

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

(21) **PI 0721364-6 A2**

(22) Data de Depósito: 28/02/2007
(43) Data da Publicação: 08/01/2013
(RPI 2192)



(51) *Int.Cl.:*
C07C 51/265
C07C 63/26
B01J 27/128
C07B 61/00

(54) **Título:** MÉTODO PARA TRATAR GÁS DE REJEITO DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO EM UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO DICARBOXÍLICO AROMÁTICO

(73) **Titular(es):** Hitachi Plant Technologies, LTD.

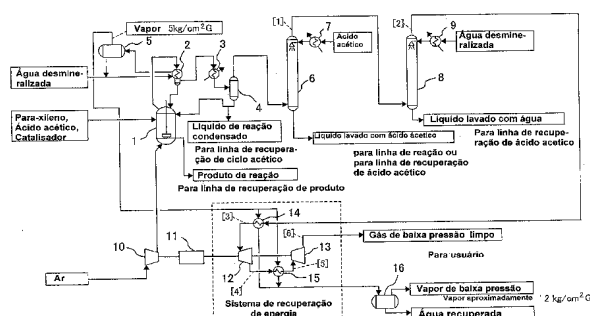
(72) **Inventor(es):** Hatsutarō Yamazaki, Noriaki Hara, Toshinobu Ito

(74) **Procurador(es):** Momsen, Leonardos & Cia.

(86) **Pedido Internacional:** PCT JP2007053785 de 28/02/2007

(87) **Publicação Internacional:** WO 2008/105085de
04/09/2008

(57) **Resumo:** MÉTODO PARA TRATAR GÁS DE REJEITO DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO EM UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO DICARBOXÍLICO AROMÁTICO. Um sistema no qual a quantidade de teores do gás residual da reação de oxidação emitidos do processo de produção de ácido dicarboxílico aromático ser reduzida e no qual a pressão mantida pelo gás residual é recuperada como energia potencial em uma faixa de temperatura relativamente baixa (1 50 0°C); e um sistema unificado com o processo de produção no qual a energia assim recuperada é usada como energia para a compressão de ar para a reação de oxidação e no qual gás residual de baixa pressão (0,1 kg/cm²G) é usado como um gás de suprimento para processamento, como a secagem ou o transporte, do pó de ácido dicarboxílico produzido. O gás residual da reação de oxidação é tratado primeiramente a 40°C, ou menos, pelo uso de uma torre de absorção de alta pressão de acordo com o método de lavagem em dois estágios por ácido acético/água (1) e, a seguir, a pressão mantida pelo gás residual sendo recuperada como energia potencial por meio de uma turbina da expansão de dois estágios com o uso de vapor (5 kg/cm²G de vapor) gerado no momento da reação como fonte de aquecimento (2). Como resultado, a energia recuperada pode ser usada como energia rotativa, e o ponto de condensação do gás residual de baixa pressão toma-se 0°C, perto disso, ou maior, realizando, desse modo a conversão para gás e energia reciclada no processo de produção.



“MÉTODO PARA TRATAR GÁS DE REJEITO DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO EM UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO DICARBOXÍLICO AROMÁTICO”

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção refere-se à tecnologia relacionada à economia de recurso para tratar calor e gás de rejeito da reação de oxidação gerado, respectivamente, em grandes quantidades na fabricação industrial de ácido dicarboxílico aromático e utilização da energia recuperada. Em detalhe, a presente invenção refere-se a um sistema de tratamento de gás de rejeito de
10 reação de oxidação que recupera energia de pressão mantida no gás acompanhante por meio de um expensor como energia potencial após o gás de rejeito da reação de oxidação de alta pressão gerado por oxidação da fase líquida em solvente de ácido acético com gás contendo oxigênio aplicado ao hidrocarboneto de dialquila aromático, como para-xileno quando um material,
15 sob a existência de um catalisador, ser tratado em torres de absorção de alta pressão por ácido acético e água na temperatura respectiva sob controle.

FUNDAMENTOS DA TÉCNICA

 Esta tecnologia tem sido executada industrialmente em larga faixa, quando aplicações de ácido dicarboxílico aromático são prolongadas e
20 acrescidas para fabricação de ácido dicarboxílico aromático pela aplicação de oxidação de fase líquida ao hidrocarboneto de dialquila aromático, como para-xileno, como um material usando ácido acético como um solvente, sob a presença de um catalisador contendo cobalto, manganês e o bromo, por gás de alta pressão contendo oxigênio molecular.

25 No mencionado método de fabricação, o gás de rejeito da reação de oxidação, do qual o teor de oxigênio é descarregado por meio de um reator de oxidação, e que é acompanhado de vapor de ácido acético e água no solvente gerado pela oxidação, de modo a remover calor de reação gerado em grandes quantidades, é descarregado do reator em grandes quantidades.

Consequentemente, após o gás contendo o vapor ser resfriado para remover o calor e os componentes condensáveis acompanhantes serem condensados, o condensado é separado e retornado ao reator de oxidação, e o gás de rejeito da reação de oxidação é descarregado do reator.

5 Uma vez que o gás de rejeito da reação de oxidação contém vapor saturado de ácido acético e de água a uma temperatura de separação, o gás de rejeito da reação de oxidação é descarregado da mencionada unidade de fabricação após os componentes contidos que contêm ácido acético como
10 da reação de oxidação em uma torre de absorção de alta pressão esfregando com água (referência à publicação de patente 1: publicação do pedido de patente japonês examinado S39- 8.818).

Devido às maiores obrigações com o problema ambiental subsequente e com o problema de economia de recurso, é proposto um
15 método de contatar o gás de rejeito da reação de oxidação emitido pela torre de absorção de alta pressão, ou seja, o mencionado gás emitido da unidade de fabricação, com um adsorvente, como carvão ativado, remover adicionalmente os componentes orgânicos contidos no gás de rejeito e recuperá-los. Entretanto, como o método para adsorver em carvão ativado e
20 em outros, tem problemas, uma vez que a dessorção e a recuperação não são fáceis e a capacidade de adsorção é reduzida pela umidade contida no gás, são propostos aperfeiçoamento e dispositivo adsorvente (referir à publicação de patente 2: publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H02-32.040 e publicação de patente 3: publicação de pedido de patente japonês
25 apresentada H04-74.153).

Além disso, como apresentada na publicação de patente 4 (publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H08-268.953), também é proposto um método para contatar o gás de rejeito com um catalisador de oxidação, oxidando os componentes orgânicos contidos e

tornando-os não-nocivos.

Entretanto, como o mencionado gás de rejeito tratado é descarregado acompanhado de pressão na oxidação, é proposto um método para converter a energia de pressão que o gás efluente tem, em energia, passando o gás de rejeito em uma turbina de expansão e recuperando a energia. Incidentalmente, na publicação de patente 5 (publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S55- 99.517), publicação de patente 6 (publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S56- 72.221) e publicação de patente 7 (publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H08-155.265), é proposto um método para converter a pressão que o gás de rejeito tem, em energia potencial, passando o gás de rejeito em uma turbina de expansão e recuperando a energia potencial após a temperatura do gás de rejeito ser aumentada e o gás de rejeito ser tornado não-nocivo pela oxidação catalítica (combustão) por um catalisador, ou diretamente pela combustão do gás de rejeito mantido em um estado de alta pressão. Entretanto, no método, como brometo de metila, que é um dos subprodutos da oxidação, está contido em pequena quantidade no gás residual de rejeito, também ocorre um problema, uma vez que a pressão e a temperatura (por ser uma temperatura mais alta do que a do ponto de condensação) do gás na turbina e outros, precisam ser controladas devido ao brometo de metila energia poder ser convertido pela combustão em um composto de bromo corrosivo e poder ocorrer corrosão quando o gás inflamado é conduzido para a turbina de expansão (referir à publicação de patente 8: publicação do pedido de patente japonês aberta ao público 2000- 189.753 e publicação de patente 9: publicação do pedido de patente japonês aberta ao público 2001- 515.576).

Como descrito acima, no método para remover e recuperar componentes residuais contidos no gás de rejeito da reação de oxidação gerado no sistema de fabricação de ácido dicarboxílico aromático são necessários adsorvente e técnica especiais e, além disso, nenhum processo da

pressão do gás de rejeito é descrito.

Entretanto, em relação ao método de inflamar o gás de rejeito em um estado de alta pressão, é proposto conduzir o gás de alta temperatura e alta pressão para a turbina da expansão e recuperar calor e energia de pressão como energia, entretanto, é necessário uma medida para impedir a corrosão em instalações de combustão de alta pressão e turbina de expansão.

Consequentemente, na técnica relacionada, não é configurado um sistema de tratamento de gás de rejeito eficiente unificado com o processo de fabricação de ácido dicarboxílico aromático.

10 Publicação de patente 1: Publicação do pedido de patente japonês examinado S39-8.818

 Publicação de patente 2: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H02-32.040

15 Publicação de patente 3: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H04-74.153

 Publicação de patente 4: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H08-268.953

 Publicação de patente 5: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S55-99.517

20 Publicação de patente 6: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S56-72.221

 Publicação de patente 7: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H08-155.265

25 Publicação de patente 8: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público 2000-189.753

 Publicação de patente 9: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público 2001-515.576

 Publicação de patente 10: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S53-84.933

Publicação de patente 11: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S54-100.310

Publicação de patente 12: Publicação do pedido de patente japonês aberta ao público H06-304.700

5 APRESENTAÇÃO DA INVENÇÃO

PROBLEMAS A SEREM RESOLVIDOS PELA INVENÇÃO

Na situação acima mencionada, estes inventores examinaram, de modo geral, em relação ao grau de uma queda da temperatura na turbina de expansão e um ponto de condensação do gás de rejeito em adição aos
10 componentes contidos no gás de rejeito da reação de oxidação descarregado de seu processo de produção e de sua composição com ele, como objetivos (1) reduzir e recuperar os componentes residuais contidos no gás de rejeito em uma etapa no sistema de fabricação, (2) recuperar a pressão que o gás de rejeito manteve como energia potencial, (3) controlar uma temperatura
15 reduzida na recuperação como energia potencial para ser uma temperatura na qual os componentes contidos no gás de rejeito, particularmente umidade, não atinjam um ponto de condensação e para não adotar materiais especiais contra a corrosão, (4) conseqüentemente, permitir usar o vapor gerado na unidade de fabricação ou, o vapor em excesso, e (5) usar gás efluente de baixa pressão
20 (aproximadamente 0,1 kg/cm²G) adquirido após a recuperação da energia potencial como gás inerte usado para secar, misturar e transportar o pó de ácido dicarboxílico aromático gerado no sistema de fabricação.

Primeiramente, o gás de rejeito da reação de oxidação descarregado da unidade de fabricação de ácido dicarboxílico aromático, ou
25 seja, da torre de absorção de alta pressão, tem geralmente a composição mostrada na Tabela 1 e diz-se que os componentes orgânicos contidos são ácido acético, acetato de metila, benzeno, tolueno, para-xileno e brometo de metila.

Sabe-se que para componentes orgânicos contidos no gás de

rejeito da reação de oxidação de um sistema de fabricação de ácido tereftálico usando para-xileno como um material, estão 25 ppm de contidos brometo de metila, 900 ppm de acetato metila de, 80 ppm de para-xileno, 9 ppm de benzeno e 4 ppm de tolueno (referir à quarta página da publicação de patente 3 e modo de realização 1), e sabe-se que o componente orgânico contido em maior quantidade na composição orgânica é acetato de metila e o segundo componente orgânico contido em maior quantidade é para-xileno, como o material.

Nos dados, embora ácido acético não esteja descrito como um solvente é considerado que ácido acético está contido em quantidade equivalente à quantidade de acetato de metila.

Por exemplo, na composição do gás de rejeito da reação de oxidação mostrada na Tabela 1 com o objetivo de recuperar energia de pressão, estão contidos componentes orgânicos de 0.2mol%, como descritos na publicação de patente 9, os componentes orgânicos sendo acetato de metila, ácido acético, hidrocarboneto como um material e brometo de metila, e se pensa que ácido acético está contido.

[Tabela 1] Composição do gás de rejeito da reação de oxidação (publicação do pedido de patente japonês aberta ao público 2001-515.576)

Nome da substância	Composição (mol%)
Nitrogênio (N ₂)	94,5
Oxigênio (O ₂)	3,0
Monóxido de carbono (CO)	0,45
Dióxido de carbono (CO ₂)	1,35
Água (H ₂ O)	0,5
Componentes orgânicos	0,2

Nota: o brometo de metila está contido em componentes orgânicos em, aproximadamente, 50 ppm

Entretanto, no método para recuperar a energia de pressão do gás de rejeito da reação de oxidação como energia, como descrito acima, após o gás de rejeito ser inflamado (a 300°C de temperatura, ou mais alta, sob um catalisador, a uma temperatura de 800°C, ou maior, quando não existir catalisador) e os componentes orgânicos no gás de rejeito serem tornados não-

nocivos, um processo de combustão, adicionando-se combustível auxiliar e conduzindo ar para a combustão, de acordo com circunstâncias, é adicionado de modo a inflamar o gás de rejeito contendo poucos componentes combustíveis (CO: 0,45 mol%, componentes orgânicos: 0,2 mol%), como
5 mostrado na Tabela 1, em uma etapa para conduzir o gás de rejeito de alta temperatura e de alta pressão adquirido para a turbina de expansão e recuperá-lo como energia potencial.

Consequentemente, está descrito na [0046] sexta página da publicação do pedido de patente japonês aberta ao público 2000-189.753 que
10 a temperatura e a pressão do gás de rejeito após a energia serem recuperada pela turbina de expansão são 320°C, mais alto do que um ponto de condensação, e 0,2 MPa, o ponto de condensação alto (110°C) sendo evitado.

Como descrito da quinta à nona linha na página 16 da publicação do pedido de patente japonês aberta ao público 2001-515.576, uma
15 vez que, para uma temperatura maior do que um ponto de condensação, a temperatura e a pressão do gás em uma saída de um expensor são 140 a 200°C e 120kPa (pressão absoluta) isto se torna similarmente um problema, uma vez que o ponto de condensação é alto.

Ou seja, nestes métodos, como resultado da geração de um
20 composto de bromo corrosivo e inflamá-lo adicionando-se combustível auxiliar, a umidade de 72,7 mol% ([0045] da sexta página da publicação de patente 8) é contida no gás residual após a combustão e como resultado da elevação do ponto de condensação, ocorre um problema.

Como descrito acima, ocorre uma circulação perigosa na qual
25 o ponto de condensação na turbina de expansão é elevado pela adição de combustível auxiliar inflamando o gás, consequentemente, de modo a atingir uma temperatura elevada necessária para tornar a substância contida, existente originalmente em pequena quantidade no gás de rejeito da reação de oxidação, não-nociva, e recuperar energia, e a operação em uma faixa de

temperatura elevada ser exigida como resultado de ser necessária, de modo que a temperatura do gás após a recuperação da energia seja maior por, aproximadamente, 14c° ou mais. Como resultado, o tratamento do gás de rejeito torna-se uma técnica mais complexa (combustão sob alta pressão, as medidas contra a corrosão, a recuperação de calor, e outros).

Desse modo, estes inventores verificaram que a faixa total de temperatura necessária para a recuperação de energia poderia ser abaixada reduzindo-se adicionalmente os componentes contidos que estavam contidos originalmente em pequena quantidade no gás de rejeito da reação de oxidação e abaixando-se um ponto de condensação do gás de rejeito e observada a configuração de um sistema de recuperação de energia usando vapor em uma faixa de temperatura gerada como um objetivo no processo de fabricação.

MEIOS DE RESOLVER OS PROBLEMAS

Um teor de umidade (0.5 mol%) será um problema uma vez que um componente da condensação de orvalho no gás de rejeito da reação de oxidação (gás efluente em uma saída de uma torre de absorção de alta pressão) descarregado de um sistema de fabricação de ácido dicarboxílico aromático for bem menor do que um teor de umidade (72.7 mol%) após a combustão, e verificou-se que o teor elevado de umidade após a combustão resulta do vapor saturado pela água de lavagem na torre de absorção de alta pressão e os componentes orgânicos podem estar bastante reduzidos em, até 1/3 a 1/10, comparado com aqueles na torre de absorção de alta pressão por água como mostrado nos resultados de testes nos modos de realização 1 a 4 adicionando-se um processo de lavagem de ácido acético na torre de absorção de alta pressão e controlando uma temperatura de lavagem para remover outros componentes orgânicos contidos de 0,2 mol%.

A seguir, estes inventores apresentaram um teor de umidade no gás de rejeito da reação de oxidação resultante do vapor saturado na torre de absorção de alta pressão e provocando condensação de orvalho como

temperatura da torre de absorção, apresentaram temperatura da condensação de orvalho dependendo da relação entre pressão e temperatura em um fenômeno de expansão adiabática em uma turbina de expansão para recuperar energia como uma temperatura da torre de absorção de alta pressão, e observaram um limite de temperatura da torre de absorção na turbina da expansão. Estes inventores examinaram um método para recuperar energia da pressão que o gás de rejeito da reação de alta pressão de oxidação continha como a energia potencial sem inflamar o gás de rejeito da reação de oxidação de alta pressão

10 Simultaneamente, estes inventores limitaram as condições para gerar gás de rejeito da reação de oxidação às condições similares na fabricação industrial de ácido dicarboxílico aromático e ajustaram-na a um objetivo para configurar um método, de acordo com a presente invenção, como o sistema de recuperação de energia mais eficiente aplicado a um processo de produção de ácido dicarboxílico aromático.

15 Uma condição da reação em um reator de oxidação na fabricação industrial de ácido dicarboxílico aromático tem sido condensada correntemente para uma faixa de temperatura de 185 a 205°C por considerações econômicas. Consequentemente, a pressão do gás de rejeito da reação de oxidação é condensada para uma faixa de 125 a 165kg/cm²G, embora a pressão varie ligeiramente dependendo do teor de água e materiais no solvente da reação e no gás de rejeito da reação de oxidação descarregado da unidade de fabricação, ou seja, gás de rejeito da reação de oxidação descarregado da torre de absorção de alta pressão tem normalmente pressão em uma faixa de 12,0 a 160kg/cm²G.

25 Consequentemente, o gás efluente da torre de absorção contém normalmente umidade, em uma faixa de 0,44 a 1 mol% (na temperatura da torre de absorção de 40 a 50°C, sob pressão de 12 a 16kg/cm²G), como umidade saturada e, se sabe da Tabela 6 e dos modos de realização 1 a 4, que

um teor de umidade pode ser bastante reduzido abaixando-se a temperatura na torre de absorção.

Pode ser esperado que a queda de temperatura na torre de absorção tenha um grande efeito sobre o abaixamento de um ponto de condensação na turbina de expansão. Simultaneamente, como mostrado por resultados de testes descritos mais adiante, o teor de componentes orgânicos pode ser bastante reduzido combinando-se a torre de absorção de alta pressão por ácido acético e o problema de um ponto de condensação na turbina de expansão provocar corrosão também pode ser resolvido.

Consequentemente, sabe-se que a lavagem e a absorção de componentes contidos no gás residual da reação de oxidação conduzido para a turbina de expansão para recuperar energia de pressão combinando uma série de torres de absorção de alta pressão de dois estágios por ácido acético e água e o abaixamento da temperatura de absorção torna, mais seguramente, um ponto de condensação do gás de rejeito, reduzido, a emissão dos componentes orgânicos podendo ser esperada como sendo bastante reduzida e o método sendo desejável para um processo pelo qual a perda de ácido acético como um solvente e um material ainda não reagido, como para-xileno, pode ser economizada.

A redução da descarga do acetato de metila contribui para a diminuição da perda de ácido acético como um solvente, inibindo a perda na combustão do ácido acético, recuperando e retornando para uma etapa de oxidação, ou recuperando como ácido acético por hidrólise, como proposto na publicação de patente 10 (publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S53-84.933) e na publicação de patente 11 (publicação do pedido de patente japonês aberta ao público S54-100.310).

Em seguida, quando energia é recuperada do gás de rejeito de alta pressão da torre de absorção diminuiu a temperatura de absorção, a temperatura diminuída precisa ser compensada juntamente com a queda de

temperatura causada pela expansão adiabática. No método da técnica relacionada, uma temperatura alta é criada por combustão, entretanto, no método, de acordo com a presente invenção, é instalado um sistema economizador de energia que limita a utilização de vapor a uma quantidade de vapor (normalmente 5kg/cm²G, 158°C) gerado em um gerador de vapor anexado a uma parte superior do reator de oxidação. Consequentemente, as condições do gás de rejeito em uma entrada da turbina de expansão são ajustadas em uma faixa de 12 a 16kg/cm²G e 140 a 150°C.

A temperatura de saída, quando gás neste estado (12 a 16kg/cm²G, 140 a 150°C) é conduzido para a turbina de expansão do primeiro estágio como gás de material para recuperar energia e é adquirido gás de 0,1 kg/cm²G, é -85 a -70°C.

Entretanto, a temperatura na torre de absorção de alta pressão por água de lavagem e um ponto de condensação (a temperatura de inicialização da condensação de orvalho) do gás efluente de 0,1 kg/cm²G são como a seguir.

[Tabela 2] Ponto de condensação de gás efluente de 0,1 kg/cm²G

Temperatura na torre de absorção	Ponto de condensação
50°C	3,7 a 7,6°C
40°C	0,2 a -3,3°C
30°C	-7,2 a -10,5°C
20°C	-14,5 a -17,7°C

Nota: pressão na torre de absorção de alta pressão: 12 a 16kg/cm²G

Sabe-se que em um caso de gás de rejeito (12 a 16kg/cm²G, 140 a 150°C), a temperatura do gás em uma saída da turbina de expansão de um estágio está bem abaixo de um ponto de condensação e não há nenhuma executabilidade na turbina de expansão de um estágio.

Consequentemente, esta é a razão pela qual é exigida uma alta temperatura para o gás de introdução compensar uma queda de temperatura na turbina de expansão de um estágio.

Condições da turbina de expansão nas quais a temperatura do gás de saída é mais alta do que o ponto de condensação (pressão: 0.1kg/cm²G,

na Tabela 2) mesmo sob as condições do gás de rejeito acima mencionadas, são uma chave para resolver um problema do sistema de recuperação de energia.

Um ponto de condensação sob a pressão de $0,1\text{kg/cm}^2\text{G}$ após a lavagem com água a 40°C , ou abaixo, na torre de absorção de alta pressão do gás de material de rejeito (12 a $16\text{kg/cm}^2\text{G}$, temperatura: a temperatura da torre de absorção) está perto de um ponto de congelamento, e, é esperado um método de recuperação de energia pelo qual a temperatura do gás na saída da turbina de expansão seja o ponto de congelamento (0°C), ou maior.

Gás efluente do gás de saída, cuja temperatura seja o ponto de congelamento, ou maior, também pode ser utilizado como gás inerte para processar o pó de ácido dicarboxílico aromático processado a uma temperatura normal, ou a uma temperatura maior, quando sem nenhum tratamento.

Como resultado, estes inventores descobriram que o gás de saída, cuja temperatura seria o ponto de congelamento, ou maior, poderia ser adquirido pelas turbinas de expansão de dois estágios sob expressão de relação a seguir, conduzindo o gás de rejeito da reação de oxidação da temperatura que era 140 a 150°C e pressão que era de 12 a $16\text{kg/cm}^2\text{G}$ para a turbina de expansão como gás de material, recuperando energia e analisando sobre a circunstância (a temperatura que não atingiu o ponto de condensação) onde não foi formada uma condensação de gás na pressão que caiu para $0,1\text{kg/cm}^2\text{G}$.

Primeiramente, a relação entre a pressão e a temperatura na expansão adiabática do gás é calculada na expressão a seguir, e um teor de umidade para ser um ponto de condensação é calculado baseado na pressão de vapor saturado de água, na temperatura de uma torre de absorção de alta pressão.

$$(T_2/T_1)^\gamma = (P_2/P_1)^{(\gamma-1)}$$

$$\gamma = C_p/C_v = 1,4$$

Neste caso,

T_1, P_1 : temperatura e pressão no lado da entrada

T_2, P_2 : temperatura e pressão no lado da saída

(A temperatura e a pressão estão convertidas para notação absoluta)

5 γ : relação do calor específico a pressão constante C_p para calor específico a volume constante C_v

(Ar, ou gás diatômico, é 1,4)

Gás de rejeito da reação de oxidação (gás na saída da torre de absorção de alta pressão) tendo pressão de 12 a 16 kg/cm²G e descarregado do sistema de fabricação de ácido dicarboxílico aromático é aquecido com vapor de 5 kg/cm²G e o gás de rejeito da reação de oxidação, tendo pressão de 12 a 16 kg/cm²G e temperatura de 140 a 150°C, é conduzido para a turbina de expansão como gás de material para recuperar energia.

Após energia (W_1) ser recuperada do gás conduzido para a turbina de expansão do primeiro estágio como energia rotativa por expansão adiabática, o gás é descarregado emitido da saída do primeiro estágio a uma temperatura (T_2)₁ e pressão (P_2)₁. Em seguida, o gás é aquecido com vapor de 5 kg/cm²G para ser gás da temperatura de 140 a 150°C e pressão (P_1)₂ e é conduzido para a turbina do segundo estágio. A pressão de saída do primeiro estágio (P_2)₁ e a pressão de entrada do segundo estágio (P_1)₂ são igual e é chamada pressão intermediária.

Depois que a energia (W_2) é recuperada do gás conduzido para o segundo estágio por expansão adiabática, o gás de saída do segundo estágio é descarregado da turbina do segundo estágio a uma temperatura (T_2)₂ e pressão (P_2)₂ de 0,1 kg/cm²G. Em um processo no qual a temperatura e a pressão do gás de rejeito caem por expansão adiabática na relação da expressão descrita acima, um teor de umidade que atinja o ponto de condensação é calculado usando a temperatura na torre de absorção de alta pressão para um índice como um limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão que

atinge o ponto de condensação nas respectivas condições de turbina.

Ou seja, o gás residual tratado na torre de absorção de alta pressão de temperatura limite, ou de temperatura mais baixa, na torre de absorção, é um índice que não atinge o ponto de condensação (que não forma condensação) nas respectivas condições da turbina. Inversamente, o gás tratado na temperatura limite, ou em uma temperatura mais alta, é um índice no qual ocorre condensação de orvalho na turbina.

Uma vez que a energia máxima é recuperada nas turbinas de expansão de dois estágios quando a energia recuperada no primeiro estágio e a energia recuperada no segundo estágio são iguais ($W_2/W_1 = 1$), a pressão de saída do primeiro estágio (P_2)¹ (ou a pressão de entrada do segundo estágio (P_1)²) no qual o gás de rejeito é expandido da pressão de entrada (12 a 16 kg/cm²G) para 0,1 kg/cm²G pela turbina de expansão de dois estágios e a respectiva energia recuperada sendo igual, é calculada como a pressão intermediária ótima e está mostrada por uma linha cheia na Fig. 2 (Relação de energia recuperada $W_2/W_1=1$). A Tabela seguinte mostra os resultados calculados da temperatura e da pressão na entrada e saída das turbinas de expansão de dois estágios, em um dado momento. A Tabela mostra simultaneamente o teor de umidade como sendo um ponto de condensação nas saídas das respectivas turbinas como o limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão (Nota: a temperatura de 140°C na qual a condensação de orvalho pode ser formada mais facilmente na faixa de temperatura do gás conduzido para a turbina de expansão de 140 a 150°C está mostrada).

[Tabela 3] Turbinas de expansão de dois estágios quando a relação W_2/W_1 de energia recuperada é 1 (temperatura aquecida: 140°C)

Turbina Primeiro estágio				Temperatura limite Torre de absorção de alta pressão	Turbina Segundo estágio				Temperatura limite Torre de absorção de alta pressão
Entrada		Saída (parte descarregada)			Entrada		Saída (parte descarregada)		
Pressão kg/cm²G	Temp. °C.	Pressão kg/cm²G	Temp. °C		Pressão Kg/cm²G	Temp. °C	Pressão Kg/cm²G	Temp °C	
12	140	2,8	17	39	2,8	140	0,1	17	50 ou maior
13	140	2,9	14	35	2,9	140	0,1	14	50 ou maior
14	140	3,1	11	33	3,1	140	0,1	11	50 ou maior
15	140	3,2	9	31	3,2	140	0,1	9	50 ou maior

16	140	3,3	6	28	3,3	140	0,1	6	50 ou maior
----	-----	-----	---	----	-----	-----	-----	---	-------------

A Tabela 3 mostra que embora a temperatura de saída da turbina do primeiro estágio e da turbina do segundo estágio, neste momento, sejam iguais, uma condição da condensação de orvalho é mais severa na turbina do primeiro estágio e um limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão, na qual a condensação de orvalho ocorre é 28 a 39°C quando a temperatura nas torres de absorção de alta pressão contendo umidade para ser um ponto de condensação na temperatura e pressão nas respectivas saídas, quando em uma condição na turbina do segundo estágio, nenhuma condensação de orvalho ocorre em um teor de umidade no qual a temperatura na torre de absorção de alta pressão é 50°C.

Consequentemente, a Tabela 3 mostra que quando a temperatura na torre de absorção de alta pressão é 25°C, não há nenhum risco de condensação de orvalho nas condições de reação acima mencionadas na recuperação de energia pelas turbinas de expansão de dois estágios. Além disso, a Tabela 3 mostra que há uma faixa segura para a condensação de orvalho na temperatura da torre de absorção de alta pressão de 30°C (15,1kg/cm²G, ou abaixo), ou 35°C (13kg/cm²G, ou abaixo), dependente da pressão do gás de rejeito. A relação entre a temperatura e a pressão, quando a relação W2/W1 de energia recuperada nas turbinas da expansão é 1,2 e 1,4, é calculada e cada limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão, nas respectivas turbinas, também estão mostradas abaixo. A pressão intermediária na relação de energia recuperada está mostrada por uma linha fina e pontilhada na Fig. 2.

Como estes resultados indicam, quando a relação de energia recuperada aumenta (pressão intermediária aumenta), a condição severa de condensação de orvalho na turbina do primeiro estágio é aliviada e a condição na turbina do segundo estágio torna-se severa.

Ou seja, quando a relação W2/W1 de energia recuperada é 1,2, o limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão é uma

temperatura similar (37 a 50°C) em ambas, a turbina do primeiro estágio e a turbina do segundo estágio e um risco de condensação de orvalho é substancialmente equilibrado. Sabe-se que quando a temperatura na torre de absorção de alta pressão é 35°C, ambas as turbinas de expansão do primeiro estágio e do segundo estágio estão em uma faixa segura, livre de um risco de condensação de orvalho. Além disso, sabe-se que quando a temperatura na torre de absorção de alta pressão é 40°C e a pressão do gás de rejeito é substancialmente 15kg/cm²G (14,8 kg/cm²G), ou abaixo, há uma faixa segura para a condensação de orvalho.

[Tabela 4] Limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão quando a relação W2/W1 de energia recuperada é 1,2 (temperatura aquecida: 140C°)

Turbina Primeiro estágio		Pressão Intermediária Kg/cm ² G	Turbina Segundo estágio		Temperatura limite Torre de absorção de Alta pressão °C	
Pressão de Entrada kg/cm ² G	Temp. de Descarga °C		Pressão de Descarga kg/cm ² G	Temp. de Descarga °C	Condição de saída do primeiro estágio	Condição de saída do segundo estágio
12	29	3,3	0,1	6	49	49
13	26	3,5	0,1	3	47	45
14	23	3,7	0,1	0	44	42
15	21	3,9	0,1	- 3	42	39
16	19	4,0	0,1	- 6	41	37

Quando a relação W2/W1 de energia recuperada é 1,4, a temperatura da emissão da turbina do primeiro estágio sobe e um risco de condensação de orvalho é bastante reduzido, entretanto, a temperatura de descarga de gás na turbina do segundo estágio diminui e o limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão torna-se severo. Entretanto, sabe-se que quando a temperatura na torre de absorção de alta pressão é 25°C, um risco de condensação de orvalho é evitado completamente na pressão de gás de rejeito de 15,6kg/cm²G, ou abaixo, ou seja, na turbina de expansão substancialmente de acordo com as condições acima mencionadas do gás de rejeito da reação. Sabe-se simultaneamente que quando a temperatura na torre de absorção de alta pressão é 30°C, não há nenhum risco de condensação de orvalho na turbina do segundo estágio até a pressão do gás de rejeito de 14kg/cm²G, ou abaixo.

Quando a relação (W_2/W_1) de energia recuperada excede 1,4, uma queda da temperatura do gás de rejeito prossegue no lado da turbina do segundo estágio e a condição de condensação de orvalho torna-se mais severa. Consequentemente, é exigido que a temperatura na torre de absorção seja abaixada de 25°C, uma carga de resfriamento sendo aplicada industrialmente, e sendo necessária uma contramedida para a temperatura, para utilizar o gás de rejeito.

Entretanto, de um ponto de vista da recuperação de energia, quando a relação W_2/W_1 de energia recuperada é 1,4, a energia recuperada diminui de aproximadamente 0,7%, comparada com o caso em que a relação W_2/W_1 de energia recuperada é 1, entretanto, é sabido que a quantidade de diminuição não se constitui no problema como a perda de energia.

[Tabela 5] Limite de temperatura da torre de absorção de alta pressão quando a relação W_2/W_1 de energia recuperada é 1,4 (temperatura aquecida: 140°C)

Turbina Primeiro estágio		Pressão Intermediária kg/cm ² G	Turbina Segundo estágio		Temperatura limite Torre de absorção de Alta pressão °C	
Pressão de Entrada kg/cm ² G	Temp. de Descarga °C		Pressão de Descarga kg/cm ² G	Temp. de Descarga °C	Condição de saída do primeiro estágio	Condição de saída do segundo estágio
12	38	3,8	0,1	- 3	50 ou maior	36
13	36	4,1	0,1	- 6	50 ou maior	33
14	33	4,3	0,1	- 9	50 ou maior	30
15	31	4,5	0,1	- 12	50 ou maior	27
16	29	4,7	0,1	- 15	50 ou maior	24

Consequentemente, verificou-se que gás de rejeito da reação de alta pressão da oxidação descarregado do sistema de fabricação industrial de ácido dicarboxílico aromático pela oxidação correntemente executada de hidrocarboneto de dialquila aromático, como para-xileno foi conduzido para as turbinas de expansão de dois estágios e energia poderia ser recuperada na faixa equilibrada de 1 a 1,4 como relação (W_2/W_1) de energia recuperada na turbina do primeiro estágio e na turbina do segundo estágio, apenas aquecendo-se com vapor (5kg/cm²G) gerado na reação de oxidação selecionando-se a temperatura na torre de absorção de alta pressão instalada no sistema de fabricação, fora de 40°C, ou abaixo, preferível 35°C, ou abaixo,

preferível 30°C, ou abaixo, e a mais desejável 25°C, ou abaixo, para a pressão do gás de rejeito da reação da oxidação.

Igualmente verificou-se que quando a turbina usou a relação (W2/W1) de energia recuperada nas condições (12 a 16kg/cm²G, 140 a 150°C) do gás de rejeito da reação de oxidação, a qual foi projetada para ser 1,2, um risco de condensação de orvalho foi evitado na faixa global de condições da entrada da turbina, ajustando-se uma temperatura de lavagem na torre de absorção de alta pressão para 35°C e a energia substancialmente máxima poderia ser recuperada.

Similarmente, é exigido que a temperatura da torre de absorção de alta pressão seja ajustada para 25°C para as turbinas de expansão na relação (W2/W1) de energia recuperada que são 1,2 e 1,4 para corresponder às condições do gás de entrada da turbina.

A energia recuperada na turbina de expansão é calculada usando-se uma expressão de energia W executada em expansão adiabática derivada de uma equação de um estado adiabático ($PV^\gamma = K = \text{constante}$).

$$W = K \{ (V_2)^{(1-\gamma)} - (V_1)^{(1-\gamma)} \} / (1 - \gamma)$$

V1, V2: volume de gás nos lados de entrada e saída

$\gamma = C_p/C_v$: relação do calor específico na pressão constante C_p

para calor especial no volume constante C_v

(Ar, ou o gás diatômico, é 1,4)

$PV = nRT$: Converte V1, V2 em uma expressão de relação direta

O tratamento do gás de rejeito da reação de oxidação gerado pela oxidação para a fabricação de ácido dicarboxílico aromático produzido industrialmente em larga escala é executado substancialmente na faixa de condições acima mencionada. O sistema de recuperação de energia econômico e eficiente pode ser configurado anexando a torre de absorção de alta pressão por ácido acético à torre de absorção de alta pressão (por água de

lavagem) também provida na técnica relacionada, abaixando-se a temperatura de tratamento naquelas torres e, em seguida, usando-se as turbinas de expansão de dois estágios que recupera energia em dois estágios usando vapor ($5\text{kg/cm}^2\text{G}$) gerado na mencionada unidade de fabricação para uma fonte de calor sem exigir as instalações necessárias na frente e na traseira da turbina de expansão na combustão de alta pressão executada na técnica relacionada e a recuperação de calor em uma temperatura alta. A Fig. 1 mostra um fluxo esquemático do tratamento no sistema de recuperação.

Ou seja, é configurado o sistema onde gás de rejeito da reação de oxidação de alta pressão descarregado da fabricação industrial de ácido dicarboxílico aromático aplicando oxidação de fase líquida ao hidrocarboneto de dialquila aromático como um material usando ácido acético como um solvente sob a existência de catalisador contendo cobalto, manganês e bromo na faixa de temperatura de 185 a 205°C , por gás contendo oxigênio é conduzido para as turbinas de expansão de dois estágios depois que 1) o mencionado gás de rejeito ser tratado a 40°C , ou abaixo, nas torres de absorção de alta pressão por líquido de lavagem de dois estágios de ácido acético e, a seguir, água e componentes contidos no gás de rejeito sendo reduzidos, 2) o gás conduzido para o primeiro estágio e para o segundo estágio ser aquecido respectivamente com vapor ($5\text{kg/cm}^2\text{G}$) na temperatura de 140°C , ou mais, com o calor e a energia de pressão do gás conduzido sendo recuperados como energia e o gás de baixa pressão de $0,1\text{kg/cm}^2\text{G}$, ou mais, podendo ser adquirido.

Ao mesmo tempo, é necessário que seja usada a turbina projetada, de modo que a relação de energia recuperada pela turbina do segundo estágio para energia recuperada pela turbina do primeiro estágio, das turbinas de expansão de dois estágios seja 1 a 1,4 e a temperatura de tratamento na torre de absorção de alta pressão exigida para ser ajustada em 35°C , ou abaixo, desejável 30°C , ou abaixo, e mais desejável 25°C , ou abaixo,

dependendo da relação de energia recuperada e da pressão do gás de rejeito da reação de oxidação.

Sabe-se, igualmente que, como resultado, o gás de rejeito adquirido pode ser usado como gás para secar, misturar e transportar o pó de ácido dicarboxílico aromático formado acima.

EFEITOS DA INVENÇÃO

Para efeito do método de acordo com a presente invenção, ele contribui diretamente para a redução do custo da instalação e do custo de recuperação e para a redução do custo de fabricação do ácido dicarboxílico aromático o qual é o corpo que, quando a energia de pressão do gás usado na oxidação é recuperada como energia, as instalações de recuperação de energia que exigem instalações, não exigem instalações para a combustão de alta pressão e instalações para recuperação de calor de alta temperatura da técnica relacionada, a energia podendo ser recuperada a uma temperatura relativamente baixa (140 a 150°C) apenas pela instalação adicional da torre de absorção de alta pressão e abaixando a temperatura de tratamento nas torres de absorção e o sistema de recuperação é unificado com o processo de produção de ácido dicarboxílico que é o corpo. Além disso, é configurado o processo de produção de ácido dicarboxílico aromático valioso amigável ao ambiente no qual problemas de emissão e calor de rejeito do sistema de fabricação são reduzidos.

O efeito concreto de indivíduos é como a seguir.

1) Componentes efetivos para serem materiais contidos no gás de rejeito inflamado, ou descartado, no passado são reduzidos de 1/3 a 1/10 e são recuperados apenas pela instalação adicional da torre de absorção de alta pressão e pelo gerenciamento da temperatura nas torres de absorção.

2) Energia pode ser recuperada na faixa de temperatura relativamente baixa (150°C→ 0°C) adotando as turbinas de expansão de dois estágios.

3) Consequentemente, o vapor gerado na oxidação no corpo pode ser usado como uma fonte de aquecimento do gás para recuperar energia.

4) Energia recuperada pode ser utilizada como energia para comprimir o ar exigido na oxidação.

5) O gás efluente depois da recuperação de energia pode ser usado como gás inerte para processar o pó de ácido dicarboxílico gerado sem nenhum tratamento.

MELHOR MODO DE REALIZAR A INVENÇÃO

São a temperatura e a pressão (Fig. 1 [2]) em uma saída de uma torre de absorção de alta pressão (2) de gás de material, do qual a energia deve ser recuperada, que são importantes para personificar a presente invenção.

Enquanto água na temperatura normal (água de troca iônica e outras contendo poucas impurezas) foi usada no passado, o gás de rejeito era descarregado da torre de absorção a temperaturas variáveis, normalmente na proximidade dos 50°C, entretanto, uma área sem condensação de orvalho era assegurada em uma turbina de expansão resfriando-se a água de lavagem e controlando positivamente de modo que a temperatura do gás de saída da torre de absorção de alta pressão fosse 40°C, ou abaixo, desejavelmente 35°C, ou abaixo, preferivelmente 30°C, ou abaixo e, mais desejavelmente, 25°C, ou abaixo.

Na torre de absorção de alta pressão, no passado, os componentes contidos eram absorvidos e reduzidos apenas lavando com água, entretanto, está provado que substâncias orgânicas contidas, como acetato de metila e para-xileno que não podem ser reduzidos apenas lavando com água podem ser bastante reduzidos, de modo que uma quantidade que seria normalmente 0,2 mol% de substâncias orgânicas seja aproximadamente 0,05 mol% e ainda mais aproximadamente 0,02 mol%, ou abaixo, instalando-se

adicionalmente uma torre de absorção de alta pressão por ácido acético (modos de realização 1 a 4 descritos adiante).

Consequentemente, é desejável que a temperatura de lavagem e de absorção na torre de absorção de alta pressão por ácido acético adicionada seja 40°C, ou abaixo, similarmente à temperatura na torre de absorção por água e é preferível que a temperatura seja, adicionalmente, 35°C, ou abaixo.

Consequentemente, são necessários controle e gerenciamento da temperatura e pressão (Fig. 1 [1]) em uma saída de uma torre de absorção de alta pressão (1) para reduzir o custo de matérias-primas e para medidas que impeçam a corrosão pela condensação de orvalho, são instalados refrigeradores (7, 9 na Fig. 1) para resfriar o líquido de lavagem para as respectivas torres de absorção de alta pressão, os refrigeradores controlando respectivamente a temperatura do gás resfriando o líquido de lavagem.

A temperatura do gás na saída da torre de absorção transforma-se em uma temperatura substancialmente perto da temperatura do líquido de lavagem embora a temperatura do gás na saída dependa da temperatura do gás em uma entrada, entretanto, é desejável, de modo a controlar e gerenciar, que a temperatura do gás na saída seja gerenciada.

Uma vez que a temperatura do gás na saída da torre de absorção de alta pressão por água está diretamente relacionada a um ponto de condensação na turbina, ela é gerenciada em relação à pressão do gás de rejeito da reação de oxidação como descrito acima, entretanto, é desejável que a temperatura do gás na torre de absorção de alta pressão por ácido acético seja 35°C, ou abaixo, considerando-se os resultados dos testes nos modos de realização descritos adiante. Em vista do efeito (particularmente, acetato de metila) de reduzir bastante os componentes orgânicos pela instalação adicional da torre de absorção de alta pressão por ácido acético, a temperatura do gás será suficiente apenas se for 35°C, ou abaixo, entretanto, de um ponto

de vista do gerenciamento de um ponto de condensação do gás de rejeito, a mesma temperatura que a temperatura na torre de absorção de alta pressão por água, ou a temperatura abaixo dela, é desejável.

5 A seguir, para uma fonte de aquecimento do gás de rejeito da
reação de oxidação quando o gás de rejeito é conduzido para a turbina de
expansão, é desejável como uma fonte de aquecimento para recuperar energia
em uma faixa de baixa temperatura ($150 \rightarrow$ aproximadamente 0°C) de acordo
com a presente invenção e como um circuito fechado de energia, para usar
vapor de $5\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ (5 na Fig. 1) gerado na oxidação, como descrito acima,
10 entretanto, a fonte de calor não está limitada ao mencionado vapor gerado. O
vapor de rejeito de aproximadamente $5\text{kg}/\text{cm}^2\text{G}$ que existe em um sistema de
fabricação pode ser usado e incidentalmente, vapor de rejeito gasto em um
refinador anexado ao sistema de fabricação pode efetivamente ser utilizado.

Entretanto, de modo a relacionar as condições entre a turbina
15 de expansão e uma faixa de risco da condensação de orvalho, é calculada uma
faixa de risco pela expansão adiabática na temperatura aquecida mais baixa
 140°C do gás de rejeito conduzido, e a temperatura e a pressão ([3], [5] na
Fig. 1) do gás nas entradas das respectivas turbinas da expansão são
importantes para o gerenciamento da temperatura. Uma elevação de
20 temperatura que exceda 140°C , do mencionado gás conduzido, leva a uma
faixa mais segura da condensação de orvalho e não tem nenhum problema.

Enquanto as turbinas de expansão projetadas sob condições
predeterminadas são operadas sob gerenciamento da temperatura e pressão,
nenhum problema ocorre, entretanto, quando ocorrer uma anomalia no lado
25 do sistema de fabricação de ácido dicarboxílico aromático, as condições de
saída ([4], [6] na Fig. 1) das respectivas turbinas de expansão são importantes
para impedir a condensação de orvalho.

Entretanto, como sabido do modo de realização 5 descrito
adiante, uma queda da temperatura devido à expansão adiabática não atinge a

temperatura calculada na operação real das turbinas de expansão. Concretamente, a temperatura cai simplesmente para uma temperatura equivalente a aproximadamente um pouco de mais de 80 % da largura calculada da queda de temperatura. Consequentemente, nesta condição de teste, a temperatura da saída da turbina é mais alta do que a temperatura calculada por aproximadamente 20 a 25°C e uma vez que a temperatura da saída da turbina entra na faixa mais segura da condensação de orvalho, a temperatura na recuperação de energia, de acordo com o método, pela presente invenção, pode ser controlada na faixa suficientemente segura.

A seguir, energia rotativa recuperada pelas turbinas de expansão é transmitida diretamente para um gerador elétrico e pode ser recuperada como energia elétrica, entretanto, como a mencionada unidade de fabricação exige ar comprimido para oxidação, é útil para a redução de um custo de energia, transmitir a energia rotativa para um eixo para girar um motor elétrico, ou uma turbina de vapor, para acionar um compressor de ar (10, 11, 12, 13 na Fig. 1) e usar diretamente a energia rotativa como energia giratória, e o sistema sendo muito desejável como um sistema no qual a energia da unidade da fabricação é utilizada em circuito fechado.

O gás efluente que é tratado e recuperado no processo acima mencionado mantém uma temperatura e uma pressão moderadas, o ponto de condensação cai (um ponto de condensação sob 0,1kg/cm²G na tabela: 0 a -15°C) devido à grande redução de substâncias condensadas contidas, e o gás efluente pode ser usado como gás inerte para secar, transportar e misturar o pó de ácido dicarboxílico formado acima e para vedar o sistema sem exigir supostamente nenhum tratamento. Por exemplo, o gás efluente é o gás desejável para a renovação do gás para transportar o pó de ácido dicarboxílico aromático cru adquirido na oxidação.

Para gás de material para purificar o ácido dicarboxílico aromático cru por um método, como um processo de purificação por

hidrogenação e transportar o pó de ácido dicarboxílico refinado purificado para ser um produto final da unidade de fabricação de ácido dicarboxílico aromático, onde os componentes orgânicos (0,01 a 0,05 mol%) contidos extremamente reduzidos possam se tornar um problema, os componentes
5 contidos são removidos ainda mais passando-se o gás de material em uma torre de adsorção usando-se alumina ativada, outros podendo ser usados como adsorventes, entretanto, a quantidade usada e uma vida do absorvente são mais vantajosas do que aquelas do gás, por meio de um método bem conhecido (referir à publicação de patente 12: publicação do pedido de
10 patente japonês apresentado H06-304.700) e o custo é reduzido.

Modos de realização

Com referência a modos de realização concretos, o método, de acordo com a invenção, será descrito abaixo em maior detalhe, entretanto, a presente invenção não está limitada a eles.

15 Modos de realização 1 a 4 e exemplo comparativo 1

Oxidação de fase líquida é aplicada ao para-xileno como um material na temperatura de 195°C, sob pressão de aproximadamente 14,3 kg/cm²G, usando ácido acético como um solvente sob a existência de cobalto, manganês e bromo por insuflação de ar, uma parte do gás de rejeito da reação
20 de oxidação sendo derivada de uma tubulação para gás efluente da reação de oxidação descarregado de um separador gás-líquido localizado na frente de uma torre de absorção de alta pressão e anexado a um reator da oxidação de uma planta para fabricação de ácido tereftálico e sendo continuamente extraída, a parte do gás efluente da reação de oxidação sendo conduzida para
25 o equipamento de teste da torre de absorção de alta pressão mostrado na Fig. 3, e sendo feito um teste do efeito dos componentes orgânicos contidos no gás efluente de acordo com as condições de lavagem em uma torre de absorção de alta pressão.

O equipamento de teste da torre de absorção de alta pressão

mostrado na Fig. 3 inclui uma torre de absorção de alta pressão 1 e uma torre de absorção de alta pressão 2, na torre de absorção de alta pressão 1, o mencionado gás efluente de alta pressão derivado de uma parte inferior é lavado com ácido acético injetado de uma parte superior por uma bomba volumétrica, e o gás efluente do qual os componentes contidos são reduzidos é descarregado pela parte superior. Quanto à composição dos componentes contidos no gás efluente, o gás de material conduzido da parte inferior é derivado da parte superior, caso necessário, é amostrado, e os componentes orgânicos contidos, como ácido acético, acetato de metila e para-xileno, são analisados. A temperatura do gás é medida e gerenciada por um termômetro instalado em uma saída da torre de absorção.

A torre de absorção de alta pressão é uma tubulação Sch 80 SUS de 10,16cm tendo um diâmetro de 97,1mm configurada por uma coluna acondicionada, com 1,2m de altura (uma parte acondicionada: 1,0m) como uma parte de acondicionamento superior na qual um anel Raschig de 6,35mm é acondicionado e uma coluna de bolha da fase líquida inferior, com 0,7m de altura (um nível de líquido: 0,5m). Um refrigerador é acoplado para controlar a temperatura do ácido acético quando o ácido acético de lavagem é injetado. O ácido acético usado para a lavagem é descarregado para um vaso de recuperação de líquido lavado através de uma tubulação de comunicação tipo sifão, mantendo um nível de líquido na coluna de bolha, o ácido acético sendo extraído intermitentemente do vaso de recuperação no tempo apropriado.

Uma torre de absorção de alta pressão 2 é um sistema provido com a mesma estrutura que a da torre de absorção de alta pressão 1, o gás emitido da torre de absorção de alta pressão 1 conduzido de uma parte inferior da torre de absorção de alta pressão 2, a água para lavagem injetada de uma parte superior, e são executados uma operação similar e método de teste similar àqueles da torre de absorção de alta pressão 1.

Após o gás efluente emitido da parte superior da torre de

absorção de alta pressão 2 ser armazenado uma vez em um vaso de separação de névoa, a pressão no vaso da separação de névoa é medida, a quantidade do gás efluente é controlada por uma válvula na parte traseira do vaso, e a quantidade do gás emitido é medida por um medidor de gás.

5 A Tabela 6 mostra um resultado de um teste executado usando-se o equipamento de teste acima mencionado, um teor de água saturado na temperatura e pressão mostradas na Tabela 6 é medido, e mostrado na Tabela 6. Um teste de lavagem e absorção apenas com água executado como um exemplo comparativo 1 é feito contornando-se a torre de
10 absorção de alta pressão 1 e conduzindo diretamente o gás derivado da unidade da fabricação de ácido tereftálico para a parte inferior da torre de absorção de alta pressão 2.

As condições neste teste são como a seguir.

Condições do teste

15	Pressão de operação:	13,9 a 14,1kg/cm ² G
	Vazão de gás:	120Nm ³ /h.
	Quantidade injetada de ácido acético:	7kg/h.
	Quantidade injetada de água:	3,5kg/h.

20 A temperatura do ácido acético e da água, nas torres de absorção de alta pressão 1, 2, foi igualada.

Como o resultado mostra na Tabela 6, a quantidade total de ácido acético, acetato de metila e material ainda não reagido (para-xileno) é, aproximadamente, 1.400 PPM (0.14 mol%) de acordo com a lavagem apenas com água na torre de absorção de alta pressão, os componentes orgânicos contidos
25 (ácido acético, acetato de metila, material ainda não reagido (para-xileno) são bastante reduzidos lavando com ácido acético e com água e com o abaixamento da temperatura do líquido de lavagem, e é provado que o efeito de lavar substâncias orgânicas contidas com ácido acético é grande. O teor de água saturado também é bastante reduzido por uma queda da temperatura na torre de absorção.

Um conteúdo de ácido acético tem uma tendência de aumentar ligeiramente lavando com ácido acético a 40°C, entretanto, um efeito no conteúdo de ácido acético lavando com ácido acético é removido abaixando-se a temperatura (35°C, ou abaixo).

5 [Tabela 6] Resultado do teste na torre de absorção de alta pressão

	Líquido de lavagem	Líquido de lavagem Temp. °C	Ácido Acético ppm	Acetato de Metila ppm	Para-xileno ppm	Teor de água saturada (valor calculado) Mol%
Gás de Material	-	-	1300 ~1400	950~1150	50~70	-
Exemplo Comparativo 1	Água	40	206	1110	59	0,50
Modo de Realização 1	Ácido acético e água	40	269	201	26	0,50
Modo de Realização 2	Ácido acético e água	35	194	162	24	0,38
Modo de Realização 3	Ácido acético e água	30	121	120	20	0,29
Modo de Realização 4	Ácido acético e água	20	48	63	16	0,16

Modo de realização 5

Componentes condensáveis no gás descarregado de um reator de oxidação de uma unidade de fabricação de ácido tereftálico (50.000t/ano) são condensados através de um gerador de vapor 2 e de um condensador 3, como mostrado em um fluxo na Fig. 1, o gás de rejeito da reação de oxidação, após condensar, é separado em um separador gás-líquido 4, lavado com ácido acético e água, e a energia é recuperada como a seguir, usando o gás de rejeito de alta pressão tratado em uma torre de absorção de alta pressão (1) 6 (a torre de 12 prateleiras 1000 φ*10300H) instalada para absorver e reduzir os componentes contidos no gás de rejeito e em uma torre de absorção de alta pressão (2) 8 (a torre de 16 estágios de bandeja 1000φ*10500H).

O ácido tereftálico fabricado pela unidade de fabricação é produzido a uma taxa de aproximadamente 5,4t/h, o ar necessário para a produção comprimido até 19,5kg/cm²G por um compressor 10 (compressão de 4 estágios) e suprido a uma taxa de aproximadamente 13.300Nm³/h, a oxidação sendo executada regularmente.

O líquido de lavagem é resfriado de modo que ambas as

temperaturas do gás de saída das torres de absorção de alta pressão sejam 35°C e é injetado. Quanto à quantidade, a de ácido acético é, aproximadamente, 2,3t/h e, a água, aproximadamente, 0,5t/h.

Energia é recuperada usando-se turbinas de expansão de dois estágios 12, 13 projetadas em uma base de projeto mostrada na Tabela 8 e a energia de pressão é recuperada usando-se vapor de 5kg/cm²G gerado em um gerador de vapor 5 anexado ao reator da oxidação como uma fonte de aquecimento. A energia recuperada é suprida a um motor elétrico acoplado a um eixo para girar a turbina para o motor elétrico 11 de um compressor de ar 10. Consequentemente, a quantidade energia elétrica recuperada é calculada baseada na quantidade economizada de corrente que o motor elétrico exige.

[Tabela 7] Pressão de gás da saída da torre de absorção de alta pressão e quantidade de componentes contidos

		Corrida A	Corrida B	Corrida C	Corrida D
Pressão	Kg/cm ² G	13,8	13,9	14,0	14,0
Oxigênio (O ₂)	Mol%	3,2	3,9	3,7	3,5
Monóxido de Carbono (CO)	Mol%	0,6	0,4	0,5	0,5
Dióxido de Carbono (CO ₂)	Mol%	1,4	1,3	1,4	1,1
Água (H ₂ O) (valor calculado)	Mol%	0,39	0,38	0,38	0,38
Ácido acético (CH ₃ COOH)	PPM	90	142	101	133
Acetato de metila (CH ₃ COOH-CH ₃)	ppm	168	112	141	145
Para-xileno (C ₈ H ₁₀)	ppm	11	8	13	10
Brometo de metila (CH ₃ Br)	ppm	15	11	14	9
Ponto de Condensação 90,1 kg/cm ² G	°C	- 5	- 5	- 5	- 5

O tratamento acima mencionado de gás de rejeito da reação de oxidação e a recuperação de energia foram executados satisfatoriamente por aproximadamente meio ano, desde o início sem problema, em um rotor de turbina. A Tabela 7 e Tabela 8 mostram resultados representativos da qualidade do gás tratado durante a operação e as condições operacionais das turbinas de expansão.

A Tabela 2 mostra que um teor de componentes orgânicos é, aproximadamente, 300 ppm (0,03 mol%) e um ponto de condensação do gás efluente (0,1kg/cm²G) é -5°C.

A Tabela 8 diz que a turbina de expansão é provida substancialmente com o desempenho projetado e energia pode ser recuperada

em uma faixa de temperatura baixa de 30 a 150°C usando as turbinas de expansão de dois estágios. A Tabela 8 também diz que o gás de baixa pressão recuperado pode ser recuperado a uma temperatura mais alta do que o ponto de condensação (- 5C°) do gás de rejeito da reação de oxidação.

5 Entretanto, quanto à temperatura em uma entrada e na saída de cada turbina, a largura da queda da temperatura na operação real é, aproximadamente, 82.4% para a largura de valores calculados e a operação em uma faixa mais segura para o ponto de condensação é realmente executada.

10 Em seguida, a Tabela 9 mostra a quantidade calculada de energia elétrica economizada pelas turbinas de expansão no compressor de ar. A Tabela 9 diz que energia na quantidade calculada prevista na Tabela 8 poderia ser substancialmente recuperada.

15 O rotor e um alojamento da turbina de expansão são feitos de uma fundição inoxidável (equivalente ao SCS14), a turbina de expansão foi desmontada após a operação ser interrompida e foi checada para corrosão e foi verificado que as turbinas de expansão não tiveram nenhum problema.

[Tabela 8] Condições de operação da turbina de recuperação de energia

			Base do projeto	Corrida A	Corrida B	Corrida C	Corrida D
Vazão de Gás residual			Nm ³ /h	11.000	11.050	10.700	10.900
Primeiro estágio	Pressão de entrada	Kg/cm ² G	14	13,8	13,9	14	14,1
	Temperatura de Entrada	°C	150	149	145	148	145
	Pressão de Saída	Kg/cm ² G	3,7	3,7	3,8	3,7	3,7
	Temperatura de Saída	°C	51	51,8	50,1	50,0	47,2
	Taxa de queda	%					
	Energia recuperada	kW	361	359	341	356	352
Segundo estágio	Pressão de entrada	Kg/cm ² G	3,7	3,7	3,8	3,7	3,7
	Temperatura de Entrada	°C	150	150	149	148	148
	Pressão de saída	Kg/cm ² G	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
	Temperatura de Saída	°C	31	31,6 (6,3)	29,6 (3,9)	30,3 (5,0)	30,2 (5,0)
	Taxa de queda	%	-	82,4	82,3	82,3	82,4
	Energia recuperada	kW	433	436	426	429	425
Energia recuperada total		kW	794	795	767	785	777
Relação de energia recuperada (W2/W1)		-	1,2	1,22	1,25	1,20	1,21

Nota: energia recuperada: valor estimado considerando as condições de operação

Temperatura da saída dentro (·): valor calculado na expressão da expansão adiabática

Taxa de queda: a taxa de queda da temperatura na operação real para a largura de valor calculado entre a temperatura de entrada e a temperatura de saída de cada turbina

[Tabela 9] Quantidade de energia recuperada pela turbina de expansão

		Compressor	Corrida A	Corrida B	Corrida C	Corrida D
Corrente requerida por Compressor	A	118	75	76	76	76
Energia requerida por compressor	kW	2.050	1.260	1.270	1.270	1.270
Energia recuperada	kW	0	790	780	780	780

Nota: energia: valor adquirido da curva característica baseada na corrente medida

5 DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

[Fig. 1] A Fig. 1 é um diagrama de sistema mostrando um fluxo do tratamento do gás de rejeito da reação de oxidação em um processo de produção de ácido dicarboxílico aromático por um método de acordo com a presente invenção e um fluxo em um sistema de recuperação de energia de pressão.

10 [Fig. 2] A Fig. 2 mostra a relação entre a pressão de entrada da turbina e a pressão intermediária (pressão de saída em um primeiro estágio = pressão de entrada em um segundo estágio) em turbinas de expansão de dois estágios usando a relação de energia recuperada para os parâmetros (W1: um valor calculado de energia recuperada no primeiro estágio, W2: um valor
15 calculado de energia recuperada no segundo estágio).

[Fig. 3] A Fig. 3 é um diagrama esquemático mostrando o equipamento de teste que faz um teste de absorção injetando líquido de lavagem (ácido acético e água) em uma torre de absorção de alta pressão.

EXPLICAÇÃO DOS NUMERAIS DE REFERÊNCIA E SÍMBOLOS

20 1 --- Reator de oxidação, 2 --- Gerador de vapor, 3 --- Condensador, 4 --- Separador gás-líquido, 5 --- Tanque de armazenamento de vapor, 6 --- Torre de absorção de alta pressão (1), 7 --- Refrigerador de ácido acético, 8 --- Torre de absorção de alta pressão (2), 9 --- Refrigerador de água, 10 --- Compressor de ar, 11 --- Motor elétrico, 12 --- Expansor primeiro
25 estágio, 13 --- Expansor segundo estágio, 14 --- Aquecedor (1), 15 --- Aquecedor (2), 16 --- Tanque de armazenamento de água condensada.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para tratar gás de rejeito da reação de oxidação em um processo de produção de ácido dicarboxílico aromático aplicando oxidação de fase líquida ao hidrocarboneto de dialquila aromático como um material, usando ácido acético como um solvente sob a existência de um catalisador metálico contendo cobalto e manganês e bromo como o promotor em uma faixa de temperatura de 185 a 205°C em um reator de oxidação por gás contendo oxigênio, caracterizado pelo fato de, compreender as etapas de:

resfriar o gás de rejeito da reação de oxidação descarregado do reator de oxidação acima mencionado e separar subsequentemente para condensar os componentes condensáveis do gás de rejeito da reação de oxidação de alta pressão;

lavar o mencionado gás de rejeito resultante a 40°C, ou abaixo, em torres de absorção de alta pressão por meio de líquido de lavagem em dois estágios de ácido acético e subsequentemente água e reduzir os componentes nele contidos; e

subsequentemente, conduzir o mencionado gás de rejeito da reação de oxidação tratado em turbinas de expansão de dois estágios após aquecer o mencionado gás conduzido respectivamente para o primeiro estágio e o segundo estágio da mencionada turbina de expansão para estar a uma temperatura de 140°C, ou mais alta, com vapor (aproximadamente 5 kg/cm²G) e recuperar o calor e a energia de pressão do gás conduzido como energia.

2. Método para tratar gás de rejeito da reação de oxidação de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de:

em relação à temperatura de tratamento nas torres de absorção de alta pressão, ser desejável que a temperatura do gás em uma saída da torre de absorção de alta pressão seja 35°C, ou menor, sendo mais desejável que a temperatura do gás seja 30°C, ou menor, e sendo mais desejável que a

temperatura do gás seja 25°C, ou menor; e

os componentes contidos no gás de rejeito da reação de oxidação serem reduzidos.

3. Método de tratar gás de rejeito da reação de oxidação de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de:

o vapor (aproximadamente 5 kg/cm²G) de um gerador de vapor anexado ao reator de oxidação ser usado para o vapor usado na reivindicação 1 ou 2.

4. Método para tratar o gás de rejeito da reação de oxidação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de:

serem usadas turbinas de expansão de dois estágios onde uma relação de energia recuperada da turbina de segundo estágio para a energia recuperada da turbina de primeiro estágio ser projetada para estar entre 1 e 1,4.

5. Método para tratar o gás de rejeito da reação de oxidação de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de:

o gás de baixa pressão (0,1 kg/cm²G) adquirido em qualquer uma das reivindicações 1 a 4 ser usado como gás de material para secar, transportar e misturar pó de ácido dicarboxílico aromático gerado, sem nenhum tratamento.

FIG.1

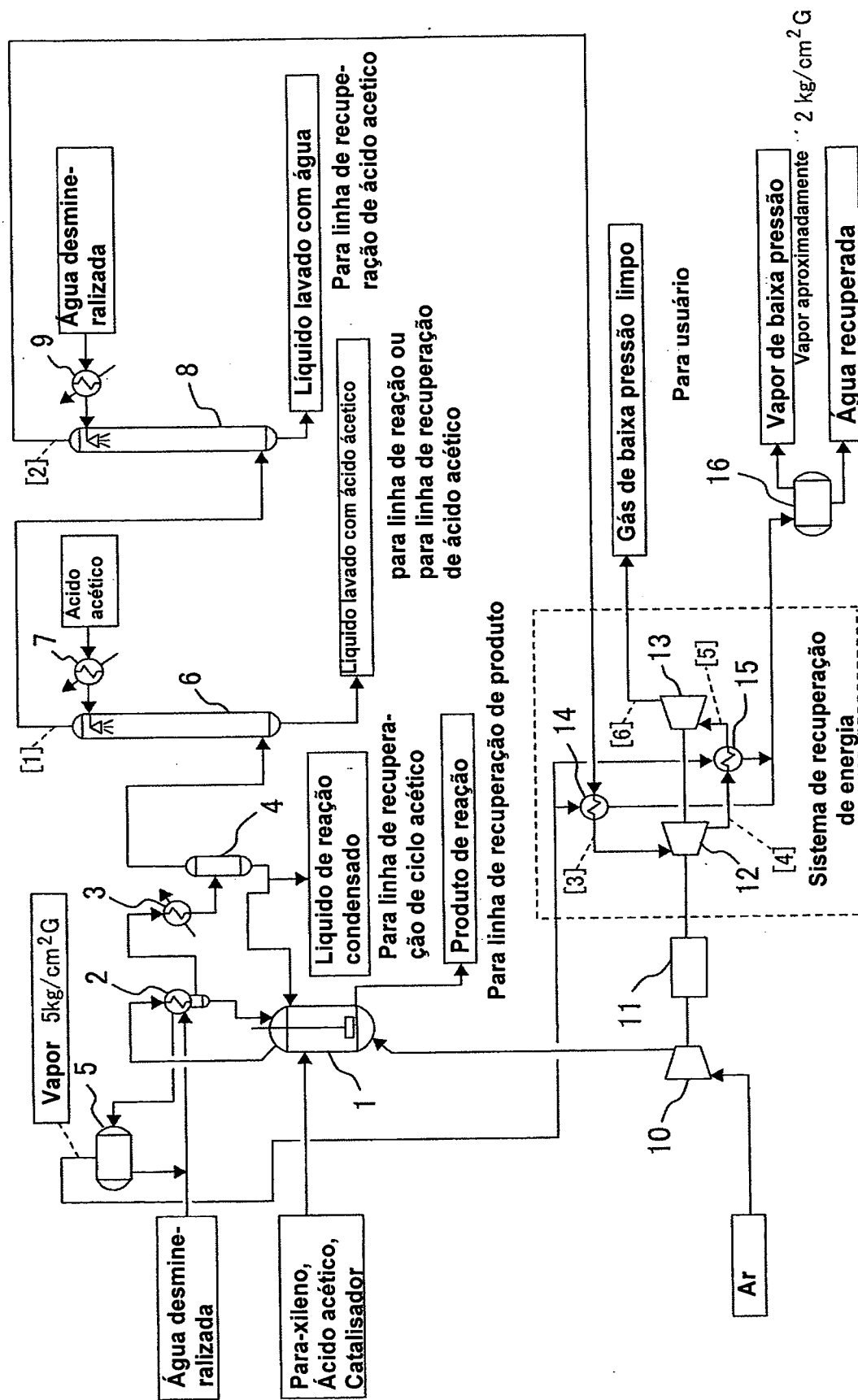


FIG.2

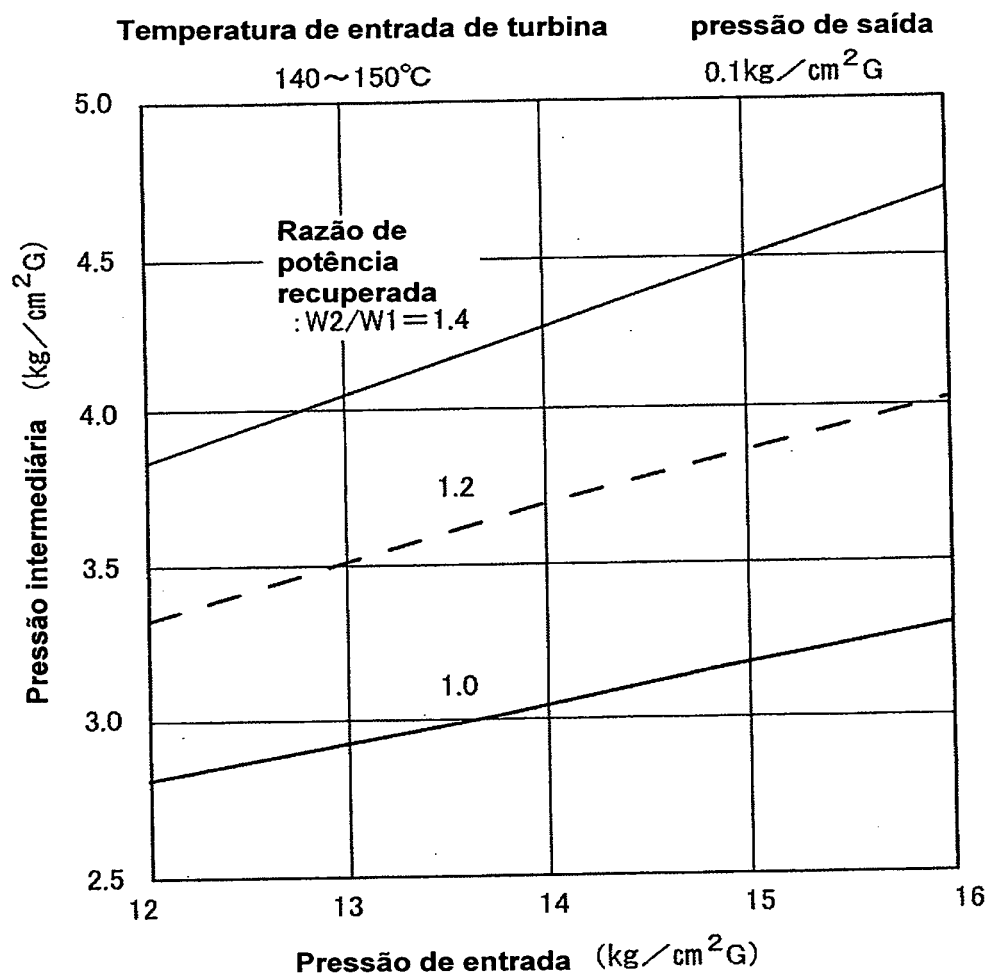
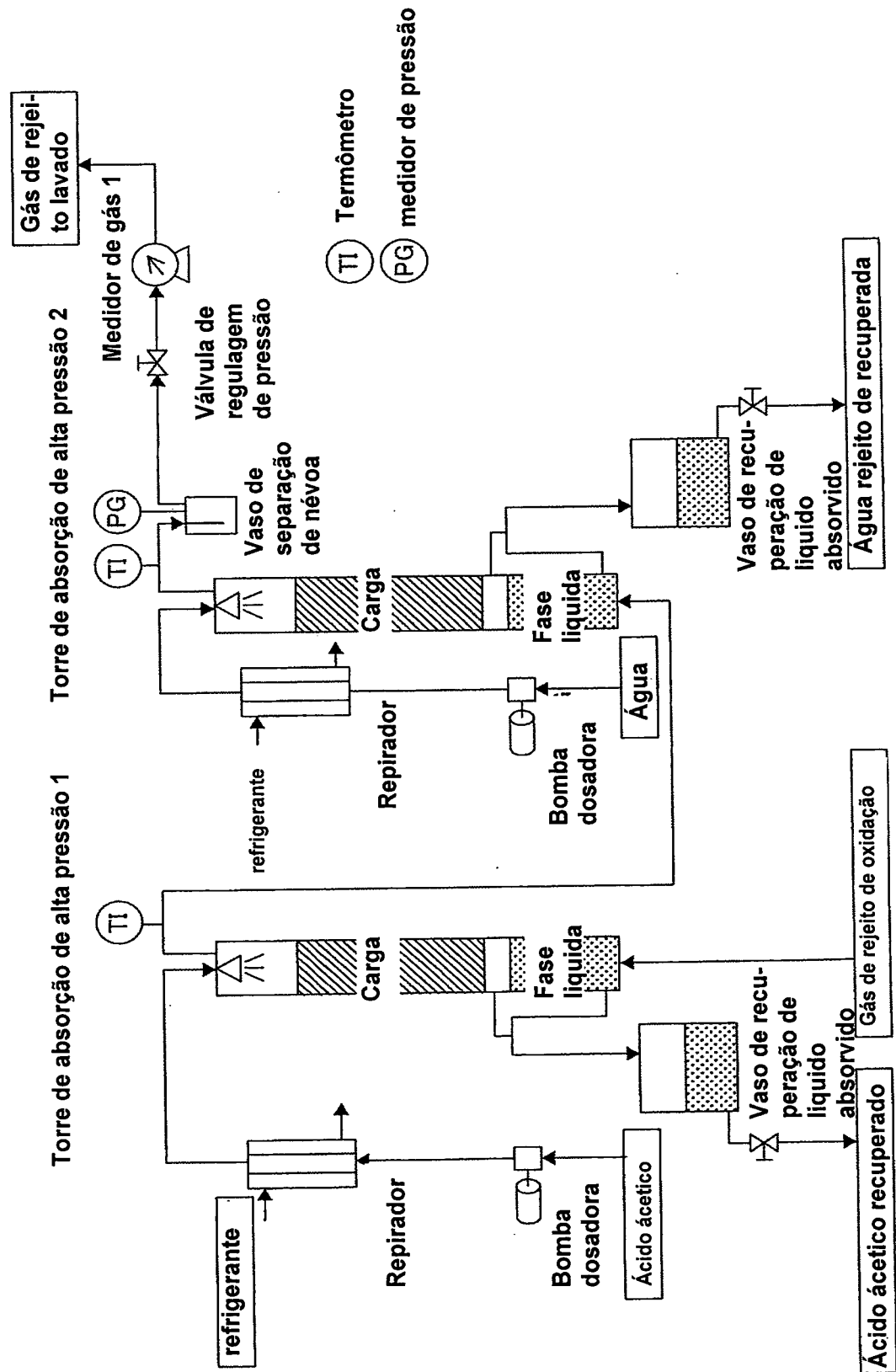


FIG.3



RESUMO

“MÉTODO PARA TRATAR GÁS DE REJEITO DA REAÇÃO DE OXIDAÇÃO EM UM PROCESSO DE PRODUÇÃO DE ÁCIDO DICARBOXÍLICO AROMÁTICO”

5 Um sistema no qual a quantidade de teores do gás residual da reação de oxidação emitidos do processo de produção de ácido dicarboxílico aromático ser reduzida e no qual a pressão mantida pelo gás residual é recuperada como energia potencial em uma faixa de temperatura relativamente baixa ($150 \rightarrow 0^{\circ}\text{C}$); e um sistema unificado com o processo de

10 produção no qual a energia assim recuperada é usada como energia para a compressão de ar para a reação de oxidação e no qual gás residual de baixa pressão ($0,1\text{kg/cm}^2\text{G}$) é usado como um gás de suprimento para processamento, como a secagem ou o transporte, do pó de ácido dicarboxílico produzido. O gás residual da reação de oxidação é tratado primeiramente a

15 40°C , ou menos, pelo uso de uma torre de absorção de alta pressão de acordo com o método de lavagem em dois estágios por ácido acético/água (1) e, a seguir, a pressão mantida pelo gás residual sendo recuperada como energia potencial por meio de uma turbina da expansão de dois estágios com o uso de vapor ($5\text{ kg/cm}^2\text{G}$ de vapor) gerado no momento da reação como fonte de

20 aquecimento (2). Como resultado, a energia recuperada pode ser usada como energia rotativa, e o ponto de condensação do gás residual de baixa pressão torna-se 0°C , perto disso, ou maior, realizando, desse modo a conversão para gás e energia reciclada no processo de produção.