



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

(11) PI 0515295-0 B1



(22) Data do Depósito: 17/08/2005

(45) Data de Concessão: 24/04/2019

(54) Título: MÉTODO E SISTEMA PARA O PROCESSAMENTO DE GÁS NATURAL LIQUEFEITO

(51) Int.Cl.: F25J 3/00; F17C 9/02.

(30) Prioridade Unionista: 14/09/2004 US 60/609,629.

(73) Titular(es): EXXONMOBIL UPSTREAM RESEARCH COMPANY.

(72) Inventor(es): ROBERT D. DENTON; RUSSELL H. OELFKE; ALLEN E. BRIMM.

(86) Pedido PCT: PCT US2005029287 de 17/08/2005

(87) Publicação PCT: WO 2006/031362 de 23/03/2006

(85) Data do Início da Fase Nacional: 14/03/2007

(57) Resumo: MÉTODO E SISTEMA PARA O PROCESSAMENTO DE GÁS NATURAL LIQUEFEITO São apresentados métodos e sistemas para a recuperação de líquidos de gás natural (LGN) e um gás vendável rico em metano de gás natural Liquefeito (GNL). Em certas realizações, o GNL passa através de um trocador de calor, dessa forma aquecendo ou vaporizando pelo menos uma porção do GNL. O GNL parcialmente vaporizado passa por uma coluna de fracionamento, onde são retiradas uma corrente líquida rica em etano e adicionalmente, uma corrente de vapor rica em metano. A corrente de vapor rica em metano retirada passa através do trocador de calor para condensar o vapor e produzir uma corrente em duas fases, que é separada em um separador, em pelo menos uma porção líquida rica em metano e uma porção gasosa rica em metano. Uma bomba pressuriza a porção líquida rica em metano antes da vaporização e descarga para uma tubulação. A porção gasosa rica em metano poderá ser comprimida e combinada com a porção líquida rica em metano ou utilizada como um combustível no local da instalação.

“MÉTODO E SISTEMA PARA O PROCESSAMENTO DE GÁS NATURAL LIQUEFEITO”

Referência cruzada com solicitações relacionadas

[0001] Esta solicitação reivindica o benefício da solicitação provisória americana número 60/609.629, depositada em 14 de setembro de 2004.

FUNDAMENTOS

CAMPO DA INVENÇÃO

[0002] As realizações da invenção geralmente se referem a sistemas e métodos de processamento de hidrocarbonetos. Mais especificamente, as realizações da invenção se referem à recuperação de líquidos de gás natural e a um gás vendável pressurizado rico em metano de gás natural liquefeito.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA RELACIONADA

[0003] O gás natural é comumente recuperado em áreas remotas onde a produção de gás natural excede a demanda dentro de uma faixa onde é viável o transporte através de uma tubulação de gás natural. Assim sendo, a conversão da corrente de gás natural vaporizado em uma corrente de gás natural liquefeito (GNL) faz com que seja econômico o transporte do gás natural, especialmente em tanques de GNL, para terminais apropriados de estocagem e manuseio de GNL onde existe uma demanda aumentada de mercado. O GNL pode então ser re-evaporado e utilizado como um combustível gasoso para transmissão através de tubulações de gás natural para os consumidores.

[0004] O GNL consiste principalmente de componentes de hidrocarbonetos saturados, tais como metano, etano, propano, butano, etc. Adicionalmente, o GNL poderá conter quantidades em traços de nitrogênio, dióxido de carbono, e sulfeto de hidrogênio. A separação do GNL produz uma fração gasosa da qualidade de tubulação, principalmente de metano, e que atende às especificações da tubulação, e uma fração de hidrocarbonetos líquida menos volátil conhecida como líquidos de gás natural (LGN). O LGN inclui etano, propano, butano, e pequenas quantidades de outros hidrocarbonetos pesados. Dependendo das condições de mercado, poderá ser desejável recuperar-se o LGN, por que os seus componentes poderão ter um

valor mais elevado como produtos líquidos, onde eles são utilizados como matérias-primas petroquímicas, em comparação com o seu valor como gás combustível.

[0005] Existem atualmente várias técnicas para a separação de metano do LGN durante o processamento do GNL. Informação relacionada com a recuperação de líquidos de gás natural e/ou a re-evaporação de GNL podem ser encontradas em: Yang, C.C. et al., "Cost effective design reduces C2 and C3 at GNL receiving terminals," Oil and Gas Journal, 26 de maio de 2003, pg 50 - 53; US 2005/0155381 A1; US 2003/158458 A1; GB 1 150 798;FR 2 804 751 A; US 2002/029585; GB 1 008 394 A; US 3.446.029; e S. Huang, et al, "Select the Optimum Extraction Method for GNL Regasification", Hydrocarbon Processing, vol 83, julho de 2004, pg 57 - 62.

[0006] No entanto, existe uma necessidade por sistemas e métodos de processamento de GNL que aumentem a eficiência, quando separando o LGN de uma corrente gasosa rica em metano. Existe uma necessidade adicional por sistemas e métodos de processamento de GNL que permita a separação seletiva do GNL por uma rota que vaporize ambos o metano e o etano e produtos maiores contidos dentro do GNL.

SUMÁRIO

[0007] As realizações da invenção geralmente se referem a métodos e sistemas para a recuperação de líquidos de gás natural (LGN) e a um gás vendável pressurizado rico em metano de gás natural liquefeito (GNL). Em certas realizações, o GNL passa através de um trocador de calor, dessa forma aquecendo e vaporizando pelo menos uma porção do GNL. O GNL parcialmente vaporizado passa para uma coluna de fracionamento onde são retiradas uma corrente líquida enriquecida com etano e produtos maiores e uma corrente de vapor rica em metano. A corrente de vapor rica em metano retirada passa através do trocador de calor para condensar o vapor e produzir uma corrente em duas fases, que é separada em um separador em pelo menos uma porção líquida rica em metano e uma porção gasosa rica em metano. Uma bomba pressuriza a porção líquida rica em metano antes da vaporização e encaminhamento para uma tubulação. A porção gasosa rica em metano poderá ser comprimida e combinada com a porção líquida rica em metano

vaporizada, ou ser utilizada como um combustível no local da instalação.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0008] São mostrados aspectos das realizações específicas da invenção no seguinte desenho:

[0009] A figura 1 é um fluxograma de um sistema de processamento para gás natural liquefeito.

DESCRIÇÃO DETALHADA

[0010] Introdução e Definições

[0011] Será agora apresentada uma descrição detalhada. Cada uma das reivindicações anexas define uma invenção separada, a qual, para fins de infração, é reconhecida como incluindo equivalentes aos vários elementos ou limitações especificados nas reivindicações. Dependendo do contexto, todas as referências abaixo relativas à "invenção" poderão, em alguns casos, referir-se somente a certas realizações específicas. Em outros casos, será visto que as referências à "invenção" se referem a um assunto citado em uma ou mais, mas não necessariamente, em todas as reivindicações. Cada uma das invenções será agora descrita em maiores detalhes abaixo, incluindo as realizações específicas, versões e exemplos, mas as invenções não são limitadas a estas realizações, versões ou exemplos, que são incluídos para permitir que uma pessoa tendo conhecimento normal na técnica produza e utilize as invenções, quando a informação nesta patente é combinada com informação e tecnologia disponíveis. Vários termos, conforme utilizado aqui, são definidos abaixo. Se um termo usado em uma reivindicação não é definido abaixo, deve-se considerar a definição mais ampla que pessoas na técnica pertinente tenham dado àquele termo, conforme refletido em uma ou mais publicações impressas ou patentes emitidas.

[0012] O termo "trocador de calor", largamente significa qualquer dispositivo capaz de transferir calor de um meio para outro meio, incluindo especialmente qualquer estrutura, como por exemplo, um dispositivo comumente referido como um trocador de calor. Assim sendo, o trocador de calor poderá ser um trocador de calor de placa-e-estrutura, carcaça-e-tubos, em espiral, "grampo de cabelo", núcleo,

núcleo-e-carcaça, tubo duplo, ou qualquer outro tipo conhecido de trocador de calor. De preferência, o trocador de calor é um tipo com aletas de alumínio soldadas.

[0013] O termo "sistema de fracionamento" significa qualquer estrutura que tenha uma ou mais colunas de destilação, como por exemplo, uma coluna aquecida contendo bandejas e/ou recheio aleatório ou estruturado, para produzir o contato entre os líquidos descendo e os vapores subindo na coluna. O sistema de fracionamento poderá incluir uma ou mais colunas para a recuperação de LGN, o qual poderá ser processado em uma ou mais colunas de fracionamento adicionais para a separação de LGN em produtos separados incluindo frações de metano, propano e butano e maiores.

[0014] O termo "gás natural liquefeito" (GNL) significa gás natural de um poço de petróleo (gás associado) ou de um poço de gás (gás não associado) que está na forma líquida, como por exemplo, que sofreu alguma forma de liquefação. Em geral, o GNL contém metano (C_1) como o componente mais importante, juntamente com componentes menores, tais como etano (C_2) e hidrocarbonetos e contaminantes maiores, tais como dióxido de carbono, sulfeto de hidrogênio, e nitrogênio. Por exemplo, a concentração típica de C_1 em GNL (antes da remoção de etano) é entre cerca de 87% e 92%, e a concentração típica de C_2 no GNL é entre cerca de 4% e 12%.

[0015] O termo "rico em metano" refere-se amplamente a qualquer corrente de vapor ou líquida, como por exemplo, após o fracionamento do qual quantidades de etano e maiores foram recuperadas. Assim sendo, uma corrente rica em metano tem uma concentração maior de C_1 do que a concentração de C_1 em GNL. De preferência, o aumento de concentração de C_1 é decorrente da remoção de pelo menos 95% do etano no GNL e a remoção substancialmente de todo o propano e produtos maiores.

[0016] Os termos "líquidos de gás natural" (LGN) e "etano e produtos maiores" (C_{2+}) refere-se amplamente a hidrocarbonetos tendo dois ou mais carbonos, tais como metano, propano, butano e possivelmente pequenas quantidades de pentano ou hidrocarbonetos maiores. De preferência, o LGN tem uma concentração de

metano de 0,5 moles % ou menos.

[0017] O termo "combustível do local da instalação" refere-se a um combustível requerido para funcionar e operar uma instalação, que poderá incluir um sistema para o processamento de GNL conforme descrito aqui. Por exemplo, a quantidade de combustível no local da instalação poderá ser de aproximadamente 1% de um gás de consumo produzido pelo sistema.

[0018] Descrição de Realizações Específicas

[0019] Em certas realizações, um método para o processamento de gás natural liquefeito (GNL) inclui a passagem de GNL através de um trocador de calor para produzir GNL aquecido, o fracionamento do GNL aquecido em uma corrente de vapor rica em metano e uma corrente de líquidos de gás natural (LGN), a passagem da corrente de vapor rica em metano através do trocador de calor para transferir calor da corrente de vapor rica em metano para o GNL de passagem através do trocador de calor e para produzir uma corrente em duas fases, que inclui uma fase líquida rica em metano e uma fase de vapor rica em metano, a separação da corrente de duas fases em pelo menos uma porção líquida rica em metano e uma porção gasosa rica em metano, o aumento da pressão da porção líquida rica em metano para produzir uma corrente líquida extraída e a recuperação da corrente líquida extraída para produzir um gás vendável para encaminhamento para uma tubulação.

[0020] Em outras realizações, um sistema para o processamento de gás natural liquefeito (GNL) inclui um trocador de calor, uma linha de entrada de GNL em comunicação fluida como uma fonte de GNL e o trocador de calor, configurado de tal forma que o GNL é capaz de passar através da linha de entrada de GNL e do trocador de calor, um sistema de fracionamento em comunicação fluida com o trocador de calor, o sistema de fracionamento tendo uma primeira saída para uma corrente de vapor rica em metano e uma segunda saída para uma corrente de líquidos de gás natural (LGN), um separador líquido-vapor, uma linha de condensação ligada de forma fluida com a primeira saída do sistema de fracionamento e com o separador líquido-vapor, a linha de condensação passando

através do trocador de calor, configurado de tal forma que o calor da corrente de vapor rica em metano é transferido para qualquer GNL que passe através do trocador de calor, uma bomba tendo uma entrada em comunicação fluida com um líquido recuperado no separador vapor-líquido, e um vaporizador em comunicação fluida com uma saída da bomba e uma tubulação para o encaminhamento do gás vendável.

[0021] Em outras realizações, um método para o processamento de gás natural liquefeito (GNL) inclui (a) a produção de líquidos de gás natural contendo GNL (LGN), (b) o aumento da pressão do GNL para uma primeira pressão, para produzir GNL pressurizado, (c) a passagem do GNL pressurizado através de um trocador de calor para aquecer o GNL e produzir GNL aquecido, (d) a passagem do GNL aquecido para um sistema de separação que produz uma corrente de vapor rico em metano e uma corrente de LGN, (e) a passagem da corrente de vapor rica em metano produzida pelo sistema de separação através do trocador de calor, para produzir uma corrente em duas fases que inclui uma fase líquida e uma fase vapor, (f) a separação da corrente de duas fases em pelo menos uma porção líquida e uma porção gasosa, (g) o aumento da pressão da porção líquida produzida pela corrente de vapor rica em metano passando através do trocador de calor para uma segunda pressão que é maior do que a primeira pressão, para produzir uma porção de líquido pressurizado (h) a vaporização de pelo menos uma porção da porção líquida pressurizada sem a remoção adicional do componente de etano e maiores, para produzir um gás de alta pressão rico em metano.

DESCRIÇÃO DAS REALIZAÇÕES MOSTRADAS NO DESENHO

[0022] A figura 1 ilustra um exemplo de um ou mais métodos e sistemas para o processamento de GNL. As linhas sólidas na figura 1 ligando os vários componentes representam correntes de hidrocarbonetos, como por exemplo, o escoamento de composições de GNL ou de LGN contidas dentro de um duto, como por exemplo, um tubo. Estruturas, tais como flanges e válvulas não são mostrados, mas no entanto, são consideradas como sendo parte do sistema. Cada corrente poderá ser uma composição líquida, ou gasosa, ou de duas fases, conforme possa ser o caso. As

setas indicam a direção do fluxo da corrente respectiva. Linhas tracejadas indicam correntes alternativas ou adicionais.

[0023] Um sistema de processamento de GNL 100 inclui um suprimento de GNL 101, um trocador de calor primário 122, uma coluna de fracionamento 128, e um separador de saída 144. O suprimento de GNL 101 é alimentado para um tanque de GNL 102 onde uma corrente de vapor de saída 104 do tanque de GNL 102 é comprimida através de um compressor de alimentação 106 e uma corrente de GNL líquido 108 do tanque de GNL 102 tem a pressão aumentada através de uma bomba de alimentação preliminar 110 antes da mistura em um misturador da alimentação 111 onde o vapor vaporizado é condensado para produzir uma corrente de alimentação líquida de GNL de uma só fase 112. A corrente de alimentação líquida de GNL 112 passa para uma bomba principal de alimentação 114 para aumentar a pressão da corrente de alimentação líquida de GNL 112 para uma pressão de operação desejada que depende de vários fatores, como por exemplo, os parâmetros de operação da coluna de fracionamento 128 e a composição desejada do LGN a ser recuperado. A descarga da bomba 114 cria uma corrente de alimentação pressurizada 116. De preferência, a pressão de operação da corrente de alimentação pressurizada 116 é então de aproximadamente 500 e 600 psia (3,45 e 4,14 MPa abs.). Alternativamente, a pressão de operação poderá variar de tão baixa quanto 200, ou 300, ou 400 psia (1, ou 2, ou 3 MPa abs) a tão alta quanto 700, ou 800, ou 900 psia (5, ou 6 ou 6,2 MPa abs). Em algumas aplicações, o suprimento de GNL 101 está em uma pressão de operação suficiente, de tal forma que o suprimento de GNL 101 é alimentado para o trocador de calor 122 sem requerer aumento na pressão. Uma porção da corrente de alimentação pressurizada 116 poderá ser separada para produzir uma corrente de refluxo 118 que produz um refluxo externo para a coluna de fracionamento 128.

[0024] A corrente de alimentação pressurizada 116 alimenta o trocador de calor primário 122 onde a corrente de alimentação pressurizada 116 é aquecida e vaporizada parcialmente ou totalmente. A corrente de alimentação pressurizada 116, de preferência, está em uma temperatura em torno de - 250 ° F (-157 ° C) antes de

entrar no trocador de calor primário 122. A corrente de alimentação 116 passa através do trocador de calor primário 122, e então ela poderá também passar através de um suprimento externo de calor 124, como por exemplo, um vaporizador opcional de alimentação, que produz aquecimento adicional. Em uma característica vantajosa especial, o suprimento externo de calor 124 pode produzir uma modulação de temperatura antes da alimentação da corrente de GNL para um separador desmetanizador 126 como uma corrente de alimentação aquecida 125 em uma temperatura que, de preferência, é de aproximadamente, -120°F (-84°C), mas alternativamente pode variar de tão baixa quanto -160°F (-107°C), ou -150°F (-101°C), ou -140°F (-96°C), até tão alta quanto -110°F (-79°C), ou -100°F (-73°C), ou -90°F (-68°C). O separador desmetanizador 126, de preferência, é uma coluna de fracionamento, e poderá ser omitido, combinado com ou ser uma parte integral da coluna de fracionamento 128 em algumas realizações, como por exemplo, para formar um sistema de fracionamento. O separador desmetanizador 126 produz a separação da corrente de alimentação aquecida 125 em uma fase gasosa que forma uma corrente de vapor rica em metano 136 e uma fase líquida que forma uma corrente de alimentação da coluna de fracionamento 127. A corrente de alimentação da coluna de fracionamento 127 entra na coluna de fracionamento 128 e é fracionada em uma corrente de topo rica em metano 134 e uma corrente de LGN 132. Um refeedor 130 para a coluna de fracionamento 128 adiciona calor, para facilitar as operações de destilação e o aumento da remoção de metano do LGN. O refeedor 130 poderá adicionar calor através de um ou mais vaporizadores de combustão submersos ou um sistema de aquecimento isolado.

[0025] A corrente de topo rica em metano 134 da coluna de fracionamento 128 é misturada com a corrente de vapor rica em metano 136 no misturador de vapor 138 para produzir uma corrente de vapor rica em metano combinada 140. A corrente de vapor 140 passa através do trocador de calor primário 122 onde a corrente de vapor 140 troca calor com a corrente de alimentação 116, dessa forma utilizando efetivamente o potencial de refrigeração do suprimento de GNL 101 que de preferência, está em uma temperatura de aproximadamente -250°F (-157°C)

antes de entrar no trocador de calor, mas poderá também estar em qualquer temperatura desejável, como por exemplo, variando de tão elevada quanto -225°F (-143°C), ou -200°F (-129°C) até tão baixa quanto -275°F (-170°C). Em pelo menos uma característica vantajosa, a corrente de vapor 140 não é comprimida antes de ser passada através do trocador de calor primário 122 para aumentar a eficiência no sistema 100, baseado na premissa de que a compressão de gás requer mais energia do que o bombeamento de líquido. Assim sendo, a compressão da corrente de vapor 140 antes da condensação da corrente de vapor 140 no trocador de calor primário 122 requer mais energia do que a energia consumida pelo sistema 100 mostrado na figura 1. A corrente de vapor 140 é parcialmente condensada no trocador de calor 122 e sai do trocador de calor 122 como uma corrente de duas fases 142. De preferência, pelo menos 85% da corrente de vapor 140 é condensada em um líquido no trocador de calor 122; mais de preferência, pelo menos 90% da corrente de vapor 140 é condensada em um líquido no trocador de calor 122; e mais de preferência, pelo menos 95% da corrente de vapor 140 é condensada em um líquido no trocador de calor 122. Mesmo se as condições de serviço parecem permitir que a maior parte do vapor seja condensada, normalmente será desejável deixar-se algum vapor residual. O compressor, como por exemplo, o compressor 158 discutido abaixo, deve ser dimensionado para processar os transitórios, que poderão gerar vapor durante a operação irregular. A corrente de duas fases 142 é separada em uma corrente líquida rica em metano 146 e uma corrente gasosa de saída rica em metano 148 em um separador de saída 144, como por exemplo, um separador de duas fases. Assim sendo, a maior parte da corrente de vapor 140 forma a corrente líquida rica em metano 146 que pode ser bombeada facilmente para a pressão de saída através de uma bomba de saída 150 sem requerer uma compressão dispendiosa e ineficiente. Da mesma forma, somente uma pequena porção da corrente de vapor 140 forma a corrente gasosa de saída 148 que requer auxílio para atingir a pressão de saída através de um compressor de emissão 158. Após bombear a corrente líquida 146 para a pressão de saída e impulsionar a corrente gasosa de saída 148 para a pressão de saída, o vaporizador de saída 152

e o aquecedor 160, que poderão ser ambos vaporizadores a água a céu aberto ou vaporizadores de combustão submersos, produzem uma corrente gasosa de saída aquecida 161 e uma corrente gasosa de saída aquecida e vaporizada 153, respectivamente. Assim sendo, a corrente gasosa de saída aquecida 161 e a corrente gasosa de saída vaporizada e aquecida 153 poderão ser combinadas em um misturador de saída 154 para fornecerem uma corrente gasosa de saída rica em metano 156 para o mercado (por exemplo, uma tubulação de gás que transporta gás em alta pressão, como um acima de 800 psia (6 MPa abs.).

[0026] Em um aspecto especialmente vantajoso, o sistema 100 permite ainda a troca entre um "modo de recuperação de LGN" e um "modo de rejeição de LGN". No modo de recuperação de LGN, a maior parte, se não todo o LGN é extraído do suprimento de GNL 101 antes da vaporização do suprimento de GNL 101, conforme descrito acima. No entanto, no modo de rejeição de LGN, todo o suprimento de GNL 101 (incluindo frações maiores do que etano) é vaporizado para distribuição ao mercado através de uma rota desviada 300 (ver linhas tracejadas). As bombas 110, 114, 150 podem ser utilizadas para produzirem o aumento necessário de pressão do suprimento de GNL 101 para alcançar a pressão de saída. Além disso, as fontes de calor, tais como o refeedor 130, os vaporizadores 124, 152 e o aquecedor 160 produzem energia suficiente para esquentar e vaporizar o suprimento de GNL 101 até a temperatura de saída após serem pressurizados pelas bombas 110, 114, 150. Válvulas e dutos adicionais poderão ser utilizados para circundar os componentes (por exemplo, o separador desmetanizador 126 e a coluna de fracionamento 128) não utilizados durante o modo de rejeição de LGN, e para colocar as bombas na frente das fontes de calor durante o modo de rejeição de LGN.

[0027] A figura 1 ilustra ainda numerosas opções, conforme indicado pelas linhas tracejadas e combinações das mesmas. Por exemplo, o refluxo externo para a coluna de fracionamento 128 poderá ser fornecido a partir de várias fontes diferentes da corrente de refluxo 118, e a corrente de alimentação pressurizada 116 poderá fornecer um potencial de refrigeração do suprimento de GNL 101 para os trocadores de calor adicionais que poderão ser utilizados no sistema 100 depois do primeiro

trocador de calor 122. Em uma ou mais alternativas, pelo menos uma porção da corrente gasosa de saída rica em metano 148 pode ser desviada para uma corrente de combustível no local da instalação 200 que poderá ser aquecida e utilizada para pôr em funcionamento e operar o sistema 100 e a própria instalação.

[0028] Em um aspecto adicional ou alternativo, a corrente líquida rica em metano 146 poderá ser separada para produzir uma corrente de refluxo pobre 400 que poderá ter a pressão aumentada por uma bomba 402 antes de entrar na coluna de fracionamento 128 como uma corrente de refluxo externo pobre 404. Para melhorar ainda mais a eficiência da corrente de refluxo externo pobre 404 na remoção de hidrocarbonetos mais pesados do topo da coluna de fracionamento 128, a corrente de refluxo externa pobre 404 poderá ser resfriada através de um trocador de calor de refluxo (não mostrado) que atua para resfriar a corrente de refluxo externo pobre 404 contra a corrente de alimentação pressurizada 116. Em um outro aspecto, o sistema 100 poderá incluir um condensador 500 em comunicação fluida (por exemplo, a rota 501) com um trocador de calor condensador 502. O condensador 500 poderá ser uma parte separada ou integral de uma seção de retificação da coluna de fracionamento 128. A corrente de topo da torre de fracionamento troca calor diretamente ou indiretamente com a corrente de alimentação pressurizada 116 através do trocador de calor condensador 502 para fornecer uma corrente de refluxo do condensador 504 para a coluna de fracionamento 128. Os refluxos externos fornecem uma utilidade especial para a remoção de hidrocarbonetos maiores do que etano do suprimento de GNL 101 e aumentam a percentagem de LGN removido da corrente de topo rica em metano 134.

[0029] Em outra realização onde pelo menos uma porção da corrente de LGN 132 não é entregue diretamente para o mercado em alta pressão, o sistema 100 poderá incluir um trocador de calor de LGN 600 para resfriar a corrente de LGN 132 contra a corrente de alimentação pressurizada 116, de forma que aconteça uma vaporização instantânea mínima tão logo a corrente de LGN 132 é reduzida para a pressão atmosférica para estocagem em um tanque de metano 602 ou entregue em uma corrente de saída de LGN 604 na pressão atmosférica. Uma corrente gasosa

vaporizada instantaneamente 606 do tanque de etano 602 poderá ser comprimida por intermédio de um compressor de etano 608 e alimentada para o fundo da coluna de fracionamento 128 para aumentar a recuperação de LGN através da corrente de LGN 132, desviar a queima da corrente gasosa vaporizada instantaneamente 606, e reduzir a carga do refervedor 130.

[0030] São descritos abaixo exemplos de aspectos dos processos descritos aqui, utilizando-se, (mas não limitados aos) caracteres de referência na figura 1 quando possível, por clareza. Um método de processamento de GNL inclui a passagem de GNL pressurizado 116 através de um trocador de calor 122 para produzir GNL 125 aquecido, o fracionamento do GNL 125 aquecido em uma corrente de vapor rica em metano 134 e uma corrente de LGN 132, a passagem da corrente de vapor 134 através do trocador de calor 122 para produzir uma corrente em duas fases 142 que inclui uma fase líquida e uma fase vapor, a separação da corrente em duas fases 142 em pelo menos uma porção líquida 146 e uma porção gasosa 148, o aumento da pressão da porção líquida 146 para produzir uma corrente líquida de saída, e a recuperação da corrente líquida de saída para vaporização e distribuição ao mercado 153. Outro método de vaporização do GNL inclui o fornecimento de um sistema de vaporização 100 tendo um modo de recuperação de LGN para separar substancialmente o metano do LGN e um modo de rejeição de LGN e a troca do sistema de vaporização 100 entre os modos de recuperação e de rejeição, onde os modos utilizam bombas comuns 110, 114, 150 e fontes de calor, 124, 130, 152, 160.

EXEMPLOS

[0031] Exemplo 1

[0032] Um balanço hipotético de massa e energia é executado em conexão com o processo mostrado na linha sólida na figura 1. Os dados foram gerados utilizando-se um programa de simulação de processo disponível comercialmente e chamado de HYSYS® (disponível da Hyprotech Ltd. de Calgary, Canadá). No entanto, considera-se que outros programas de simulação de processo disponíveis comercialmente podem ser utilizados para o desenvolvimento dos dados, incluindo o HYSIM®, PROII®, e ASPEN PLUS®. Os dados consideraram que a corrente de

alimentação pressurizada 116 tinha uma composição típica de GNL conforme mostrado na tabela 1. Os dados apresentados na tabela 1 podem ser avaliados de varias formas em vista dos ensinamentos aqui, e são incluídos para fornecerem um melhor entendimento do sistema mostrado na linha sólida na figura 1. Aquele sistema resulta em uma recuperação de 95,7% (41.290 BPD) de etano a partir de GNL enquanto fornecia 1027 MMSCFD de um gás rico em metano para distribuição a 35 ° F (2 ° C) e 1215 psia (8 MPa abs.).

Tabela 1

	Corrente de alimentação de GNL 112	Corrente de refluxo 118	Corrente de alimentação aquecida 125	Corrente de alimentação da coluna de fracionamento 127	Corrente de vapor rico em metano 136	Corrente de LGN 132	Corrente de topo rica em metano 134	Corrente de duas fases 142	Corrente líquida rica em metano 146	Corrente gasosa de saída rica em metano 148	Corrente gasosa de distribuição rica em metano 156
% Vapor	0,00	0,00	6,48	0,00	100,00	0,00	100,00	15,58	0,00	100,00	100,00
Temperatura (°F = -17,2 °C)	-255,00	-252,70	-135,90	-135,90	-135,90	46,94	-138,20	-142,80	-142,80	-142,80	35,00
Pressão (psia =6,9 kPa abs.)	140	500	430	430	430	430	425	415	415	415	1215
Vazão molar (libra- mol/h)	1200,00	7522	112400	105200	7284	6767	105900	113200	95560	17630	113200
Fluxo de gás (MMSCFD)	1093,00	68,50	1024,00	957,70	66,34	61,63	964,60	1031,00	870,30	160,60	1031,00
Vazão mássica (lbs/h=0,45kg/h)	2031000	112700	1904000	1786000	118100	203300	1710000	1828000	1544000	283700	1828000
% em moles de C1	93,66	93,66	93,66	93,31	98,76	0,50	99,26	99,23	99,15	99,63	99,23
% em moles de C2	6,21	6,21	6,21	6,58	0,93	99,20	0,64	0,66	0,76	0,11	0,66
% em moles de C3+	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% em moles de CO ₂	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
% em moles de N ₂	0,11	0,11	0,11	0,09	0,31	0,00	0,10	0,11	0,09	0,26	0,11

[0033] Exemplo 2

[0034] A tabela 2 mostra uma parte de outra simulação, que fornece uma comparação do modo de recuperação de LGN (utilizando-se a realização mostrada na linha sólida da figura 1) com o modo de rejeição de LGN, onde o sistema 100 é trocado para vaporizar todo o suprimento de GNL 101. Conforme visto, o modo de recuperação de LGN requer um requisito adicional de potência de aproximadamente 5320 HP, em comparação com o modo de rejeição de LGN. Além disso, a carga de vaporização de água para o modo de recuperação de LGN é reduzida em aproximadamente 9%, em comparação com o modo de rejeição de LGN. Assim sendo, as utilidades requeridas para a produção de água de resfriamento ou água do mar para a vaporização são suficientes para suportar o modo de recuperação de LGN.

Tabela 2

	Modo de recuperação de LGN	Modo de rejeição de LGN
Cavalos de Força (HP)		
Bomba de alimentação principal 114	3320	7290
Bomba de despacho 150	6510	
Compressor de emissão 158	2780	0
Potência total	12610	7290
MBTU/h		
Refervedor 130	236	618
Aquecedor 160	17	
Vaporizadores 152	340	
Total MBTU/h	593	618

[0035] Exemplo 3

[0036] A tabela 3 ilustra exemplos de faixas de concentração alternativa diferentes de C₁ e de C₂₊ em várias correntes mostradas na figura 1.

Tabela 3

Corrente	C _{1min} (% em moles)	C _{1max} (% em moles)	C _{2+min} (% em moles)	C _{2+max} (% em moles)
112	80	85	10	15
	85	90	6	10
	90	95	2	5
134	97	98	1	1,5
	98	99	0,5	1
	99	100	0	0,5
140	97	98	1	1,5
	98	99	0,5	1
	99	100	0	0,5
146	97	98	1	1,5
	98	99	0,5	1
	99	100	0	0,5
153	97	98	1	1,5
	98	99	0,5	1
	99	100	0	0,5

REIVINDICAÇÕES

1. Método para o processamento de gás natural liquefeito (GNL), incluindo: passagem de GNL através de um trocador de calor (122) para produzir GNL aquecido; e

fracionamento do GNL aquecido em uma corrente de vapor rica em metano (136) e uma corrente (132) de líquidos de gás natural (LGN); o método caracterizado pelo fato de:

passar a corrente de vapor rica em metano através do trocador de calor (122) para transferir calor da corrente de vapor rica em metano para o GNL passando através do trocador de calor e para fornecer uma corrente em duas fases (142) que inclui uma fase líquida rica em metano e uma fase vapor rica em metano;

separar (144) a corrente de duas fases em pelo menos uma porção líquida rica em metano (146) e uma porção gasosa rica em metano (148);

aumentar (150) a pressão da porção líquida rica em metano para produzir uma corrente líquida de saída;

recuperar a corrente líquida de saída para produzir um gás (156) vendável para distribuição em uma tubulação; e

desviar o GNL em um tempo predeterminado para uma rota de fluxo desviada (300) que desvia o fracionamento, para produzir um gás vendável que inclui metano e produtos superiores ao etano para distribuição a uma tubulação.

2. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da concentração de metano no gás vendável ser substancialmente a mesma que a concentração de metano da porção líquida rica em metano.

3. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato do fracionamento do GNL aquecido ocorrer em uma torre de fracionamento (126, 128) que produz a corrente de vapor rica em metano na pressão de saída da torre, e onde a pressão da corrente de vapor rica em metano entrando no trocador de calor é substancialmente a mesma pressão que é a pressão de saída da torre.

4. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da passagem da corrente de vapor rica em metano através do trocador de calor ocorrer

substancialmente sem o aumento da pressão da corrente de vapor rica em metano.

5. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda aumentar (114) a pressão de GNL antes da passagem do GNL através do trocador de calor.

6. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda:

misturar (111) uma corrente de vapor comprimida e perdida por evaporação de um tanque (102) de GNL com uma corrente de GNL líquido (108) do tanque de GNL aumentada (106) para uma primeira pressão, onde a mistura produz uma corrente de alimentação (112) de GNL; e

aumentar (114) a pressão da corrente de alimentação de GNL para uma segunda pressão, para fazer com que o GNL passe através do trocador de calor.

7. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da fase líquida rica em metano ser constituída de pelo menos 85% em peso de uma corrente em duas fases.

8. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da fase líquida rica em metano ser constituída de pelo menos 95% em peso da corrente de duas fases.

9. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da passagem da corrente de vapor rica em metano através do trocador de calor ocorrer sem aumento da pressão da corrente de vapor rica em metano, e onde a fase líquida rica em metano ocupa pelo menos 85% em peso da corrente de duas fases.

10. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da corrente líquida de saída estar em uma pressão de pelo menos 1000 psia (7 MPa abs.).

11. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da distribuição do gás vendável para uma tubulação incluir o transporte do gás rico em metano em uma pressão de pelo menos 800 psia (6 MPa abs.) através da tubulação.

12. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da corrente de vapor rica em metano e a corrente líquida de saída, cada uma delas ter

uma concentração de metano de pelo menos 98% em moles.

13. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato da corrente de LGN ter uma concentração de produtos superiores ao etano, de pelo menos 98% em moles.

14. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda a utilização de pelo menos parte da porção gasosa rica em metano como um combustível (200) para o local da instalação.

15. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda impulsionar (158) a pressão de pelo menos parte da porção gasosa rica em metano para distribuição à tubulação.

16. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda a troca de calor (600) da corrente de LGN com o GNL aquecido para resfriar a corrente de LGN.

17. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda a divisão de uma parte da porção líquida rica em metano em uma corrente de refluxo (400) que fornece um refluxo para o fracionamento do GNL aquecido.

18. Método de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de compreender ainda:

divisão de uma parte da porção líquida rica em metano em uma corrente de refluxo (400); e

resfriamento da corrente de refluxo contra o GNL aquecido, para fornecer um refluxo para o fracionamento do GNL aquecido.

19. Método para o processamento de gás natural liquefeito (GNL), incluindo: passagem de GNL através de um trocador de calor (122) para produzir GNL aquecido; e

fracionamento do GNL aquecido em uma corrente de vapor rica em metano e uma corrente de líquidos de gás natural (LGN); o método caracterizado pelo fato de:

passar a corrente de vapor rica em metano através do trocador de calor (122) para transferir calor da corrente de vapor rica em metano para o GNL passando

através do trocador de calor e para fornecer uma corrente em duas fases (142) que inclui uma fase líquida rica em metano e uma fase vapor rica em metano;

separar (144) a corrente de duas fases em pelo menos uma porção líquida rica em metano (146) e uma porção gasosa rica em metano (148);

aumentar (150) a pressão da porção líquida rica em metano para produzir uma corrente líquida de saída;

recuperar a corrente líquida de saída para produzir um gás (156) vendável para distribuição em uma tubulação;

trocar calor (600) da corrente de LGN com o GNL aquecido para produzir uma corrente de LGN resfriada; e

vaporizar instantaneamente (606) a corrente de LGN resfriada para a pressão substancialmente atmosférica.

20. Método de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de compreender ainda:

transferir a corrente de LGN vaporizada instantaneamente para a estocagem (602).

21. Método para o processamento de gás natural liquefeito (GNL), incluindo:

passagem de GNL através de um trocador de calor (122) para produzir GNL aquecido; e

fracionamento do GNL aquecido em uma corrente de vapor rica em metano (136) e uma corrente (132) de líquidos de gás natural (LGN); o método caracterizado pelo fato de:

passar a corrente de vapor rica em metano através do trocador de calor (122) para transferir calor da corrente de vapor rica em metano para o GNL passando através do trocador de calor e para fornecer uma corrente em duas fases (142) que inclui uma fase líquida rica em metano e uma fase vapor rica em metano;

separar (144) a corrente de duas fases em pelo menos uma porção líquida rica em metano (146) e uma porção gasosa rica em metano (148);

aumentar (150) a pressão da porção líquida rica em metano para produzir uma corrente líquida de saída;

recuperar a corrente líquida de saída para produzir um gás (156) vendável para distribuição em uma tubulação; e

dividir uma porção do GNL em uma corrente de refluxo (118) que desvia o trocador de calor e provê um refluxo para fracionar o GNL aquecido.

22. Método para o processamento de gás natural liquefeito (GNL), caracterizado pelo fato de compreender:

(a) fornecer GNL contendo líquidos de gás natural (LGN) (101);

(b) aumentar (114) a pressão do GNL para uma primeira pressão para produzir GNL pressurizado (116);

(c) passar o GNL pressurizado através de um trocador de calor (124) para aquecer o GNL e prover GNL aquecido (125);

(d) passar o GNL aquecido por um sistema de fracionamento (126, 128) que produz uma corrente de vapor rica em metano (136) e uma corrente (132) de LGN;

(e) passar a corrente de vapor rica em metano produzida pelo sistema de separação através do trocador de calor, para produzir uma corrente em duas fases (142) que inclui uma fase líquida e uma fase vapor;

(f) separar (144) a corrente de duas fases em pelo menos uma porção líquida (146) e uma porção gasosa (148);

(g) aumentar (150) a pressão da porção líquida para uma segunda pressão que é maior do que a primeira pressão para produzir uma porção líquida pressurizada; e

(h) vaporizar (152) pelo menos uma porção da porção líquida pressurizada sem a remoção adicional de um componente de etano e produtos maiores, para produzir um gás rico em metano (153) de alta pressão;

(i) fornecer pelo menos parte de uma carga de refrigeração para o sistema de fracionamento, através da retirada de uma fração do GNL antes de ser aquecido e passar a fração retirada (118) pelo sistema de fracionamento.

23. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de compreender ainda fornecer pelo menos parte de uma carga de refrigeração para o sistema de fracionamento, através da passagem de pelo menos uma porção da

corrente de vapor rica em metano produzida pelo sistema de fracionamento na troca de calor (122) com o GNL para efetuar o resfriamento da corrente de vapor rico em metano, e passar pelo menos uma porção da corrente resfriada pelo sistema de fracionamento.

24. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de compreender ainda fornecer pelo menos parte de uma carga de fracionamento para o sistema de fracionamento através da retirada de uma fração de GNL antes de ser aquecido e passar a fração retirada (118) pelo sistema de fracionamento e passar pelo menos uma porção da corrente uma porção da corrente de vapor rico em metano produzida pelo sistema de fracionamento pelo trocador de calor (122) com o GNL para efetuar o resfriamento da corrente de vapor rico em metano, e passar pelo menos uma porção da corrente resfriada pelo sistema de fracionamento.

25. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato da corrente de LGN ter o etano como um componente predominante.

26. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato da pressão do GNL da etapa (a) estar na ou próximo da pressão atmosférica.

27. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato das faixas da primeira pressão serem de 400 psia (3 MPa abs.) a 600 psia (4 MPa abs.)

28. Método de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato das faixas da segunda pressão serem de 1000 psia (7 MPa abs.) a 1300 psia (9 MPa abs.).

29. Sistema para o processamento de gás natural liquefeito (GNL), caracterizado pelo fato de que compreende:

um trocador de calor (122);

uma linha de admissão de GNL (112) em comunicação fluida com uma fonte de GNL e o trocador de calor, configurada de tal forma que o GNL seja capaz de passar através da linha de admissão de GNL e do trocador de calor;

um sistema de fracionamento (126, 128) em comunicação fluida com o trocador de calor, o sistema de fracionamento tendo uma primeira saída para a corrente de vapor rica em metano (136) e uma segunda saída para a corrente (132)

de líquidos de gás natural (LGN);

um separador vapor-líquido (144);

uma linha de condensação (140) ligada fluidicamente com a primeira saída do sistema de fracionamento para o separador vapor-líquido, a linha de condensação passando através do trocador de calor, configurado de tal forma que o calor da corrente de vapor rica em metano é transferido para qualquer GNL passando através do trocador de calor;

uma bomba (150) tendo uma entrada em comunicação fluida com um líquido recuperado no separador de vapor-líquido;

um vaporizador (152) em comunicação fluida com uma saída da bomba e uma tubulação para distribuição do gás (156) vendável; e

em que sistema de fracionamento compreende uma entrada de refluxo (118) em comunicação fluida com uma porção da linha de entrada de GNL.

30. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato da linha de condensação ser ligada com a primeira saída do sistema de fracionamento ao trocador de calor sem fornecer um aumento na pressão da corrente de vapor rico em metano.

31. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de compreender ainda um trocador de calor de LGN (600) em comunicação fluida com a segunda saída do sistema de fracionamento para o resfriamento do LGN contra o GNL, enquanto o GNL passa através do trocador de calor do LGN.

32. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato de compreender ainda um condensador (500) para o sistema de fracionamento, que fornece refluxo no mesmo, onde o condensador produz uma troca de calor contra o GNL enquanto o GNL passa através de um trocador de calor condensador (502).

33. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato do separador de vapor-líquido incluir ainda uma saída de vapor (148) em comunicação fluida com a tubulação.

34. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato do separador de vapor-líquido incluir ainda uma saída de vapor (148) em comunicação

fluida com a tubulação e uma linha de combustível para o local da instalação (200).

35. Sistema de acordo com a reivindicação 29, caracterizado pelo fato do sistema de fracionamento compreender de uma entrada de refluxo (404) em comunicação fluida com uma porção do líquido recuperado no separador de vapor-líquido.

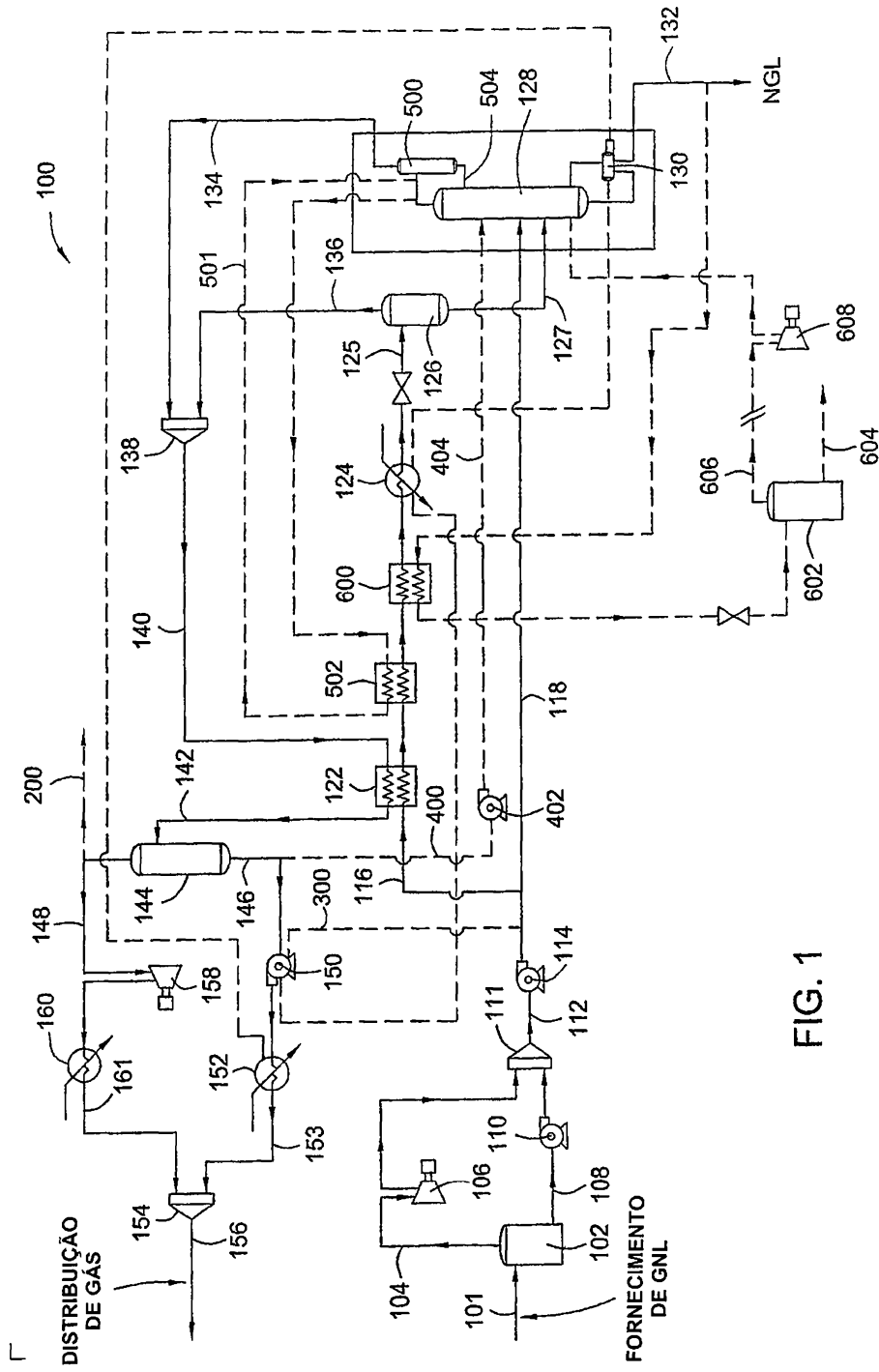


FIG. 1