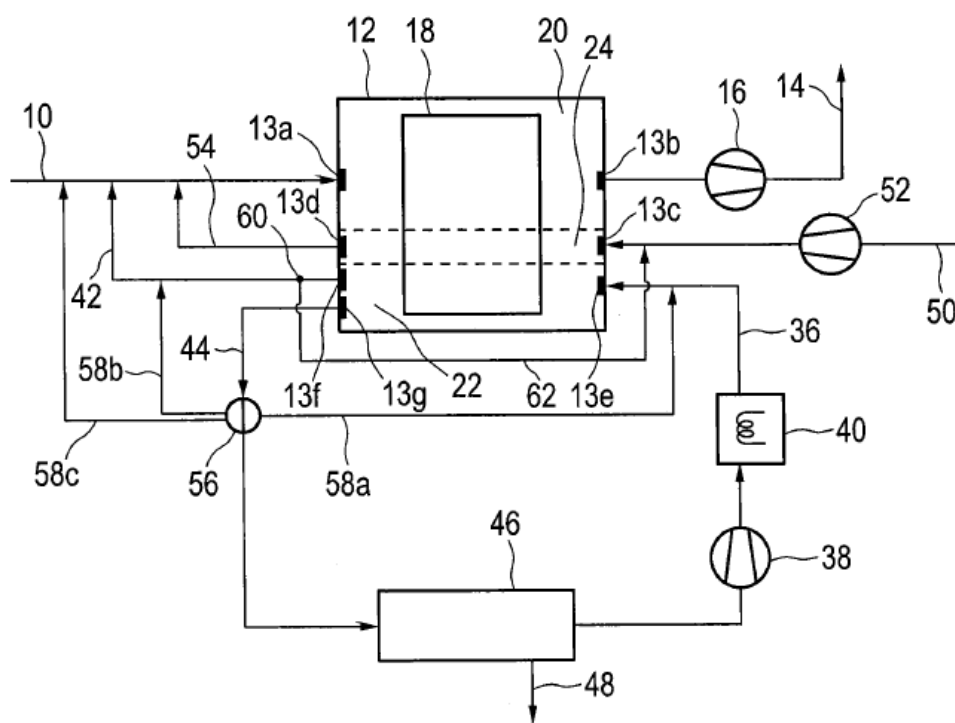
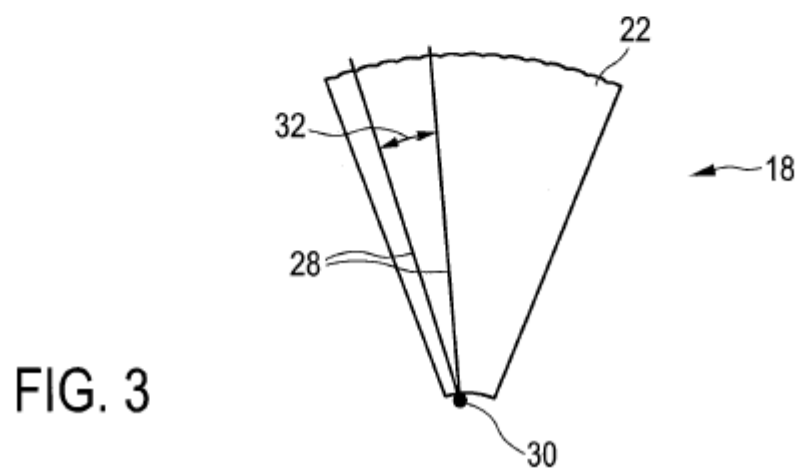
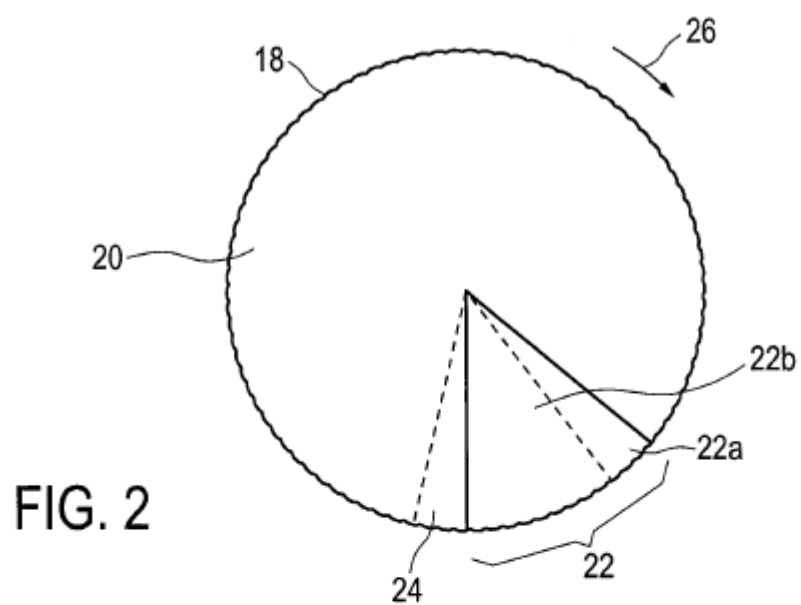


FIG. 1



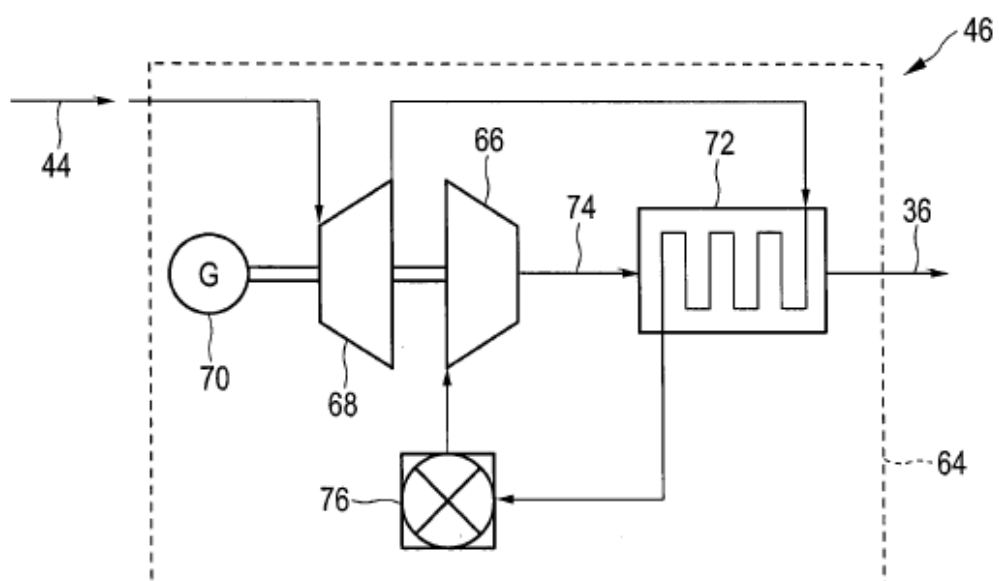


FIG. 4

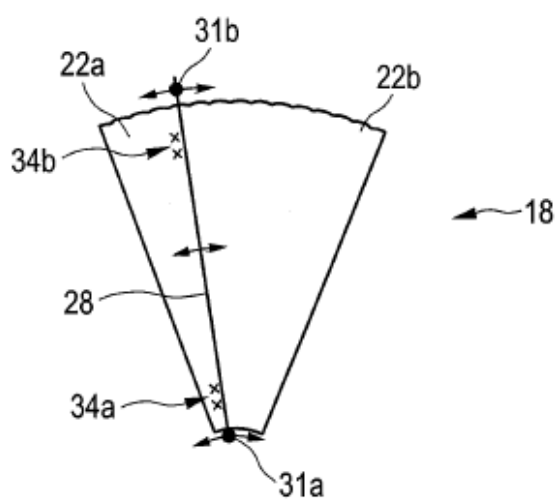


FIG. 5