

12 **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

45 Date de publication du fascicule du brevet:
24.05.89

51 Int. Cl.4: **F 17 D 1/00, E 21 B 43/34**

21 Numéro de dépôt: **85401735.7**

22 Date de dépôt: **06.09.85**

54 **Procédé et dispositif de compression et de transport d'un gaz contenant une fraction liquide.**

30 Priorité: **07.09.84 FR 8413757**

73 Titulaire: **INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, 4, Avenue de Bois-Préau, F-92502 Rueil-Malmaison (FR)**

43 Date de publication de la demande:
23.04.86 Bulletin 86/17

72 Inventeur: **Roje, Alexandre, 29-33, rue Henri Regnault, F-92380 Garches (FR)**

45 Mention de la délivrance du brevet:
24.05.89 Bulletin 89/21

74 Mandataire: **Aubel, Pierre et ai, Institut Français du Pétrole Département Brevets 4, avenue de Bois Préau, F-92502 Rueil-Malmaison (FR)**

84 Etats contractants désignés:
DE GB IT NL

56 Documents cités:
FR-A- 2 273 177
FR-A- 2 417 057
GB-A- 1 561 454
US-A- 4 132 535
US-A- 4 416 333

EP O 178 962 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne un procédé et un dispositif permettant le transport d'un gaz contenant une fraction liquide d'hydrocarbure. La présente invention peut être appliquée à la production de gaz naturel. La production de gaz naturel selon l'art antérieur requiert un ensemble d'opérations pour le rendre transportable: séparation des fractions liquides, déshydratation pour éviter la formation d'hydrates et réduire les problèmes de corrosion, désacidification lorsque la teneur en gaz acides du gaz naturel est relativement élevée, compression en vue de compenser les pertes de charge liées au transport à travers une conduite sur une longue distance.

L'ensemble de ces opérations nécessite des équipements coûteux, lourds et encombrants.

La séparation de la fraction liquide d'hydrocarbure est effectué dans une série de ballons décan-teurs opérant à des niveaux de pression de plus en plus bas de manière à obtenir une fraction liquide stable à la pression atmosphérique. Les fractions gazeuses successivement obtenues doivent être recomprimées dans différentes installations de compression pour obtenir une fraction gazeuse unique à la pression initiale. Lorsque la teneur en gaz acide est relativement élevée, le gaz naturel doit être alors désacidifié au moyen d'un procédé d'absorption avec un solvant qui peut être par exemple une amine. Un tel procédé nécessite une colonne d'absorption et une colonne de régénération. Le gaz naturel doit être déshydraté, par exemple au moyen d'un procédé d'absorption avec un solvant qui peut être le glycol. Un tel procédé nécessite également une colonne d'absorption et une colonne de régénération. Une étape de refroidissement à basse température au moyen d'une machine frigorifique peut être nécessaire pour assurer une élimination plus complète de la fraction lourde contenue dans le gaz qui risque de condenser au cours du transport par le mécanisme de condensation rétrograde.

Enfin le gaz résultant doit être recomprimé pour être transporté et ce poste compression représente une part importante des investissements.

L'ensemble de ces opérations est complexe et coûteux. Ces inconvénients, qui représentent un frein au développement du gaz naturel lorsqu'il est produit à terre, deviennent un obstacle majeur au développement du gaz naturel lorsqu'il est produit en mer.

Il a été découvert et c'est là l'objet de la présente invention un nouveau procédé permettant notamment la production de gaz naturel en évitant les inconvénients qui viennent d'être décrits. Ce procédé est ainsi particulièrement avantageux dans le cas d'une production en mer. D'une manière plus générale le procédé selon l'invention permet le transport d'un mélange diphasique gaz-liquide d'hydrocarbures.

Les difficultés rencontrées dans les procédés connus dans l'art antérieur proviennent du fait qu'il n'est pas possible de transférer directement le gaz au compresseur, en raison d'une part des

risques de formation d'hydrates et d'autre part du fait que les compresseurs utilisés, généralement de type alternatif ou centrifuge, n'admettent pas de fraction liquide à l'entrée.

Il a été découvert qu'il est possible dans un tel cas de simplifier considérablement le procédé de production du gaz naturel en réalisant une injection de solvant polaire pour inhiber les hydrates et réduire éventuellement la teneur en gaz acides, à condition de réaliser l'étape de compression dans un compresseur apte à recevoir une phase gazeuse contenant une phase liquide ou même deux phases liquides en émulsion et de transporter en écoulement diphasique le mélange résultant ainsi comprimé. Il a été également découvert qu'une telle étape de compression peut être alors réalisée dans un compresseur comportant un rotor tournant de façon continue dans un carter creux, à condition de recueillir à la périphérie du rotor au moins en partie la fraction liquide contenue dans le gaz à l'admission, ce qui permet d'éviter des écoulements pulsés et/ou discontinus de gaz et de liquide qui entraîneraient une détérioration du compresseur.

L'art antérieur peut être illustré par les brevets Français FR-A-2 417 057 et FR-A-2 273 177, les brevets Américains US-A-4 132 535 et US-A-4 416 333, ainsi que par le brevet Anglais 1 561 454.

Dans le brevet français FR-A-2 417 057 les moyens de compression et les moyens de séparation sont distincts et ne sont pas uniques.

Le brevet US-A-4 132 535 décrit un procédé de traitement d'un écoulement de gaz naturel, selon lequel on sépare notamment de l'eau de l'effluent avant transfert du gaz.

Ainsi la présente invention concerne un procédé de compression et de transport d'un gaz contenant une fraction liquide hydrocarbure. Ce procédé comporte en combinaison les étapes suivantes: a) introduction dans ledit gaz d'une fraction liquide comprenant un solvant polaire, b) transfert dudit gaz vers un compresseur, c) compression dudit gaz dans ledit compresseur et récupération au moins en partie de la fraction liquide contenue dans ledit gaz au cours de la même étape, d) réintroduction d'au moins une partie de la fraction liquide récupérée à l'étape c) dans le gaz comprimé, la fraction restante étant recyclée en un point en amont dudit compresseur, et e) transport dudit gaz comprimé résultant de l'étape d) jusqu'à un site de réception, l'étape a) pouvant être réalisée avant ou après l'étape c).

Le compresseur pourra comporter un rotor tournant de façon continue dans un carter creux, la fraction liquide contenue dans le gaz admis dans le compresseur étant au moins en partie centrifugée à la périphérie interne du rotor au cours de l'étape de compression c) et on récupère ladite fraction liquide au moins en partie à la périphérie interne du rotor au cours de cette même étape c).

Le procédé selon l'invention pourra comprendre une étape supplémentaire f) comportant la séparation sur le site de réception dudit gaz en trois phases formées par une phase gazeuse hydrocar-

bure, une phase liquide hydrocarbure et une phase solvant, la régénération d'au moins une partie de la phase solvant en séparant une fraction aqueuse et à pomper la phase solvant pour la recycler en un point en amont du compresseur.

La fraction liquide introduite dans le courant gazeux pourra être dispersée de manière homogène en gouttelettes en majorité de moins de 2 mm de diamètre. Cette dispersion homogène de la fraction liquide peut être réalisée au cours de l'étape a) à l'aide d'un mélangeur statique, hélice ou garnissage. La phase solvant pourra être notamment un alcool tel du méthanol.

La fraction liquide contenue dans le gaz à comprimer et qui est récupérée à la périphérie du rotor peut assurer l'étanchéité entre le rotor et le carter.

Le compresseur K pourra être un compresseur à vis éventuellement de type monovis, un compresseur à anneau liquide ou un compresseur centrifuge.

Le débit de la fraction liquide recueillie à la sortie du compresseur peut être recyclé vers l'entrée du compresseur et contrôlé de manière à représenter 2 à 20% du débit de gaz dans les conditions de refoulement.

Bien entendu, on ne sortira pas du cadre de la présente invention si le compresseur comporte plusieurs étages de compression, l'effluent sortant d'un étage étant envoyé à l'entrée de l'étage suivant.

Le rapport du débit en volume de liquide sur le débit en volume de gaz dans les conditions de refoulement du compresseur K sera de préférence inférieure à 50% de même qu'il pourra être inférieur à 10%.

Le procédé selon la présente invention pourra être appliqué à la production de gaz en mer au moyen de têtes de puits sous-marines. Le transfert vers la surface pourra se faire par des conduites flexibles. L'étape de compression et de récupération d'au moins une partie de phase liquide c) pourra être réalisée sur une plateforme fixe ou flottante.

Lorsque le procédé selon l'invention est appliqué à la production de gaz naturel en mer au moyen de têtes de puits sous marines on pourra effectuer l'ensemble des étapes a) à d) sous mer.

La présente invention concerne également le dispositif pour le transport d'un gaz contenant une fraction liquide d'hydrocarbure comportant une ligne d'arrivée dudit gaz à transporter reliée à la source de gaz et au moins une ligne de transport. Ce dispositif se caractérise en ce qu'il comporte en combinaison un moyen de compression et de séparation de la phase liquide et de la phase gazeuse unique comportant un compresseur à rotor tournant, ce moyen étant relié à ladite ligne d'arrivée dudit gaz à transporter, ce moyen comportant un orifice de sortie de la phase gazeuse et un orifice de sortie de la phase liquide, une ligne d'introduction d'un solvant reliant une source de solvant à la ligne d'arrivée, ledit orifice de sortie de la phase gazeuse étant reliée à ladite ligne de transport.

Le dispositif selon l'invention pourra comporter une ligne de recirculation de la phase liquide produite par les moyens uniques de compression et de séparation, cette ligne reliant l'orifice de sortie de la phase liquide à la ligne d'arrivée. Le dispositif selon l'invention pourra comporter une ligne de réintroduction de la phase liquide, cette ligne reliant l'orifice de sortie de la phase liquide à la ligne de transport.

Le dispositif selon l'invention pourra comporter en amont des moyens uniques de compression et de séparation un dispositif mélangeur.

Bien entendu on ne sortira pas du cadre de la présente invention en disposant des moyens de contrôle des débits passant dans les différentes lignes.

La présente invention sera mieux comprise et ses avantages apparaîtront plus clairement à la lecture de la description de l'exemple particulier suivant nullement limitatif illustré par les figures ci-annexées parmi lesquelles:

- la figure 1 représente un schéma permettant de décrire le procédé selon l'invention,
- les figures 2 et 3 montrent des compresseurs convenant à l'application du procédé, et,
- la figure 4 un mode d'application particulier du procédé selon la présente invention.

Le procédé selon l'invention appliqué à la production de gaz naturel est décrit en relation avec la figure 1 qui en schématise les principales étapes.

Le gaz naturel sort sous pression du puits de production par la conduite ou ligne 1. Il contient alors une fraction lourde hydrocarbure liquide susceptible de condenser au cours d'une des étapes de traitement et de transport. Il est alors mélangé avec une fraction liquide comprenant un solvant polaire S suivant par la conduite ou ligne 2. Le mélange résultant est transféré vers un compresseur K à travers la conduite ou ligne 3.

A l'entrée du compresseur K est placé un dispositif M destiné à obtenir une dispersion homogène du liquide contenu dans le gaz. Ce dispositif est de préférence statique et peut être constitué par exemple par un mélangeur de type mélangeur à garnissage, ou par un mélangeur de type mélangeur à hélice. Le mélange ressort du dispositif M par le conduit ou ligne 4 et est admis dans le compresseur K.

La compression est avantageusement réalisée par un compresseur comportant un rotor tournant de façon continue dans un carter creux. La phase liquide est ainsi recueillie en majeure partie à la périphérie du rotor, puis évacuée de façon continue, de façon à éviter un fonctionnement pulsé du compresseur qui conduirait à sa détérioration. Une partie au moins de cette phase liquide est réintroduite dans le gaz comprimé (ligne 5 du schéma de la figure 1). Le mélange comprimé obtenu est transporté en écoulement diphasique dans la conduite ou ligne 7 jusqu'à un site de réception.

Sur ce site de réception les fractions liquides contenues dans le gaz décantent dans le ballon B1. Le gaz naturel est évacué par la conduite ou

ligne 8 et la fraction hydrocarbure liquide est évacuée par la conduite ou ligne 9. La phase solvant est évacuée par la conduite ou ligne 10. Une fraction de cette phase solvant passant par la conduite ou ligne 11 est régénérée. Cette régénération est figurée par la colonne de distillation D1, mais peut être également opérée par d'autres méthodes connues, par exemple par détente et vaporisation à pression réduite. La fraction aqueuse est évacuée par la conduite ou ligne 12 et la fraction solvant qui contient une fraction hydrocarbure est évacuée par la conduite ou ligne 13 et recyclée vers l'entrée du compresseur par la pompe P1. La fraction de la phase solvant non régénérée est recyclée par la pompe P2. En définitive le procédé est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison les étapes suivantes: a) introduction dans le gaz provenant du puits d'une fraction liquide comprenant un solvant polaire S, b) transfert de l'effluent résultant vers un compresseur K, c) compression dudit gaz dans le compresseur K et récupération d'au moins une partie de la fraction liquide contenue dans le gaz, d) réintroduction d'au moins une partie de la fraction liquide recueillie à l'étape c) dans le gaz comprimé, la fraction restante étant recyclée en un point en amont dudit compresseur, et e) transport de l'effluent comprimé résultant de l'étape d) jusqu'à un site de réception.

L'étape a) qui concerne l'introduction du solvant polaire peut être effectuée avant ou après l'étape c). Toutefois, il est préférable de l'effectuer avant cette étape.

Comme cela ressort de la description du procédé en relation avec le schéma de la figure 1, le procédé comporte en général une étape supplémentaire f) de séparation sur le site de réception l'effluent transporté en trois phases formées par une phase gazeuse hydrocarbure, une phase liquide hydrocarbure et une phase solvant, et de régénération au moins une partie de la phase solvant en séparant une fraction aqueuse à pomper la phase solvant pour la recycler à l'étape a).

La régénération de la phase solvant est nécessaire pour éviter une accumulation d'eau excessive dans ladite phase solvant. Dans le cas d'un gaz saturé en eau, en l'absence d'étape de régénération, la teneur en eau de la phase solvant tendrait à augmenter indéfiniment sans qu'un régime stationnaire puisse s'établir. Toutefois cette régénération peut ne pas être nécessaire dans le cas d'un gaz naturel à faible teneur en eau et gaz acides. D'autre part, il n'est généralement pas indispensable de régénérer la totalité du débit de solvant et la régénération peut ne porter que sur une fraction de ce débit comprise, par exemple, entre 5 et 30%. Comme cela a été indiqué, les différentes méthodes connues pour régénérer la phase solvant peuvent être utilisées. Cette régénération peut être effectuée en une ou plusieurs étapes.

Le gaz séparé de la phase solvant liquide peut entraîner du solvant en phase vapeur. Cet entraînement de solvant en phase vapeur correspond à une consommation qui doit être compensée par un appoint. L'entraînement de solvant en phase

solvant peut être réduit par les différentes méthodes connues, en particulier en réfrigérant le gaz.

Les différentes opérations de l'étape f) sont normalement réalisées sur le site de réception. Dans certains cas l'étape f) peut être réalisée en totalité ou en partie avant l'étape de transport pour faciliter l'étape du transport.

Le solvant S peut être constitué par différents solvants polaires et peut être par exemple, un alcool, une cétone, un aldéhyde, un éther. Des mélanges de solvants peuvent être également utilisés.

Le solvant est de préférence de type alcool. Le méthanol est particulièrement adapté en raison de la grande solubilité de l'eau dans le méthanol et de la faible viscosité du méthanol qui permet de limiter les pertes de charge au cours des étapes de transport. Différents glycols peuvent être également utilisés tels que par exemple le diéthylène glycol, le triéthylène glycol ou le diméthylether tétraéthylène glycol.

Les hydrocarbures les plus lourds contenus dans le gaz naturel et notamment ceux qui sont présents en phase liquide sont partiellement solubles dans la phase solvant. Toutefois la dissolution d'eau réduit cette solubilité et après injection du solvant, la fraction liquide contenue dans le gaz est en général formée de deux phases.

Dans le procédé selon l'invention, ladite fraction liquide est de préférence dispersée de manière homogène en gouttelettes en majorité de moins de 2 mm de diamètre. Ceci permet d'éviter des efforts mécaniques localisés et dissymétriques sur le rotor du compresseur, dus à l'impact de masses liquides relativement importantes, qui sont préjudiciables à la durée de vie du compresseur.

Cette dispersion homogène est obtenue de préférence à l'aide d'un mélangeur statique: ce mélangeur statique peut être formé par un garnissage ou une hélice. Il peut comprendre un ou plusieurs éléments qui peuvent être décalés en rotation pour favoriser la turbulence. D'autres méthodes de dispersion peuvent être également mises en œuvre, comme par exemple celles qui font appel à un agitateur tournant.

Lorsque la fraction liquide comprend deux phases, elle forme alors une émulsion homogène qui est elle-même dispersée en gouttelettes.

Dans le procédé selon l'invention, il a été découvert que la fraction liquide peut être alors envoyée au compresseur si on utilise un compresseur comportant un rotor tournant de façon continue dans un carter creux, dans lequel la fraction liquide contenue dans le gaz admis dans le compresseur est au moins en partie centrifugée à la périphérie interne du rotor au cours de l'étape de compression c) et à condition de recueillir ladite fraction liquide au moins en partie à la périphérie interne du rotor au cours de cette même étape c). Il a été découvert que le compresseur assure ainsi, outre sa fonction de compression une fonction de séparation de la phase liquide.

Il a été également découvert que la fraction liquide ainsi recueillie à la périphérie du rotor peut

assurer une fonction d'étanchéité entre le rotor du compresseur et l'intérieur du carter. Dans ce cas, si la fraction liquide contenu dans le gaz représente un débit en volume relativement faible, il peut être nécessaire de faire recirculer une partie du liquide recueilli en sortie du compresseur. Il est alors avantageux de refroidir ce débit de liquide qui recircule pour réduire le travail de compression ainsi que la température de refoulement.

Le compresseur K peut être ainsi un compresseur à vis. La mise en œuvre dans le procédé selon l'invention d'un tel compresseur est illustrée par le schéma de la figure 2.

Le mélange à comprimer arrive dans le compresseur par le conduit 20. La fraction liquide est centrifugée par la rotation du rotor et assure l'étanchéité entre le rotor et l'intérieur du carter. La fraction liquide recueillie à la périphérie du rotor est évacuée par la gorge 21b et la conduite 21. Une partie de cette fraction liquide est recyclée à l'entrée du compresseur par la conduite 22 au moyen de la pompe P10 incorporée au compresseur. La fraction restante de liquide est recombinaisonnée avec le gaz comprimé grâce à la conduite 22a. L'effluent ainsi formé est évacué par la conduite 23.

Bien entendu, la présence de la conduite 22a n'est pas nécessaire et l'effluent sortant de l'orifice 21a peut comporter déjà une phase liquide.

Deux types de compresseurs à vis peuvent plus particulièrement être utilisés: le compresseur double-vis, dans lequel le gaz est comprimé par engrènement d'une vis motrice et d'une vis entraînée et le compresseur monovis, dans lequel le gaz est comprimé par engrènement d'une vis motrice et de deux roues satellites.

Le compresseur monovis présente l'avantage de pouvoir être plus facilement adapté à un fonctionnement à pression élevée, du fait que le rotor est soumis à des contraintes mieux équilibrées et ne subit pas de poussée radiale importante même pour des pressions de refoulement élevées. Le compresseur monovis constitue donc dans l'application du procédé selon l'invention une version préférée du compresseur à vis.

Le compresseur K peut être également constitué par un compresseur à anneau liquide, dont le fonctionnement est schématisé sur la figure 3.

Le gaz contenant la fraction liquide arrive dans le compresseur par les orifices d'admission 30 et 31. Il se trouve alors emprisonné entre des pales du rotor 32 qui tourne de façon continue. Le liquide contenu dans le gaz est recueilli à la périphérie interne du carter en formant un anneau liquide. Lorsque la rotation du rotor amène le gaz emprisonné entre les pales à proximité des orifices de refoulement 33 et 34, le bord de l'anneau liquide se rapproche de l'axe du rotor par suite de la forme interne du carter et le gaz se trouve comprimé.

A la sortie du compresseur une partie du liquide contenu dans le gaz est évacuée avec le gaz comprimé et une partie est recyclée vers l'entrée du compresseur.

5

Comme dans le cas du compresseur à vis, la fraction liquide contenue dans le gaz arrivant dans le compresseur sert à assurer une fonction d'étanchéité entre le rotor et le carter. Lorsque la dite fraction liquide assure une telle fonction d'étanchéité et si le débit de fraction liquide initialement contenue dans le gaz est relativement faible, le débit de la fraction liquide recueillie à la sortie du compresseur K qui est recyclé vers l'entrée du compresseur doit être contrôlé de manière à représenter de préférence 2 à 20% du débit de gaz dans les conditions de refoulement.

10

Le compresseur à anneau liquide est utilisé de préférence lorsque le taux de compression à obtenir est faible.

15

Le compresseur à vis et le compresseur à anneau liquide ne sont pas les seuls à pouvoir être utilisés.

20

Le compresseur centrifuge peut être également utilisé, à condition que la phase liquide centrifugée par rotation du rotor puisse être recueillie à la périphérie interne du carter.

25

Ainsi, la présente invention prévoit sur les moyens uniques de compression et de séparation au moins un orifice de récupération de la phase liquide.

30

L'étape de compression et de séparation c) du procédé peut être réalisée en utilisant plusieurs étages de moyens uniques de compression et de séparation, le mélange des phases liquide et gazeuse sortant d'un étage étant envoyé à l'entrée de l'étage suivant.

35

Il est possible ainsi d'atteindre les pressions de refoulement très élevées, par exemple comprises entre 100 et 200 bars, qui peuvent être nécessaires pour transporter le gaz, à condition que le compresseur soit dimensionné pour les efforts mécaniques correspondants.

40

Le procédé selon l'invention permet de comprimer et de transporter un gaz naturel contenant des fractions liquides variables, mais il s'applique de préférence à des cas où la quantité de liquide entraînée par le gaz représente un débit en volume inférieur à 50% du débit volumique total de mélange diphasique dans les conditions de refoulement du compresseur (GOR, volume de gaz sur volume de liquide, supérieur à 1 dans les conditions de refoulement du compresseur) et plus particulièrement dans le cas où la quantité de liquide entraînée représente un débit en volume inférieur à 10% du débit volumique total dans les conditions de refoulement (GOR supérieur à 9 dans les conditions de refoulement).

45

Le procédé est particulièrement avantageux dans le cas d'une production de gaz en mer.

50

En effet dans les procédés de production connus dans l'art antérieur, les différentes opérations de séparation des fractions liquides de déshydratation, désacidification et compression doivent être réalisées sur une plateforme. Ceci se traduit par des investissements importants.

60

Il est actuellement possible de produire le gaz naturel au moyen de têtes de puits sous-marines qui sont commandées soit à partir d'une plateforme de commande et de contrôle, soit, avec l'a-

65

mélioration de la fiabilité des dispositifs de télécommande, à partir d'une plateforme centrale ou même d'une station à terre.

Dans ce cas, une première version de mise en œuvre du procédé selon l'invention consiste à produire le gaz naturel en mer au moyen de têtes de puits sous-marines et à le transférer vers la surface, par exemple par des conduites flexibles, l'étape de compression c) étant réalisée sur une plateforme fixe ou flottante. La mise en œuvre du procédé permet de supprimer les différentes opérations de séparation des fractions liquides, de recompression des fractions gazeuses obtenues par détentes successives des fractions liquides, de déshydratation et de compression et de réduire ainsi considérablement le poids et l'encombrement des installations placées sur la plateforme.

Une deuxième version de mise en œuvre du procédé selon l'invention consiste à réaliser l'ensemble des étapes a) à d) du procédé sous l'eau.

Le compresseur K doit être alors placé sous-mer dans un caisson étanche. Il est alimenté en énergie par un câble électrique sous-marin et contrôlé par télécommande.

Cette version de mise en œuvre du procédé est illustrée par le schéma de la Figure 4.

Le gaz est produit par une station de production sous-marine 40 comportant six têtes de puits. Par le conduit 41 est amené le solvant qui est injecté dans le gaz.

L'alimentation électrique s'effectue par la ligne 42. Le gaz produit est rassemblé dans un collecteur et évacué par la conduite 44 par laquelle il est envoyé au compresseur K. Le compresseur K est alimenté en énergie électrique par la ligne 43. Le mélange diphasique comprimé est évacué par la conduite 45 pour être transporté en écoulement diphasique jusqu'à une station de réception (non représentée) qui peut être placée à terre.

Revendications

1. Procédé de compression et de transport d'un gaz contenant une fraction liquide hydrocarbure comportant en combinaison, les étapes suivantes: a) introduction dans ledit gaz d'une fraction liquide comprenant un solvant polaire, b) transfert dudit gaz vers un compresseur à rotor tournant, c) compression dudit gaz dans ledit compresseur et récupération d'au moins une partie de la fraction liquide contenue dans ledit gaz au cours de la même étape, c'est-à-dire que la compression et la séparation s'effectuent sensiblement en même temps, d) réintroduction d'au moins une partie de la fraction liquide recueillie à l'étape c) dans le gaz comprimé, la fraction restante étant recyclée en un point en amont dudit compresseur, et e) transport dudit gaz comprimé résultant de l'étape d) jusqu'à un site de réception, l'étape a) pouvant être réalisée avant ou après l'étape b).

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on utilise un compresseur K comportant un rotor tournant de façon continue dans un carter creux, la fraction liquide contenue dans le gaz admis dans le compresseur K étant au moins en partie centrifugée à la périphérie interne du ro-

tor au cours de l'étape de compression c) et en ce que l'on récupère ladite fraction liquide au moins en partie à la périphérie interne du rotor au cours de cette même étape c).

3. Procédé selon l'une des revendications 1 à 2, caractérisé en ce qu'il comprend une étape supplémentaire f) comportant la séparation sur le site de réception dudit gaz en trois phases formées par une phase gazeuse hydrocarbure, une phase liquide hydrocarbure et une phase solvant, la régénération d'au moins une partie de la phase solvant en séparant une fraction aqueuse et à pomper la phase solvant pour la recycler en un point en amont dudit compresseur.

4. Procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la phase solvant (S) est un alcool tel que le méthanol.

5. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que la fraction liquide contenue dans le gaz à comprimer et qui est récupérée à la périphérie du rotor assure l'étanchéité entre le rotor et le carter.

6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le compresseur K est un compresseur à vis.

7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que le compresseur K est un compresseur à anneau liquide.

8. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que le débit de la fraction liquide recueillie à la sortie du compresseur K qui est recyclé vers l'entrée de ce compresseur est contrôlé de manière à représenter 2 à 20% du débit de gaz dans les conditions de refoulement.

9. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que le compresseur K est un compresseur centrifuge.

10. Procédé selon l'une des revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le rapport du débit en volume de liquide sur le débit en volume de gaz dans les conditions de refoulement du compresseur K est inférieur à 50%.

11. Procédé selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que le gaz naturel est produit en mer au moyen de têtes de puits sous-marines et transféré vers la surface par des conduites flexibles, l'étape de compression c) étant réalisée sur une plateforme fixe ou flottante.

12. Procédé selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que le gaz naturel est produit en mer au moyen de têtes de puits sous-marines, l'ensemble des étapes a) et d) étant réalisé sous l'eau.

13. Dispositif pour le transport d'un gaz contenant une fraction liquide d'hydrocarbure comportant une ligne d'arrivée (1) du gaz à transporter reliée à la source de gaz et au moins une ligne de transport (7), caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison un moyen de compression et de séparation de la phase liquide et de la phase gazeuse unique comportant un compresseur (K) à rotor tournant, ce moyen étant relié à ladite ligne (1) d'arrivée dudit gaz à transporter, ce moyen comportant un orifice de sortie de la phase gazeuse et un orifice de sortie de la phase liquide et une ligne

d'introduction d'un solvant reliant une source de solvant (D1, B1) à la ligne d'arrivée (1), ledit orifice de sortie de la phase gazeuse étant reliée à ladite ligne de transport (7).

14. Dispositif selon la revendication 13, caractérisé en ce qu'il comporte une ligne (6) de recirculation de la phase liquide produite par les moyens de recirculation, ladite ligne reliant l'orifice de sortie de la phase liquide à la ligne d'arrivée (1).

15. Dispositif selon l'une des revendications 13 ou 14, caractérisé en ce qu'il comporte une ligne 5 de réintroduction de la phase liquide reliant l'orifice de sortie de la phase liquide à la ligne de transport (5).

Patentansprüche

1. Verfahren zum Verdichten und Transportieren eines eine flüssige Kohlenwasserstofffraktion enthaltenden Gases, das in Kombination die folgenden Stufen umfasst:

a) Einführen einer flüssigen ein polares Lösungsmittel enthaltenden Fraktion in dieses Gas, b) Überführen dieses Gases zu einem Kompressor mit sich drehendem Rotor, c) Verdichten dieses Gases in diesem Kompressor und Gewinnen wenigstens eines Teils der flüssigen in diesem Gas enthaltenden Fraktion während der gleichen Stufe, d.h., dass Kompression und Trennung im wesentlichen gleichzeitig erfolgen, d) Wiedereinführen wenigstens eines Teils der flüssigen in Stufe c) gesammelten Fraktion in dieses verdichtete Gas, wobei die verbleibende Fraktion an eine Stelle vor diesem Kompressor im Kreislauf rückgeführt wird und e) Transportieren dieses verdichteten aus der Stufe d) stammenden Gases bis zu einem Empfangsort, wobei die Stufe a) vor oder nach der Stufe b) durchgeführt werden kann.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass man einen Kompressor K verwendet, der einen sich kontinuierlich in einem hohlen Gehäuse drehenden Rotor umfasst, wobei die flüssige in dem in den Kompressor K gegebenen Gas enthaltene Fraktion wenigstens zum Teil an dem Innenumfang des Rotors während der Verdichtungsstufe c) zentrifugiert wird und dass man diese flüssige Fraktion wenigstens teilweise am Innenumfang des Rotors während eben dieser Stufe c) gewinnt.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 2, dadurch gekennzeichnet, dass es eine zusätzliche Stufe f), die die Trennung, am Aufnehmerort, dieses Gases in drei Phasen, gebildet durch eine gasförmige Kohlenwasserstoffphase, eine flüssige Kohlenwasserstoffphase und eine Lösungsmittelphase sowie die Regeneration wenigstens eines Teils der Lösungsmittelphase, umfasst, indem eine wässrige Fraktion abgetrennt wird und die Lösungsmittelphase gepumpt wird, um sie an eine Stelle vor diesem Kompressor im Kreislauf rückzuführen.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Lösungsmittelphase (S) ein Alkohol wie Methanol ist.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die im zu verdichtenden Gas enthaltene flüssige Fraktion, die am Umfang des Rotors gewonnen wird, die Dichtheit zwischen Rotor und Gehäuse sicherstellt.

6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressor K ein Schraubenkompressor ist.

7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressor K ein Flüssigringkompressor ist.

8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass der Durchsatz an flüssiger am Ausgang des Kompressors K gesammelter Fraktion, die gegen den Eingang des Kompressors im Kreislauf rückgeführt wird, derart geregelt wird, dass sie 2 bis 20% des Gasdurchsatzes unter Verdrängerbedingungen ausmacht.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressor ein Zentrifugalkompressor ist.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis des Flüssigkeitsvolumendurchsatzes bezogen auf das Gasdurchsatzvolumen unter Verdrängerbedingungen bzw. druckseitig zum Kompressor K kleiner als 50% ist.

11. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das Erdgas im Meer mittels Unterwasserbohrlochköpfen erzeugt und gegen die Oberfläche über flexible Leitungen geführt wird, wobei die Verdichtungsstufe c) auf einer festen oder schwimmenden Plattform durchgeführt wird.

12. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Erdgas im Meer mittels Unterwasserbohrlochköpfen erzeugt wird, wobei die Stufen a) und d) unter Wasser durchgeführt werden.

13. Vorrichtung zum Transport eines eine Kohlenwasserstofffraktion enthaltenden Gases mit einer Zuführleitung (1) für das zu transportierende Gas, die mit der Gasquelle verbunden ist und mit wenigstens einer Transportleitung (7), gekennzeichnet in Kombination durch ein Kompressions- und Trennmittel der flüssigen Phase und der gasförmigen einzigen Phase mit einem Kompressor (K) mit sich drehendem Rotor, wobei dieses Mittel mit der Zuführleitung (1) für das zu transportierende Gas verbunden ist und dieses Mittel eine Austrittsöffnung für die gasförmige Phase und eine Austrittsöffnung für die flüssige Phase sowie eine Einführleitung für ein Lösungsmittel umfasst, das eine Lösungsmittelquelle (D1, B1) mit der Zuführungsleitung (1) verbindet, wobei diese Austrittsöffnung für die gasförmige Phase mit der Transportleitung (7) verbunden ist.

14. Vorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass sie eine Rezirkulationsleitung (6) für die flüssige Phase umfasst, welche durch Rezirkulationsmittel erzeugt wurde, wobei diese Leitung die Austrittsöffnung für die flüssige Phase mit der Zuführungsleitung (1) verbindet.

15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 13 oder 14, gekennzeichnet durch eine Leitung (5)

zum Wiedereinführen der flüssigen Phase, welche die Austrittsöffnung der flüssigen Phase mit der Transportleitung (5) verbindet.

Claims

1. A method for compressing and conveying a gas containing a hydrocarbon liquid fraction comprising the following stages in combination: a) introducing a liquid fraction comprising a polar solvent into said gas, b) transferring said gas to a turning rotor compressor, c) compressing said gas in said compressor and recovering at least part of the liquid fraction contained in said gas in the course of the same stage, i.e. the compressing and separating are essentially carried out at the same time, d) re-introducing at least part of the liquid fraction collected in stage c) into the compressed gas, the remaining fraction being recycled at a point upstream of said compressor, and e) conveying said compressed gas resulting from stage d) to a receiving site, stage a) being capable of being carried out before or after stage b).

2. A method as in claim 1, characterized in that a compressor K is used comprising a rotor turning continuously in a hollow casing, the liquid fraction contained in the gas introduced into the compressor K being at least partially centrifuged to the internal periphery of the rotor in the course of the compressing stage c), and in that said liquid fraction is recovered at least in part at the internal periphery of the rotor in the course of this same stage c).

3. A method as in one of claims 1 to 2, characterized in that it comprises an additional stage f) comprising separating said gas on the receiving site into three phases formed by a hydrocarbon gaseous phase, a hydrocarbon liquid phase and a solvent phase, regenerating at least part of the solvent phase by separating an aqueous fraction and pumping the solvent phase to recycle it to a point upstream of said compressor.

4. A method as in one of claims 1 to 3, characterized in that the solvent phase (S) is an alcohol such as methanol.

5. A method as in one of claims 1 to 4, characterized in that the liquid fraction contained in the gas to be compressed and which is recovered at the periphery of the rotor provides the seal between the rotor and the casing.

6. A method as in one of claims 1 to 5, characterized in that the compressor K is a screw compressor.

7. A method as in one of claims 1 to 5, characterized in that the compressor K is a liquid ring compressor.

8. A method as in one of claims 1 to 7, characterized in that the flow of the liquid fraction collected at the outlet of the compressor K which is recycled to the inlet of this compressor is controlled so as to represent 2 to 20% of the flow of gas in the delivery conditions.

9. A method as in one of claims 1 to 4, characterized in that the compressor K is a centrifugal compressor.

10. A method as in one of claims 1 to 9, characterized in that the ratio of the volumetric flow of liquid to the volumetric flow of gas in the delivery conditions of the compressor K is less than 50%.

11. A method as in one of claims 1 to 10, characterized in that the natural gas is produced at sea by means of sub-sea wellheads and transferred to the surface through flexible pipes, the compressing stage c) being carried out on a fixed or floating platform.

12. A method as in one of claims 1 to 11, characterized in that the natural gas is produced at sea by means of sub-sea wellheads, the entirety of stages a) and d) being carried out underwater.

13. A device for conveying a gas containing a hydrocarbon liquid fraction comprising an incoming line (1) for the gas to be conveyed connected to the source of gas and at least one conveying line (7), characterized in that it comprises in combination a means for compressing and separating the liquid phase and the single gaseous phase comprising a turning rotor compressor (K), this means being connected to said incoming line (1) for said gas to be conveyed, this means comprising an outlet orifice for the gaseous phase and an outlet orifice for the liquid phase and a line for introducing a solvent connecting a solvent source (D1, B1) to the incoming line (1), said outlet orifice for the gaseous phase being connected to said conveying line (7).

14. A device as in claim 13, characterized in that it comprises a line (6) for recirculating the liquid phase produced by the recirculating means, said line connecting the outlet orifice for the liquid phase to the incoming line (1).

15. A device as in one of claims 13 or 14, characterized in that it comprises a line (5) for re-introducing the liquid phase connecting the outlet orifice for the liquid phase to the conveying line (5).

