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

(21) PI 0718576-6 A2

(22) Data de Depósito: 26/10/2007
(43) Data da Publicação: 11/03/2014
(RPI 2253)

(51) Int.Cl.:
D21C 11/10
B01D 1/26

(54) Título: MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA EVAPORAÇÃO DE LICOR NEGRO OBTIDO DE UM PROCESSO DE DIGESTÃO DURANTE A PRODUÇÃO DE POLPA DE CELULOSE

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 07/11/2006 SE 0602361-8

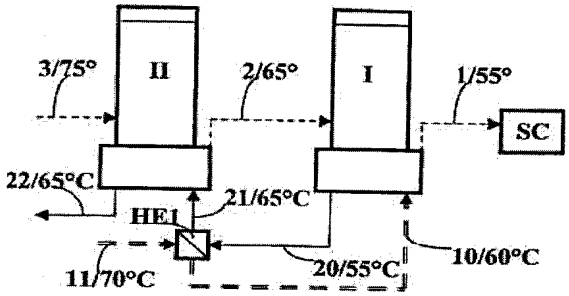
(73) Titular(es): Metso Power AB

(72) Inventor(es): Lars Olausson

(74) Procurador(es): Magnus Aspeby e Claudio Szabas

(86) Pedido Internacional: PCT SE2007050786 de 26/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/057031de 15/05/2008



"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA EVAPORAÇÃO DE LICOR NEGRO OBTIDO DE UM PROCESSO DE DIGESTÃO DURANTE A PRODUÇÃO DE POLPA DE CELULOSE"

A presente invenção se refere a um método para evaporar o licor negro obtido de um processo de digestão durante a produção de polpa de celulose, em que o licor negro é levado para uma linha de evaporação de múltiplos estágios, com pelo menos cinco estágios de evaporação, conforme descrito na introdução da reivindicação 1. A invenção também se refere a um equipamento, conforme especificado na reivindicação 11, em cujo equipamento o método de acordo com a invenção pode ser aplicado.

Estado da Técnica

O principal objetivo da evaporação é de evaporar a água do licor negro, de tal modo que o mesmo possa ser usado como combustível em uma caldeira de soda. Isso deve ser realizado de modo que a menor quantidade possível de vapor fresco seja consumida por quantidade evaporada de água, pelo que a perda de produtos químicos recicláveis da digestão e de substâncias à base de madeira seja a menor possível e ainda que a água evaporada possa ser reutilizada no processo de fabricação da polpa.

É típico que o licor negro proveniente de uma instalação de digestão mantenha um teor de matéria seca de aproximadamente 15%, e um teor de matéria seca maior que 60%, se desejado, antes da combustão. Isso significa que, aproximadamente, 5 toneladas de água por tonelada de matéria seca, devem ser removidas.

O consumo de vapor deve ser mantido o mais baixo possível e, por essa razão, é usado um processo com, pelo menos, cinco estágios de evaporação, no qual o vapor fresco é fornecido somente no final do estágio de evaporação, onde

o licor negro apresenta o mais alto teor de matéria seca. O vapor expelido, o vapor do licor, é depois levado em seqüência através de outros estágios. A redução no consumo de vapor em uma linha de evaporação com cinco estágios será de aproximadamente 75%, relativamente ao caso em que tivesse sido usado apenas um estágio. A redução será de 80% no caso de serem usados seis estágios. A diferença de temperatura é usada de modo máximo para uma eficiente transferência de calor mediante uso do vapor nos estágios, caindo para uma alta pressão negativa no primeiro estágio, onde o licor negro experimenta seu primeiro aumento de nível de matéria seca. Uma pressão negativa é normalmente mantida nos primeiros três ou quatro estágios, de modo que seja possível se obter uma maior parte da evaporação em baixas temperaturas e numa baixa concentração do licor negro. A ebulição do licor negro, assim, ocorre na faixa de temperatura de 50-140ºC nos estágios de evaporação. O licor negro é depois evaporado no final do estágio de evaporação usando diferentes tipos de super-concentradores, de modo a proporcionar níveis de teor de matéria seca acima de 80%, normalmente, com uma etapa de mistura precedente que mistura a cinza da caldeira de soda.

O aquecimento do licor negro antes do mesmo ser levado para os estágios de evaporação pode, algumas vezes, ser realizado, a fim de melhorar a eficiência térmica. O livro, "Lutindunstning och biprodukter" ("Evaporação do Licor e de Subprodutos"), Yrkesbok Y-211, ISBN 91-7322-042-6, publicado pela Federação das Indústrias de Reflorestamento da Suécia, por exemplo, descreve como o licor negro é aquecido em evaporadores Kestner, em um pré-aquecedor em espiral, por meio de vapor que foi expelido do condensado retirado. O licor negro que é submetido à evaporação no Estágio 1 é depois levado através de um primeiro trocador de calor conectado ao Estágio 3, onde o

vapor condensado do Estágio 3 aquece o licor negro e onde o licor negro é posteriormente levado através de um segundo trocador de calor conectado ao Estágio 2, onde o vapor condensado proveniente do Estágio 2 aquece o licor negro em um segundo estágio de aquecimento.

O processo em que um licor evaporado de um pré-vaporizador de condensação é permitido de trocar calor com um licor mais aquecido e mais altamente evaporado de um subseqüente estágio de evaporação entre dois estágios de evaporação é conhecido do documento de patente EP 485375 (equivalente à Patente U.S. No. 4.963.231). Um aumento interno na eficiência da linha de evaporação é pretendida nesse caso, no qual já foi realizado um estágio de evaporação, antes do licor negro ser usado para troca de calor. O objetivo nesse caso é de, ao invés de resfriar e condensar o vapor de baixo valor em um resfriador de água, resfriar o vapor de baixo valor em um pré-vaporizador de condensação pelo licor negro que deve ser submetido à evaporação. O efeito da troca de calor entre os licores é que o licor negro que deve ser submetido à evaporação no estágio seguinte, é aquecido pelo licor aquecido que surge no estágio subseqüente.

Objetivo e Finalidade da Invenção

A presente invenção pretende oferecer uma aperfeiçoada evaporação do licor negro, na qual as seguintes vantagens são obtidas:

- uma melhora na economia de calor, com uma menor exigência de vapor recém-produzido;
- uma melhora na separação do metanol através de resfriamento do licor negro antes da evaporação, a fim de evitar a mistura do vapor instantâneo, o qual é rico em metanol, com o vapor de evaporação, o qual apresenta um baixo teor de metanol em qualquer estágio;

- um reduzido risco de formação de espuma durante a evaporação, mediante a substituição da vaporização instantânea do licor pelo resfriamento do licor negro;
- os primeiros estágios de evaporação ocorrem em um baixo nível de teor de matéria seca e com baixa viscosidade, o que garante condições favoráveis para a transferência de calor durante os primeiros estágios, dessa forma, proporcionando um uso ótimo da superfície de aquecimento instalada;
- recuperação da energia térmica entre o licor negro que é submetido à evaporação e o licor negro parcialmente evaporado, de modo que o calor no licor negro é usado posteriormente na linha de evaporação sem perda do nível de temperatura;
- possibilidade de uma melhoria na separação do sabão dos licores provenientes de matérias-primas coníferas, mediante uma separação sob baixa temperatura e com baixa solubilidade do sabão.

Descrição dos Desenhos

- A figura 1 mostra o conceito básico de acordo com a invenção, implementado entre dois estágios de evaporação;
- A figura 2 mostra a invenção implementada entre três estágios de evaporação;
- A figura 3 mostra a invenção implementada em conexão com um licor misto, em que o licor negro que é submetido à evaporação é levado em um fluxo em de mesmo sentido nos Estágios I e II e em um fluxo em contracorrente nos Estágios III e IV;
- A figura 4 mostra a invenção implementada em um estágio com circulação interna; e
- A figura 5 mostra uma alternativa da invenção com circulação interna no Estágio I.

Descrição Detalhada de Modalidades Preferidas

A figura 1 mostra uma parte de uma instalação para evaporar o licor negro quente obtido de um processo de digestão durante a produção de polpa de celulose, em que o licor negro é levado para uma linha de evaporação de múltiplos estágios, com pelo menos cinco estágios de evaporação.

Cada estágio de evaporação I e II possui, respectivamente, uma linha de suprimento (10) e (21), para o licor negro que mantém um primeiro nível de teor de matéria seca e que deve ser submetido à evaporação, e cada estágio de evaporação possui, respectivamente, uma linha de saída (20) e (22), para o licor negro que foi submetido, pelo menos, à evaporação parcial no estágio de evaporação e que mantém um segundo nível mais alto de teor de matéria seca.

Cada estágio de evaporação é provido de uma linha de suprimento, respectivamente, (3) e (2), para o vapor que mantém uma primeira temperatura de vapor que é usada nos estágios de evaporação, e cada estágio de evaporação é provido de uma linha de saída, respectivamente, (2) e (1), para o vapor que foi usado no estágio de evaporação e que mantém uma segunda temperatura de vapor, mais baixa, após o estágio de evaporação.

A figura mostra dois estágios de evaporação (I) e (II) onde o vapor que é usado é levado em um fluxo através das linhas (3), (2) e (1) e em um fluxo em contracorrente em relação ao fluxo de licor negro, que é levado através das linhas (10), (20), (21) e (22). O vapor expelido e o vapor gerado são condensados de um modo convencional em um condensador de superfície (SC), a partir do qual é obtida água aquecida.

A figura mostra uma primeira unidade trocadora de calor (HE1), conectada a um primeiro estágio de evaporação,

cuja primeira unidade trocadora de calor (HE1) apresenta uma primeira entrada e uma primeira saída para o lado de aquecimento da unidade trocadora de calor, onde a primeira entrada da primeira unidade trocadora de calor é conectada à linha de saída (20) do licor negro proveniente do estágio de evaporação (I) e em que a primeira unidade trocadora de calor apresenta uma segunda entrada, conectada à linha (11) e uma segunda saída conectada à linha (10), na direção do lado de resfriamento da unidade trocadora de calor, em que a segunda entrada (11) da unidade trocadora de calor é conectada ao licor negro quente que ainda não passou através de um processo de evaporação em qualquer estágio de evaporação.

O licor negro quente obtido de um processo de digestão durante a produção de polpa de celulose se submete à evaporação dessa maneira, de modo que o licor negro quente que deve se submeter à evaporação na linha de evaporação é resfriado pelo trocador de calor com o licor negro parcialmente evaporado que foi, pelo menos, parcialmente, evaporado no estágio de evaporação na linha de evaporação.

As temperaturas para o licor negro e vapor para uma suposta aplicação serão apresentadas em seguida pela figura 1, porém, é evidente que outras temperaturas poderão ser válidas em outras aplicações. O licor negro que deve ser submetido à evaporação é levado na linha (11) e mantém uma temperatura de 70ºC antes de alcançar o trocador de calor (HE1). O licor negro que deve ser submetido à evaporação é resfriado nesse trocador de calor de pelo menos 5ºC, preferivelmente, de pelo menos 10ºC, para uma temperatura de 60ºC, contra o licor parcialmente evaporado que é levado na linha (20) e que já participou da evaporação no Estágio (I). O licor parcialmente evaporado, que mantém uma temperatura de aproximadamente 55ºC, é

aquecido em um grau equivalente para uma temperatura de 65ºC, antes de ser levado através da linha (21) para o estágio de evaporação (II). Os fluxos de vapor nas linhas (3), (2) e (1) mantêm temperaturas de 75ºC, 65ºC e 55ºC, respectivamente.

Esse acoplamento permite que a temperatura do licor negro seja reduzida, antes dele ser submetido à evaporação no primeiro estágio, sem que o seu teor de metanol seja liberado demasiadamente cedo e sem o risco de transferência do licor para o condensado através da formação de espuma. A maior parte do processo de evaporação ocorre no primeiro estágio de evaporação, onde a temperatura é mais baixa, ao mesmo tempo em que a viscosidade do licor pode ser mantida em um baixo nível aceitável, mediante o baixo nível existente de teor de matéria seca, dessa forma, garantindo uma alta taxa de transferência de calor.

A figura 2 mostra uma alternativa na qual uma adicional segunda unidade trocadora de calor (HE2) foi conectada entre os estágios de evaporação (II) e (III), mas, que, entretanto, é a mesma que da instalação mostrada na figura 1.

A segunda unidade trocadora de calor (HE2) é conectada a um segundo estágio de evaporação (II), cuja segunda unidade trocadora de calor apresenta uma primeira entrada, conectada à linha (22) e uma primeira saída, conectada à linha (23), na direção do lado de aquecimento da segunda unidade trocadora de calor, em que a primeira entrada da segunda unidade trocadora de calor é conectada à linha de saída (22) do licor negro proveniente do segundo estágio de evaporação (II) (isso não está de precisamente acordo com o descrito na reivindicação 12)), e onde o segundo trocador de calor (HE2) apresenta uma segunda entrada, conectada à linha de licor negro (12) e uma

segunda saída conectada à linha (11), na direção do lado de resfriamento da segunda unidade trocadora de calor, em que a segunda entrada da segunda unidade trocadora de calor é conectada ao licor negro quente que não foi ainda submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação, e em que o licor negro quente que não foi ainda submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação é primeiro levado para o lado de resfriamento da segunda unidade trocadora de calor, antes de ser levado através de uma linha de transferência (11) para o lado de resfriamento da primeira unidade trocadora de calor (HE1).

O licor negro quente que deve ser submetido à evaporação, dessa maneira, é resfriado pelo menos duas vezes no trocador de calor com o licor negro parcialmente evaporado, o qual foi submetido, pelo menos, à evaporação parcial em um primeiro e um segundo estágio de evaporação na linha de evaporação.

A figura 2 mostra que o licor negro é levado diretamente para o Estágio (I). Na prática, o licor negro pode ser levado desde que sua temperatura tenha caído abaixo de 100ºC, em um tanque de licor negro para armazenamento ou para separação do sabão. É preferível que esse armazenamento seja localizado após resfriamento à temperatura de 60ºC (que é a temperatura ótima com relação à solubilidade do sabão), isto é, após o dispositivo resfriador de licor (HE1) e antes do Estágio (I).

A tecnologia pode ser usada em um determinado número de estágios adicionais, mas, na prática, o número máximo de estágios é de 3-6, onde uma terceira unidade trocadora de calor é conectada a um terceiro estágio de evaporação da mesma maneira que a segunda unidade trocadora de calor foi adicionada à instalação da figura 2. A terceira unidade trocadora de calor também possui uma primeira entrada e uma primeira saída para o lado de

aquecimento da terceira unidade trocadora de calor, onde a primeira entrada da terceira unidade trocadora de calor é conectada à linha de saída de licor negro do terceiro estágio de evaporação, e onde a terceira unidade trocadora de calor apresenta uma segunda entrada e uma segunda saída dirigida para o lado de aquecimento da terceira unidade trocadora de calor, e onde a segunda entrada da terceira unidade trocadora de calor é conectada ao licor negro quente que não foi ainda submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação, e onde o licor negro quente que ainda não foi submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação é primeiro levado para o lado de resfriamento da terceira unidade trocadora de calor, antes de ser levado através de linhas de transferência para os lados de resfriamento das segunda e terceira unidades trocadoras de calor.

O licor negro quente que deve ser submetido à evaporação, dessa forma, é resfriado, pelo menos, três vezes no trocador de calor com licor negro parcialmente evaporado, o qual foi submetido, pelo menos, à evaporação parcial em um primeiro, segundo e terceiro estágios de evaporação.

Os primeiro, segundo e, quando importante, terceiro estágios de evaporação, são, preferivelmente, conectados em série na instalação de evaporação, onde o licor negro que deve ser submetido à evaporação nos estágios de evaporação é levado em série do primeiro para o segundo e, adiante, para o terceiro e, possivelmente, também para o quarto estágio de evaporação, através dos lados de aquecimento dos tocadores de calor. O licor negro parcialmente evaporado de um primeiro, segundo e, possivelmente, de um terceiro (ou ainda mais) estágio de evaporação é, desse modo, usado para troca de calor com o licor negro quente, onde o licor negro parcialmente

evaporado experimenta um aumento no nível de teor de matéria seca do primeiro para o segundo estágio de evaporação, e um adicional aumento no nível de teor de matéria seca do segundo para o terceiro estágio de evaporação.

A figura 3 mostra uma alternativa da invenção, na qual o licor negro que deve ser submetido à evaporação é levado para um primeiro trocador de calor, com licor negro parcialmente evaporado no trocador de calor (HE2), que está conectado entre os Estágios (III) e (IV). O licor negro é levado após esse primeiro trocador de calor para um segundo trocador de calor com licor negro parcialmente evaporado no trocador de calor (HE1), conectado entre os Estágios (II) e (III). Os estágios (I) e (II) são acoplados usando uma conexão de fluxo de mesmo sentido (em que o licor negro que deve ser submetido à evaporação apresenta a mesma seqüência de fluxo através do estágio de evaporação que o vapor). O acima disposto é uma ilustração do fato de que o resfriamento do licor não necessita incluir o completo processo de evaporação. É preferível que quaisquer tanques de licor negro que deverão ser usados para a separação do sabão sejam colocados depois de (HE1). Esses tanques podem também ser colocados antes do fluxo do licor, tão logo a temperatura do licor tenha caído para abaixo de 100ºC.

A primeira evaporação do licor negro ocorre no Estágio (II), usando o licor negro que foi primeiro resfriado nos trocadores de calor (HE1) e (HE2), de maneira similar ao mostrado na figura 2. O licor resfriado se submete a um primeiro processo de evaporação no Estágio (II), após o que, o licor negro parcialmente evaporado é levado para o Estágio (I). O licor parcialmente evaporado que passou através dos Estágios (II) e (I) é posteriormente levado para o Estágio (III) através de um preaquecedor (PH) e através do trocador de calor (HE1).

A entrada para o lado de aquecimento do trocador de calor é conectada, na alternativa normal que é mostrada nas figuras 1-3, a uma linha de transferência que transfere o licor negro que foi submetido à evaporação, de um estágio de evaporação anterior para um estágio de evaporação subseqüente. O licor negro parcialmente evaporado que foi removido do fluxo de transporte entre os dois estágios de evaporação, desse modo, é usado para a troca de calor com o licor negro quente.

Numa modalidade alternativa da instalação de evaporação, conforme mostrado na figura 4, uma quantidade parcial do licor negro parcialmente evaporado e aquecido é reciclada no estágio de evaporação por meio de uma linha de reciclagem (21b).

A conexão mostrada na figura 1 pode, em um projeto alternativo, ser combinada com adicionais dispositivos de resfriamento de licor negro, para o aquecimento do licor negro parcialmente pré-evaporado em um fluxo de licor, em um dispositivo resfriador de licor negro. A figura 5 mostra como um fluxo paralelo de licor negro parcialmente evaporado é levado para um dispositivo resfriador de licor (HE1D), e daí, levado de volta para o Estágio (I), juntamente com o fluxo de suprimento para o estágio ou no seu próprio fluxo de suprimento. O licor negro resfriado proveniente de (HE1C) é levado para (HE1D), para posterior resfriamento, antes de ser suprido ao Estágio (I) através da linha (10). É também possível para (HE1D) ser integrado com o estágio.

A instalação de evaporação pode ser também modificada de diversas maneiras, onde o licor negro pode se submeter a alguma forma de pré-evaporação ou tratamento, antes de ocorrer a troca de calor entre o licor negro que foi pelo menos parcialmente submetido à evaporação, em um estágio de evaporação, na linha de evaporação. Isso pode

ocorrer conforme anteriormente, em conexão com a instalação de digestão ou em um estágio de evaporação dentro do processo de evaporação. Esse pretratamento pode ocorrer através de uma redução de pressão ou através de um aumento de viscosidade produzido pela adição do licor negro parcialmente evaporado, este último processo sendo conhecido como "adoçamento". O licor negro quente obtido do processo de digestão pode, dessa forma, ser levado através de pelo menos um dispositivo resfriador, no qual, a água fria resfria o licor negro em um trocador de calor ou através de um tanque de liberação de pressão, ou através de ambos os procedimentos, antes do licor negro quente ser levado para um primeiro trocador de calor, no qual o licor negro parcialmente evaporado é aquecido pelo licor negro quente. O licor negro quente obtido do processo de digestão, desse modo, experimenta pelo menos um estágio de resfriamento antes de se submeter à troca de calor com o licor negro parcialmente evaporado, o qual foi submetido, pelo menos, a uma evaporação parcial, em um estágio de evaporação, na linha de evaporação.

Vantajosamente, a invenção pode ser aplicada de tal modo que o licor negro quente seja resfriado com grande intensidade, de pelo menos 5-10°C, em cada operação de troca de calor com o licor negro parcialmente evaporado, e de tal modo que o licor negro parcialmente evaporado seja aquecido de pelo menos 5-10°C em cada operação de troca de calor com o licor negro quente. Naturalmente, o licor negro pode ser resfriado contra o licor de transporte entre dois estágios e contra o licor de circulação dentro de um estágio.

O trocador de calor na instalação de evaporação, preferivelmente, é um trocador de calor tipo tubo ou um trocador de calor tipo placa, no qual o licor negro quente é levado sobre um lado do trocador de calor e o licor

parcialmente evaporado que passou através de pelo menos um estágio de evaporação é levado sobre o outro lado do trocador de calor. Desse modo, a troca de calor ocorre através de troca de calor indireta em um trocador de calor, sem que esses licores sejam misturados, e o teor de metanol, por exemplo, do licor negro que deve se submeter à evaporação é mantido intacto.

A invenção não está limitada para uso em uma instalação de evaporação em que um total de (*n*) estágios de evaporação estão presentes na linha de evaporação, dispostos em estrito fluxo em contracorrente, onde o vapor que é usado para a evaporação é levado através de linhas de transferência de vapor do estágio de evaporação (*n*) para o estágio de evaporação (*n-1*), etc., e descendentemente para o estágio de evaporação (1), e onde o licor negro quente que deve ser submetido à evaporação é levado em fluxo contracorrente para o fluxo de vapor através de linhas de transferência para o licor negro parcialmente evaporado, do estágio de evaporação (1) para o estágio de evaporação (2), etc., e ascendentemente para o estágio de evaporação (*n*). Entretanto, o uso em um estrito fluxo em contracorrente é vantajoso, uma vez que a primeira evaporação ocorre no nível mais baixo de teor de matéria seca e no nível mais baixo de viscosidade do licor negro, o que garante uma alta taxa de transferência de calor.

A invenção pode ser variada de diversas maneiras dentro da estrutura das reivindicações do presente pedido de patente.

A pressão do licor negro pode, por exemplo, ser reduzida antes do licor ser levado para o primeiro trocador de calor, contra o licor negro parcialmente evaporado. O vapor que é obtido de tal redução na pressão pode, por exemplo, ser misturado com o vapor do licor que é levado entre os estágios de evaporação mais altos na linha de

evaporação: ele pode, por exemplo, ser misturado com o vapor do licor que é levado do estágio (6) para o estágio (5). Se o licor negro que é obtido do processo de digestão for mantido sob pressão e mantiver uma temperatura de, por exemplo, 110ºC, sua pressão poderá ser reduzida para proporcionar uma temperatura de 100-105ºC, onde o vapor da etapa de redução de pressão é misturado com o vapor de licor que mantém uma temperatura equivalente. Entretanto, na modalidade mais vantajosa, o licor negro é levado diretamente da instalação de digestão, por exemplo, na temperatura de 110ºC, através de um ou diversos dispositivos resfriadores de licor, que recuperam o calor do licor negro sem vaporização instantânea. Isso é vantajoso uma vez que a vaporização instantânea envolve o risco de formação de espuma e uma separação de metanol mais fraca.

Cada unidade trocadora de calor em que o licor negro é resfriado contra o licor negro parcialmente evaporado pode ser constituída, também, por uma ou diversas unidades trocadoras de calor acopladas em série ou em paralelo.

As temperaturas que foram especificadas nas figuras 1-3 são exemplos típicos de níveis de temperatura estabelecidos para a implementação da presente invenção.

O termo "licor negro" é usado para indicar o licor negro de um processo de digestão, em que esse licor negro não foi submetido a qualquer estágio de evaporação nos estágios de evaporação da linha de evaporação e que mantém um nível de teor de matéria seca inferior a 30%. Entretanto, o licor negro pode ser previamente submetido a resfriamento, condicionamento ("adoçamento") ou alguma outra forma de evaporação, por exemplo, através de compressão mecânica do vapor ou com outro vapor diferente daquele que ocorre na linha de evaporação com o vapor

recém-produzido ou o vapor de licor que é levado em série através dos estágios de evaporação.

O termo "licor negro parcialmente evaporado" é usado para indicar um licor negro que foi submetido pelo menos a um estágio de evaporação, na linha de evaporação, com o vapor recém-produzido ou vapor de licor que é levado em série através dos estágios de evaporação.

A invenção é particularmente vantajosa para a evaporação de licor negro da digestão de sulfato, e mais ainda vantajosa se a digestão de sulfato for baseada em madeira conífera, principalmente pinho. Esse tipo de madeira contém altos níveis de substâncias extrativas (sabão) que facilmente causam problemas de espumação do licor que não foi submetido à retirada do sabão.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para evaporar licor negro quente obtido de um processo de digestão durante a produção de polpa de celulose, em que o licor negro é levado para uma linha de evaporação de múltiplos estágios, com, pelo menos, cinco estágios de evaporação, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro quente que é para ser submetido à evaporação na linha de evaporação é resfriado por troca de calor com o licor negro parcialmente evaporado que foi, pelo menos, parcialmente evaporado em um estágio de evaporação na linha de evaporação.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro quente é resfriado pelo menos duas vezes mediante troca de calor com o licor negro parcialmente evaporado que foi submetido, pelo menos, à evaporação parcial, em um primeiro e segundo estágios de evaporação na linha de evaporação.

3. Método, de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro quente é resfriado pelo menos três vezes mediante troca de calor com o licor negro parcialmente evaporado que foi submetido, pelo menos, à evaporação parcial em um primeiro, em um segundo e em um terceiro estágio de evaporação.

4. Método, de acordo com as reivindicações 2 ou 3, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro parcialmente evaporado que é usado para troca de calor com o licor negro quente é obtido de um primeiro, um segundo e, possivelmente, também, de um terceiro estágio de evaporação, em que o dito licor negro parcialmente evaporado experimenta um aumento no nível de teor de matéria seca do primeiro para o segundo estágio de evaporação, e um adicional aumento no nível de teor de

matéria seca do segundo para o terceiro estágio de evaporação.

5. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro parcialmente evaporado que é usado para troca de calor com o licor negro quente é retirado de uma circulação interna de um estágio de evaporação.

6. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro parcialmente evaporado que é usado para troca de calor com o licor negro quente é retirado de uma circulação de transporte entre dois estágios de evaporação.

7. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro quente obtido do processo de digestão se submete, pelo menos, a um estágio de resfriamento antes de se submeter à troca de calor com o licor negro parcialmente evaporado que foi submetido, pelo menos, à evaporação parcial, em um estágio de evaporação na linha de evaporação.

8. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro quente é resfriado de, pelo menos, 5-10ºC em cada operação de troca de calor com o licor negro parcialmente evaporado, e em que o licor negro parcialmente evaporado é aquecido de, pelo menos, 5-10ºC em cada operação de troca de calor com o licor negro quente.

9. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a troca de calor ocorre através da troca de calor indireta em um trocador de calor.

10. Método, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que um total de *n* estágios de evaporação estão presentes na

linha de evaporação, dispostos em conexão com um estrito fluxo em contracorrente, onde o vapor que é usado para a evaporação é levado do estágio de evaporação *n* para o estágio de evaporação (*n-1*), etc., e descendentemente para o estágio de evaporação (1), e onde o licor negro quente que deve ser submetido à evaporação é levado em fluxo contracorrente para o fluxo de vapor, do estágio de evaporação (1) para o estágio de evaporação (2), etc., e ascendentemente para o estágio de evaporação *n*.

11. Equipamento para evaporação de licor negro quente obtido de um processo de digestão durante a produção de polpa de celulose, em que o licor negro é levado para uma linha de evaporação de múltiplos estágios, a qual apresenta, pelo menos, cinco estágios de evaporação, onde cada estágio de evaporação apresenta uma linha de suprimento para o licor negro que mantém um primeiro nível de teor de matéria seca e que é para ser submetido à evaporação, e uma linha de saída para o licor negro que foi submetido, pelo menos, à evaporação parcial no estágio de evaporação, e mantém um segundo nível mais alto de teor de matéria seca, e em que o estágio de evaporação é provido de uma linha de suprimento de vapor que mantém uma primeira temperatura de vapor e que é usado no estágio de evaporação, e uma linha de saída de vapor que foi usada no estágio de evaporação e que mantém uma segunda temperatura de vapor mais baixa, **caracterizado** pelo fato de que uma primeira unidade trocadora de calor (HE1) é conectada a um primeiro estágio de evaporação (I), cuja primeira unidade trocadora de calor apresenta uma primeira entrada e uma primeira saída para o lado de aquecimento da unidade trocadora de calor, em que a primeira entrada da primeira unidade trocadora de calor é conectada à linha de saída (20) para o licor negro parcialmente evaporado proveniente do primeiro estágio de evaporação (I) e em que a primeira

saída (21) da primeira unidade trocadora de calor é conectada a uma linha de entrada (21) para o licor negro parcialmente evaporado que é levado para um segundo estágio de evaporação (II), e em que a unidade trocadora de calor apresenta uma segunda entrada (11) e uma segunda saída (10) para o lado de aquecimento da unidade trocadora de calor, em que a segunda entrada da unidade trocadora de calor é conectada ao licor negro quente que não foi ainda submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação, e a segunda saída é conectada à entrada do primeiro estágio de evaporação (I).

12. Equipamento, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** pelo fato de que uma segunda unidade trocadora de calor (HE2) é conectada a um segundo estágio de evaporação (II), cuja segunda unidade trocadora de calor apresenta uma primeira entrada e uma primeira saída conectada ao lado de aquecimento da segunda unidade trocadora de calor, em que a primeira saída da segunda unidade trocadora de calor é conectada à linha de saída (22) para o licor negro parcialmente evaporado proveniente do segundo estágio de evaporação (II), e em que a primeira saída (23) do segundo trocador de calor é conectada a uma linha de entrada (23) para o licor negro parcialmente evaporado que é levado para um terceiro estágio de evaporação (III), e em que o segundo trocador de calor apresenta uma segunda entrada (12) e uma segunda saída (11) para o lado de resfriamento da segunda unidade trocadora de calor, em que a segunda entrada para a segunda unidade trocadora de calor é conectada ao licor negro quente que ainda não foi submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação, e em que licor negro quente que ainda não foi submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação é primeiro levado para o lado de resfriamento da segunda unidade trocadora de calor antes de ser levado através da

segunda saída e através de uma linha de transferência (11) para o lado de resfriamento da primeira unidade trocadora de calor (HE1).

13. Equipamento, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado** pelo fato de que uma terceira unidade trocadora de calor é conectada a um terceiro estágio de evaporação, cuja terceira unidade trocadora de calor apresenta uma primeira entrada e uma primeira saída para o lado de aquecimento da terceira unidade trocadora de calor, em que a primeira entrada da terceira unidade trocadora de calor é conectada à linha de saída para o licor negro proveniente do terceiro estágio de evaporação e em que a primeira saída da terceira unidade trocadora de calor é conectada a uma linha de entrada para o licor negro parcialmente evaporado que é levado para um terceiro estágio de evaporação (IV), e em que o terceiro trocador de calor apresenta uma segunda entrada e uma segunda saída para o lado de resfriamento do terceiro trocador de calor, em que a segunda entrada da terceira unidade trocadora de calor é conectada ao licor negro quente que ainda não foi submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação e em que o licor negro quente que ainda não foi submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação é primeiro levado para o lado de resfriamento da terceira unidade trocadora de calor, antes de ser levado através de linhas de transferência para os lados de resfriamento das primeira e segunda unidades trocadoras de calor, na ordem descrita.

14. Equipamento, de acordo com as reivindicações 12 ou 13, **caracterizado** pelo fato de que o primeiro (I), o segundo (II) e, quando importante, o terceiro estágio de evaporação (III) são conectados em série, em que o licor negro que é para ser submetido à evaporação nos estágios de evaporação é levado em série do primeiro para o segundo e, subseqüentemente, para o terceiro estágio de evaporação e,

possivelmente, após isso, adiante para um quarto estágio de evaporação através dos lados de aquecimento dos trocadores de calor.

15. Equipamento, de acordo com quaisquer das reivindicações anteriores, **caracterizado** pelo fato de que a entrada e a saída no lado de aquecimento do trocador de calor são conectadas a uma linha de circulação em um estágio de evaporação, cuja circulação interna recicla o licor negro parcialmente evaporado ao longo do estágio de evaporação com a linha de reciclagem (21b).

16. Equipamento, de acordo com quaisquer das reivindicações 11 a 14, **caracterizado** pelo fato de que a entrada para o lado de aquecimento do trocador de calor é conectada a uma linha de transferência que transfere o licor negro que foi submetido à evaporação de um estágio de evaporação precedente para um estágio de evaporação subseqüente.

17. Equipamento, de acordo com quaisquer das reivindicações 11 a 16, **caracterizado** pelo fato de que o licor negro quente que é obtido do processo de digestão é levado através de, pelo menos, um dispositivo resfriador ou um tanque de liberação de pressão, ou ambos, antes do licor negro quente ser levado para um primeiro trocador de calor (HE1), no qual o licor parcialmente evaporado é aquecido pelo licor negro quente.

18. Equipamento, de acordo com quaisquer das reivindicações 11 a 17, **caracterizado** pelo fato de que o trocador de calor é um trocador de calor tipo tubo ou um trocador de calor tipo placa, em que o licor negro quente que não foi ainda submetido à evaporação em qualquer estágio de evaporação é levado sobre um lado do trocador de calor e o licor parcialmente evaporado que passou, pelo menos, em um estágio de evaporação é levado sobre o outro lado do trocador de calor.

19. Equipamento, de acordo com quaisquer das reivindicações 11 a 18, **caracterizado** pelo fato de que um total de *n* estágios de evaporação estão presentes na linha de evaporação, dispostos em conexão com um estrito fluxo em contracorrente, onde o vapor que é usado para a evaporação é levado através de linhas de transferência de vapor do estágio de evaporação *n* para o estágio de evaporação (*n-1*), etc., e descendentemente para o estágio de evaporação (1), e onde o licor negro quente que deve ser submetido à evaporação é levado em fluxo contracorrente para o fluxo de vapor, através de linhas de transferência para o licor negro parcialmente evaporado, do estágio de evaporação (1) para o estágio de evaporação (2), etc., e ascendentemente para o estágio de evaporação *n*.

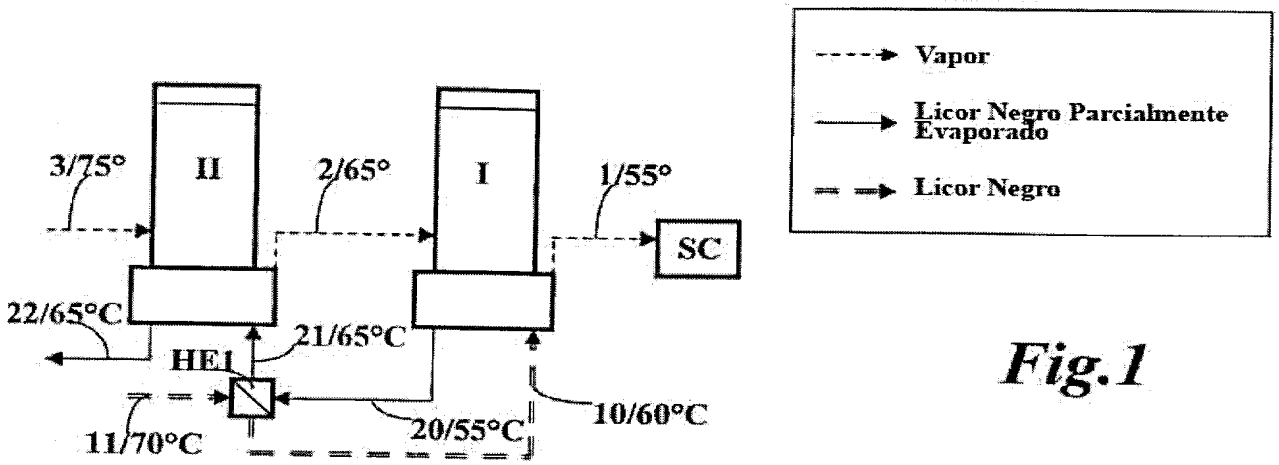


Fig.1

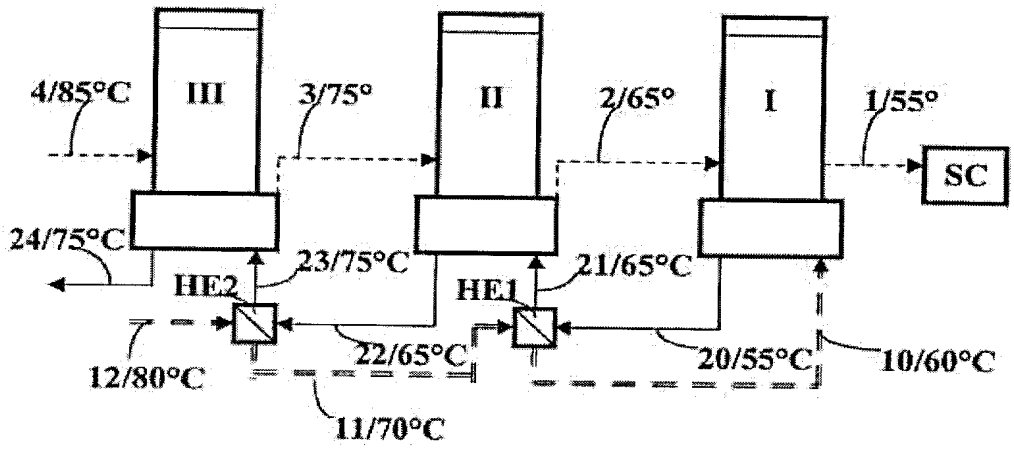


Fig.2

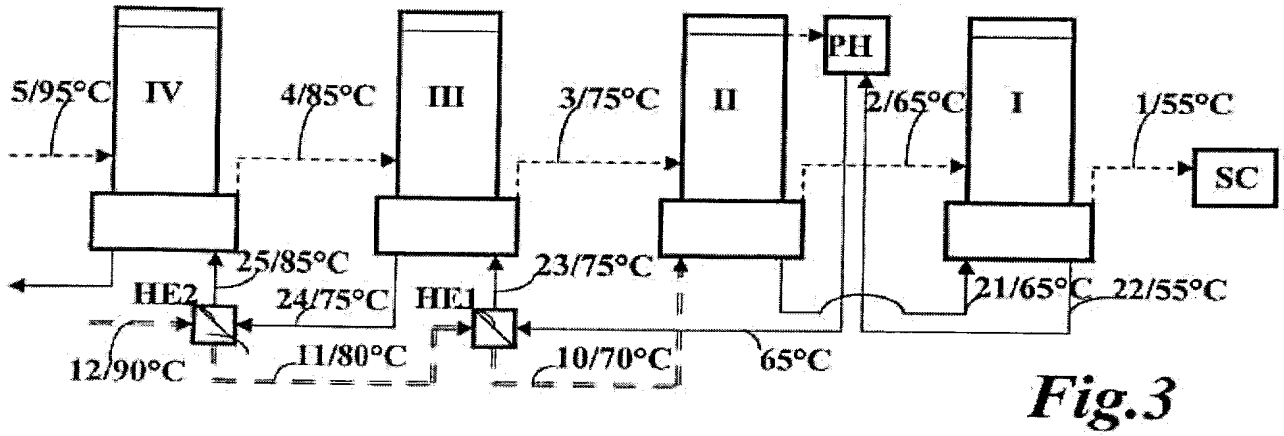


Fig.3

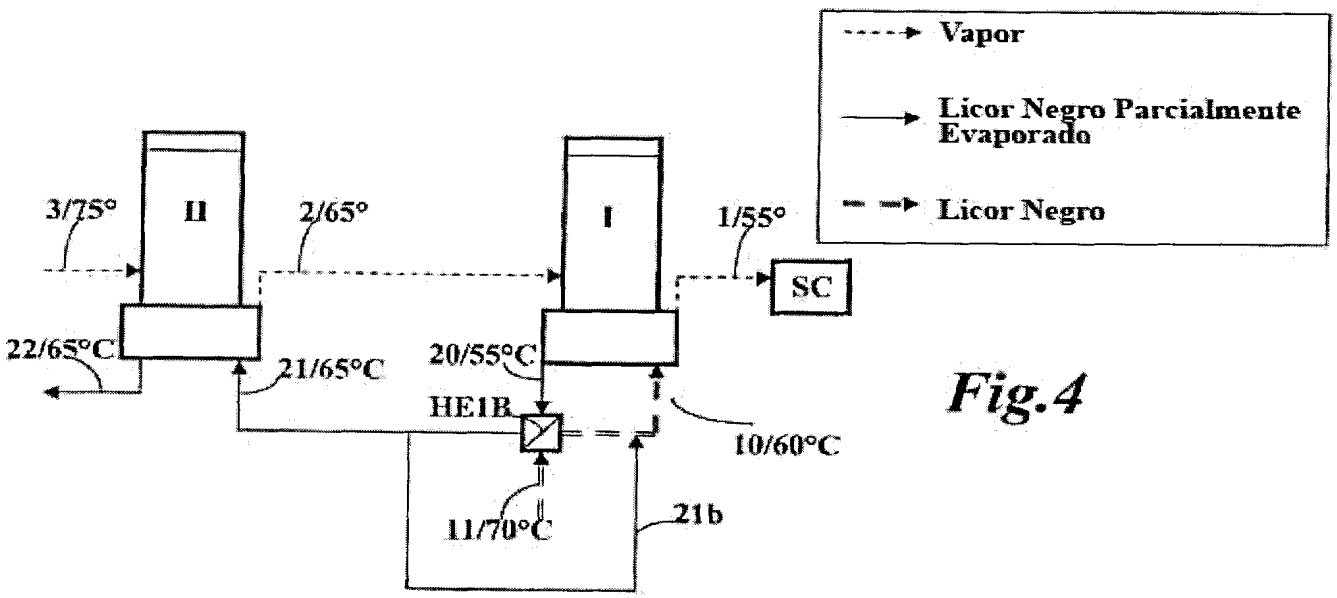

Vapor
Licor Negro Parcialmente Evaporado
Licor Negro
3/75°
II
2/65°
I
1/55°
SC
22/65°C
21/65°C
20/55°C
HE1B
10/60°C
11/70°C
21b

Fig.4

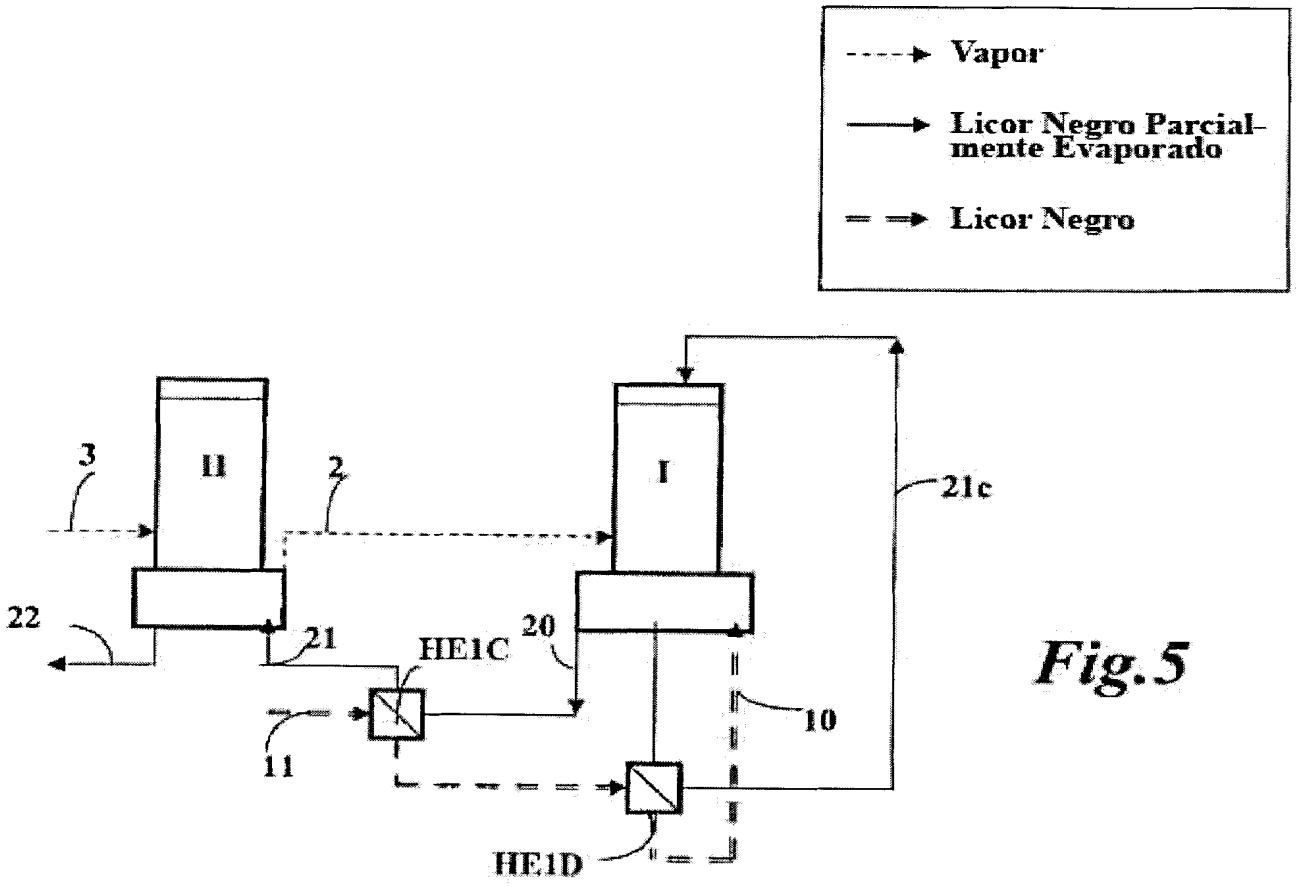

Vapor
Licor Negro Parcial-mente Evaporado
Licor Negro
II
I
3
2
21c
22
21
HE1C
20
10
11
HE1D

Fig.5

RESUMO

"MÉTODO E EQUIPAMENTO PARA EVAPORAÇÃO DE LICOR NEGRO OBTIDO DE UM PROCESSO DE DIGESTÃO DURANTE A PRODUÇÃO DE POLPA DE CELULOSE"

A presente invenção se refere a um método e equipamento para a evaporação de licor negro obtido de um processo de digestão durante a produção de polpa de celulose, em que o licor negro é levado para uma linha de evaporação de múltiplos estágios, compreendendo, pelo menos, cinco estágios de evaporação.

De acordo com a invenção, o licor negro (11, 10) que é para ser submetido à evaporação na linha de evaporação, é resfriado, pelo menos, em um processo de troca de calor em um trocador de calor (HE1) contra um licor negro parcialmente evaporado (20, 21), o qual foi submetido à evaporação em pelo menos um estágio (I). O licor negro que é para ser submetido à evaporação é resfriado e o licor negro parcialmente evaporado é aquecido de pelo menos 5-10ºC.

O risco de formação de espuma é reduzido através da presente invenção, como é também na fase de separação do metanol. A maior parte do processo de evaporação ocorre sob baixa temperatura e no nível mais baixo de teor de matéria seca no licor, também suprimindo a incrustação nesse estágio.