



(22) Date de dépôt/Filing Date: 2000/01/25

(41) Mise à la disp. pub./Open to Public Insp.: 2000/07/26

(45) Date de délivrance/Issue Date: 2007/10/09

(30) Priorité/Priority: 1999/01/26 (FR99/00853)

(51) Cl.Int./Int.Cl. *F04B 23/04* (2006.01),
F04B 19/06 (2006.01), *F04D 31/00* (2006.01),
F17D 1/00 (2006.01)

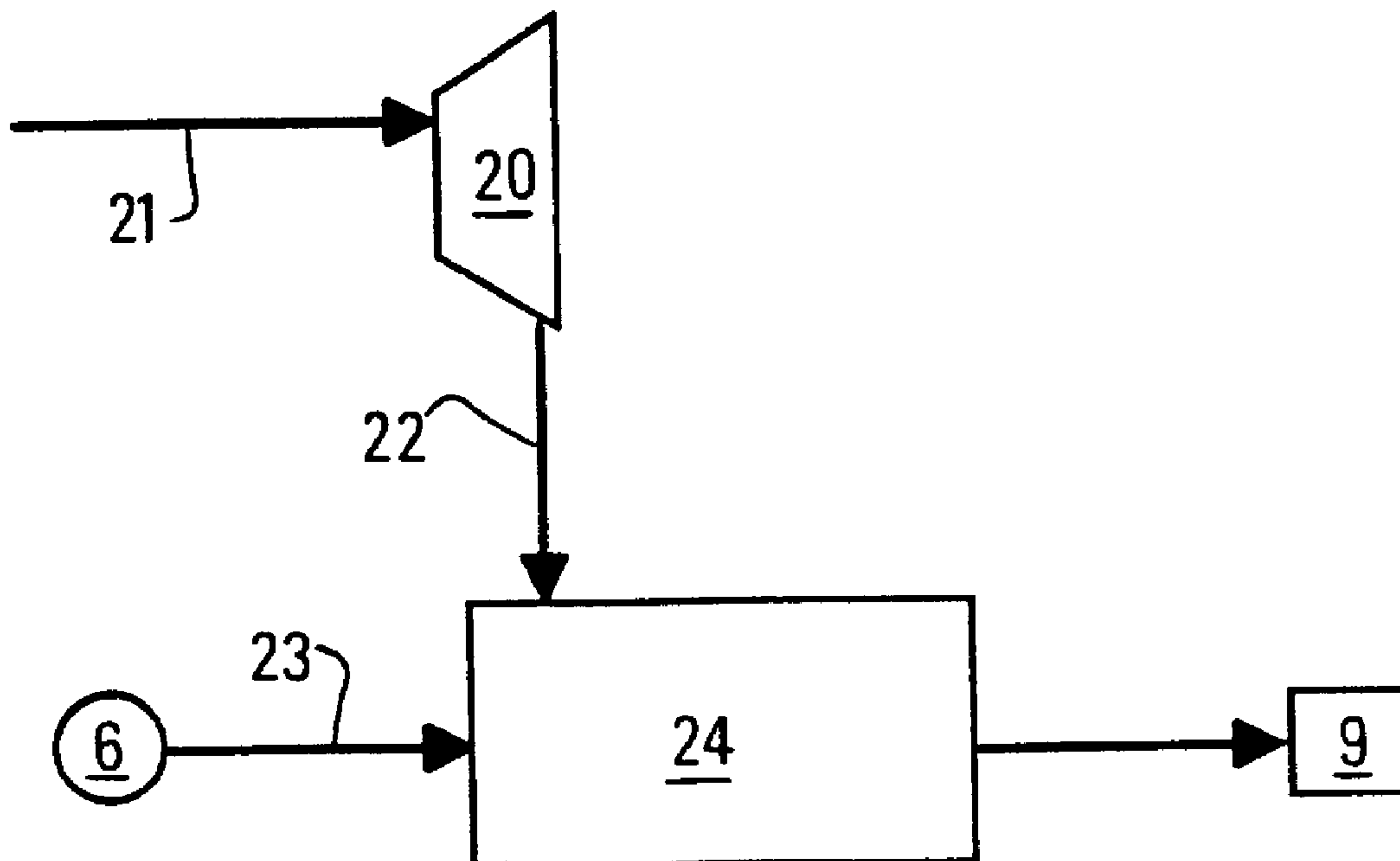
(72) Inventeur/Inventor:
CHARRON, YVES, FR

(73) Propriétaire/Owner:
INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, FR

(74) Agent: ROBIC

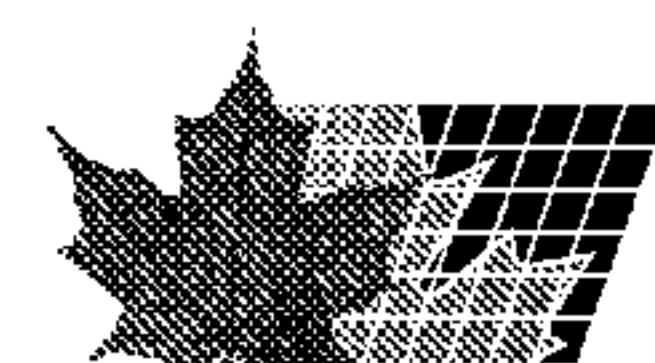
(54) Titre : SYSTEME COMPORTANT UNE UNITE DE COMPRESSION MONOPHASIQUE ASSOCIEE A UNE UNITE DE COMPRESSION POLYPHASIQUE

(54) Title: SYSTEM COMPRISING A SINGLE-STAGE COMPRESSION UNIT ASSOCIATED WITH A MULTI-STAGE COMPRESSION UNIT



(57) Abrégé/Abstract:

Système pour comprimer un ou plusieurs fluides (F_1 , F_2) au moins un des fluides F_1 étant essentiellement gazeux. Le système comporte en combinaison : • au moins une unité (20) de compression monophasique pour le fluide F_1 , ladite unité étant reliée à un conduit (21) d'arrivée d'un fluide essentiellement gazeux, • au moins une unité (24) de compression polyphasique pour l'ensemble des deux fluides F_1 et F_2 , ladite unité de compression polyphasique comportant au moins un conduit (22) d'introduction du fluide essentiellement gazeux F_1 comprimé et au moins un conduit (23) d'introduction du fluide F_2 , un conduit d'évacuation d'un fluide, • ladite unité (20) de compression monophasique étant disposée en amont de ladite unité (24) de compression polyphasique.



PRECIS DE LA DIVULGATION :

Système pour comprimer un ou plusieurs fluides (F_1 , F_2) au moins un des fluides F_1 étant essentiellement gazeux. Le système comporte en combinaison :

- au moins une unité (20) de compression monophasique pour le fluide F_1 , ladite unité étant reliée à un conduit (21) d'arrivée d'un fluide essentiellement gazeux,
- au moins une unité (24) de compression polyphasique pour l'ensemble des deux fluides F_1 et F_2 , ladite unité de compression polyphasique comportant au moins un conduit (22) d'introduction du fluide essentiellement gazeux F_1 comprimé et au moins un conduit (23) d'introduction du fluide F_2 , un conduit d'évacuation d'un fluide,
- ladite unité (20) de compression monophasique étant disposée en amont de ladite unité (24) de compression polyphasique.

**SYSTÈME COMPORTANT UNE UNITÉ DE COMPRESSION
MONOPHASIQUE ASSOCIÉE À UNE UNITÉ DE COMPRESSION
POLYPHASIQUE**

La présente invention concerne un système de compression comportant au moins une unité de compression monophasique et au moins une unité de compression polyphasique.

10 L'invention s'applique par exemple à un ensemble de fluides F_1 et F_2 , un des fluides F_1 étant essentiellement gazeux et un autre fluide F_2 essentiellement liquide ou polyphasique, le débit volumique total de ces deux fluides $Q_t = Q_{F1} + Q_{F2}$ dépassant notamment les capacités de traitement de l'unité de compression polyphasique.

Dans la description, on entend par unité de compression monophasique ou polyphasique, un ensemble comportant un ou plusieurs corps, chaque corps comportant une ou plusieurs sections, chacune des sections comportant un ou plusieurs étages.

De même, on sous-entend par « eau », une eau douce ou une eau salée, telles que de l'eau de mer ou de l'eau de formation

20 L'unité de compression polyphasique peut comporter des sections de pompage monophasique et des sections de compression polyphasique.

Le système selon l'invention peut s'appliquer à la compression de fluides pour lesquels la valeur du rapport du débit volumique de la phase gazeuse au débit volumique de la phase liquide (en abrégé GLR) est supérieure à une valeur limite assurant une bonne efficacité diphasique de l'unité de compression polyphasique (le rapport étant considéré à l'entrée).

30 L'invention peut aussi être utilisée pour un mélange de fluides comportant une quantité de gaz très importante par rapport à la quantité de liquide, et lorsque la densité de ce mélange est trop faible pour obtenir des taux de compression suffisants dans une unité de compression polyphasique.

L'art antérieur décrit différents dispositifs pour comprimer une phase gazeuse et pomper une phase liquide ou encore comprimer une phase gazeuse et une phase polyphasique.

Une manière de procéder consiste à utiliser des équipements
5 monophasiques appropriés pour chacune des phases, associés à des dispositifs de séparation des phases.

La compression monophasique d'un gaz et le pompage d'un liquide à pression élevée requiert généralement l'utilisation d'un grand nombre d'équipements par exemple un ou plusieurs compresseurs pour la
10 compression du gaz, un ou plusieurs échangeurs de chaleur pour le refroidissement du gaz après compression, une ou plusieurs pompes pour l'élévation en pression du liquide, un ou plusieurs appareils pour le mélange des phases, un séparateur de gaz et de liquide disposé en amont de chaque section de compression, des tuyauteries de raccordement, des vannes, de
15 l'instrumentation et un système de régulation complexe pour assurer le bon fonctionnement de l'ensemble. Un tel schéma s'avère relativement lourd et onéreux.

Il est aussi connu de comprimer un fluide comportant une phase gazeuse et une phase liquide en vue de les mélanger à une pression élevée,
20 à l'aide d'un dispositif de compression polyphasique de type volumétrique ou de type rotodynamique équipé d'impulseurs hélico axiaux. Les machines volumétriques présentent notamment comme inconvénient d'être lourdes et volumineuses.

25 Le schéma du système de compression selon l'invention consiste à associer, de manière judicieuse et appropriée, au moins une unité de compression monophasique située par exemple en amont d'au moins une unité de compression polyphasique.

Le schéma peut aussi associer une ou plusieurs sections intégrées de
30 mélange et refroidissement.

L'invention concerne un système pour comprimer un ou plusieurs fluides (F_1 , F_2), au moins un des fluides F_1 étant essentiellement gazeux. Le système est caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison :

- 5 • au moins une unité de compression monophasique pour le fluide F_1 , ladite unité étant reliée à un conduit d'arrivée d'un fluide essentiellement gazeux,
- au moins une unité de compression polyphasique pour l'ensemble des deux fluides F_1 et F_2 , ladite unité de compression polyphasique comportant au moins un conduit d'introduction du fluide essentiellement gazeux F_1
10 comprimé et au moins un conduit d'introduction du fluide F_2 , un conduit d'évacuation d'un fluide,
- ladite unité de compression monophasique étant disposée en amont de ladite unité de compression polyphasique.
- ladite unité de compression monophasique est par exemple dimensionnée
15 pour que la valeur de débit total des fluides $Q_t = Q_{Gi} + Q_{Lj}$ soit inférieure ou égale à la valeur de débit Q_{ham} acceptable par la section de compression polyphasique dans l'unité de compression polyphasique, avec

Q_{Gi} la valeur de débit volumique de la phase gazeuse considérée avant l'entrée de la section de compression polyphasique, et

- 20 Q_{Lj} la valeur de débit volumique de la phase liquide considérée avant l'entrée de la section de compression polyphasique.

L'unité de compression monophasique peut être adaptée pour permettre le fonctionnement de l'unité de compression polyphasique dans un domaine d'efficacité diphasique donné.

- 25 Il peut comporter un dispositif de mélange d'une partie au moins du fluide F_1 comprimé et du fluide F_2 en amont de l'unité de compression polyphasique, le fluide F_2 étant utilisé pour refroidir le fluide F_1 comprimé à travers l'unité de compression monophasique.

- 30 Il comporte par exemple au moins un moyen permettant de refroidir le gaz comprimé à l'aide d'un fluide auxiliaire.

L'invention concerne aussi une méthode pour comprimer plusieurs fluides F_1 et F_2 , au moins un des fluides F_1 étant essentiellement gazeux. La méthode est caractérisée en ce qu'elle comporte en combinaison au moins les étapes suivantes :

- 5 a) on envoie le fluide essentiellement gazeux F_1 à une unité de compression monophasique, et
- b) on introduit le fluide F_1 comprimé et le fluide F_2 dans une unité de compression polyphasique
- c) on comprime par exemple le fluide essentiellement gazeux de manière à
10 obtenir une valeur de débit volumique total $Q_{Gi} + Q_{Lj}$ inférieure à une valeur de débit Q_{ham} acceptable par l'unité de compression polyphasique.

On mélange par exemple au moins partiellement la phase gazeuse avec la phase liquide avant l'étape b) en utilisant le fluide F_2 pour refroidir le
15 fluide F_1 essentiellement gazeux.

Le système et la méthode selon l'invention s'appliquent à la compression de gaz soluble(s) et de leur solvant liquide, le débit volumique total de ces deux fluides dépassant les capacités de l'unité de compression
20 diphasique ou à la compression de gaz acides et d'eau, le débit volumique total de ces deux fluides dépassant les capacités de l'unité de compression diphasique.

Le système de compression selon l'invention présente notamment
25 comme avantages :

⇒ de diminuer le nombre de sections de compression polyphasique montées en parallèle et requis pour traiter des fluides ayant un débit volumique total important,

- ⇒ de diminuer le nombre de sections de compression polyphasique montées en série et requis pour traiter des fluides présentant une trop faible densité,
- ⇒ de diminuer le nombre d'équipements de compression et de pompage monophasiques utilisés habituellement,
- ⇒ de simplifier et de rendre moins onéreuse la maintenance de l'ensemble,
- ⇒ d'augmenter le rendement, par comparaison à un système de compression comportant uniquement des machines diphasiques.

10 D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description donnée ci-après à titre d'exemples de réalisation nullement limitatifs en se référant aux dessins annexés où :

- ◆ la figure 1 représente un schéma utilisé dans l'art antérieur pour simultanément communiquer de l'énergie à un gaz soluble et à son solvant liquide,
- 15 ◆ la figure 2 schématise un exemple d'agencement des différentes unités de compression monophasique et polyphasique selon l'invention,
- ◆ la figure 3 représente une variante de la figure 2 comprenant un dispositif intégré de mélange et de refroidissement, et
- 20 ◆ la figure 4 montre une variante de la figure 3 comportant une combinaison de sections de refroidissement direct et indirect.

L'exemple est donné ci-après pour illustrer un agencement spécifique selon l'invention d'une unité de compression monophasique et d'une unité de compression polyphasique, à titre nullement limitatif. Un tel système de compression est par exemple utilisé pour comprimer un mélange formé, par exemple, d'un gaz acide (fluide F_1 essentiellement gazeux) et d'une eau (fluide F_2 essentiellement liquide), lorsque la valeur de débit volumique total $Q_t = Q_{F1} + Q_{F2}$ de ces deux fluides est supérieure à la valeur Q_{ham} de débit

acceptable à l'entrée de la section de compression polyphasique de l'unité de compression polyphasique.

Dans le cas où les deux fluides sont introduits au niveau d'un même étage de compression de l'unité de compression polyphasique on tient
5 compte de la valeur totale de débit volumique Q_t , et lorsque les fluides sont introduits à des étages différents, on fait l'hypothèse que le débit volumique du fluide essentiellement liquide varie peu entre l'étage dans lequel il est introduit et l'étage où l'on introduit le fluide essentiellement gazeux.

10 La figure 1 rappelle brièvement une manière de procéder selon un art antérieur pour communiquer de l'énergie à un gaz acide et à de l'eau de manière à réaliser leur transfert ou la réinjection. La section de compression comporte un dispositif de compression similaire par exemple au dispositif décrit dans la demande de brevet FR 97/14.604 du demandeur.

15 Sur cette variante, les niveaux de pression initiaux du gaz acide et de l'eau sont suffisamment voisins pour les introduire directement dans un mélangeur situé en amont de l'unité polyphasique.

L'unité de pompage ou de compression polyphasique 1 est reliée par un conduit 2 à un mélangeur 3 qui reçoit :

20 ⇒ par un conduit 5, le gaz acide provenant d'une source 4 telle qu'une unité de traitement,

⇒ par un conduit 7, l'eau stockée dans un réservoir référencé 6.

Le mélangeur 3 est par exemple choisi pour favoriser la dispersion au moins partielle des gaz acides sous la forme de bulles dans l'eau, ou au
25 moins la dispersion partielle de l'eau sous la forme de gouttelettes dans le gaz acide.

L'unité de compression polyphasique 1 comporte au moins un conduit 8 d'évacuation d'un mélange essentiellement liquide. Le niveau de pression de ce liquide en sortie est suffisant pour assurer son transfert ou sa

réinjection vers une nappe aquifère ou un réservoir souterrain référencé 9 sur la figure.

Le système de compression peut comporter des capteurs de pression 10a, 10b disposés respectivement en sortie de l'unité de traitement 4 et du
5 réservoir de stockage 6 afin de connaître les valeurs de pression des gaz acides et de l'eau.

Les gaz acides peuvent provenir d'une unité de traitement telle que celle décrite dans les brevets du demandeur FR 2.605.241 et FR 2.616.087. En sortie de ces unités de traitement utilisant du méthanol, les gaz acides
10 possèdent une pression pouvant varier entre 0,5 et 1,5 MPa et une température comprise par exemple entre -40°C et 0°C. Dans le cas d'unités de traitement aux amines, la valeur de pression est de l'ordre de 0,1 MPa et la température comprise par exemple entre 10 et 40 °C.

15 Lorsque le débit volumique total Q_t du mélange gaz acides-eau, considéré en amont de l'unité de compression polyphasique, est supérieur à la valeur acceptable Q_{ham} par cette unité, il est possible d'utiliser un des agencements décrits aux figures 2 à 4 par exemple.

20 La figure 2 représente une première variante de réalisation du système de compression selon l'invention comportant au moins une unité de compression monophasique disposée en amont d'une unité de compression polyphasique. L'unité de compression monophasique dans cet exemple comporte une seule section de compression monophasique.

25 Le gaz est introduit par un conduit 21 sous une pression P_{G0} et avec un débit volumique Q_{G0} dans une unité de compression 20 adaptée à le comprimer de façon à obtenir en sortie un gaz ayant une pression P_{G1} et un débit volumique Q_{G1} . Le gaz comprimé est ensuite envoyé vers l'unité de compression polyphasique 24 par un conduit 22.

Le liquide ou eau est envoyé de la source 6 vers l'unité de compression polyphasique 24 par un conduit 23, communiquant par exemple avec une section de pompage adaptée à un fluide essentiellement liquide (non représentée sur la figure pour des raisons de clarté). Le liquide est à un
5 niveau de pression P_{L1} et son débit volumique Q_{L1} .

Le fluide en sortie de l'unité de compression polyphasique 24 a un débit Q_{G2} , une pression P_{G2} et une température T_{G2} .

Le dimensionnement de l'unité de compression monophasique est choisi pour vérifier la relation (1) suivante

10
$$Q_t = Q_{G1} + Q_{L1} \leq Q_{ham} (1),$$

avec Q_t = débit total du gaz comprimé et du liquide considéré à l'entrée de l'unité de compression polyphasique, et

Q_{ham} qui correspond à la valeur de débit volumique total de fluide acceptable à l'entrée de l'unité de compression polyphasique.

15

Choix de l'unité de compression monophasique et des débits de chaque fluide

En règle générale une unité de compression monophasique comporte par exemple une ou plusieurs sections de compression monophasique dont
20 les caractéristiques sont choisies en tenant compte par exemple de la relation (1) qui fait intervenir la quantité de liquide, et aussi de la condition de solubilité que l'on doit éventuellement respecter en sortie de l'unité de compression polyphasique.

25 Dans le cas de la figure 2 où l'unité de compression monophasique comporte une seule section de compression, les caractéristiques ou dimensionnement de cette section de compression monophasique peuvent être déterminées selon l'une des méthodes explicitées ci-dessous :

Caractéristiques de la section de compression monophasique sans condition de solubilité, le fluide peut être polyphasique en sortie de l'unité de compression polyphasique.

Les caractéristiques de la section sont choisies de manière à vérifier la relation (1). On connaît la valeur du débit volumique du liquide, mesurée par exemple à l'aide d'un débitmètre disposé sur le conduit 23.

Deux cas peuvent alors être envisagés :

a) La valeur de Q_{G0} est connue ou déterminée :

On en déduit le taux de compression minimum permettant d'obtenir la valeur Q_{G1} , vérifiant la relation (1) dans le cas extrême (débit maximum).

Si le taux de compression de l'unité de compression monophasique est supérieur à une valeur maximum admissible, déterminée d'après des critères connus de l'homme du métier, on considérera l'utilisation d'au moins une section de compression supplémentaire, correspondant par exemple, au schéma décrit par la figure 3.

b) La valeur de Q_{G0} est à déterminer :

La valeur Q_{G1} est déterminée à partir de Q_{ham} et de Q_{L1} . Le taux de compression maximum admissible de l'unité de compression monophasique est connu.

On en déduit la valeur maximum permettant d'obtenir la valeur Q_{G0} , vérifiant la relation (1) dans le cas extrême.

Caractéristiques de la section de compression monophasique avec condition de solubilité,

Le fluide est essentiellement liquide en sortie de l'unité de compression polyphasique.

Les unités de compression monophasique et polyphasique sont choisies de manière à satisfaire à la relation (1) et la relation (2) définie ci-dessous :

$$[Q_{Gs} (P_{Gs}, T_{Gs}) / Q_{Le}] \leq K (P_{Gs}, T_{Gs}) \quad (2)$$

avec : Q_{Gs} débit du gaz en sortie,

P_{Gs} pression du gaz en sortie,

T_{Gs} température du gaz en sortie,

Q_{Le} débit liquide

5 K le facteur de dissolution à P_{Gs} et T_{Gs}

e et s désignant respectivement l'entrée et la sortie de la section polyphasique ; dans le cas de cette figure, e et s correspondant aux indices 1 et 2.

10 La résolution des relations (1) et (2) à l'égalité permette d'obtenir la valeur

$$Q_{L1} = \frac{Q_{ham} * (P_{Ge} / P_{Gs}) * (T_{Gs} / T_{Ge})}{K + (P_{Ge} / P_{Gs}) * (T_{Gs} / T_{Ge})} \quad (3)$$

avec Q_{ham} : valeur de débit volumique total de fluide acceptable à l'entrée de l'unité de compression diphasique

15 et

$$Q_{G0} = Q_{Ge} * (P_{Ge} / P_{G0}) * (T_{G0} / T_{Ge}) \quad (4)$$

avec T_{G0} : la température du gaz à l'entrée de l'unité de compression monophasique.

20 Par exemple, pour une pression de réinjection P_{Gs} donnée, une composition de gaz donnée, une valeur de Q_{ham} donnée, l'ensemble du système est défini en tenant compte d'un paramètre additionnel donné, choisi par exemple parmi une des quatre valeurs suivantes :

P_{Ge} , Q_{Ge} , Q_{G0} , Q_{Le} .

25 En supposant par exemple que Q_{Le} soit une donnée de production, P_{Ge} est défini par la relation (3), Q_{Ge} par la relation (1) et Q_{G0} par la relation (4).

L'unité de compression polyphasique comporte par exemple à l'intérieur d'un même carter une section de pompage monophasique suivie

d'une section de compression polyphasique comportant plusieurs cellules de compression polyphasique présentant par exemple les caractéristiques des dispositifs décrits dans la demande de brevet FR 97/14.604 du demandeur notamment aux figures 4A à 7.

5 Les cellules de pompage ou de compression, connues de l'Homme du métier, sont par exemple de type hélicoaxial ou encore de type radial. Pour les cellules de type hélicoaxial, il est possible d'utiliser des cellules semblables à celles qui sont schématisées sur la figure 4A de la demande précitée.

10 Au niveau de l'unité de compression polyphasique, le liquide est introduit avec un niveau de pression P_{L1} et avec un débit volumique Q_{L1} par exemple à l'entrée du premier étage d'une section de pompage monophasique.

En parallèle, le gaz comprimé est introduit immédiatement en aval de
15 la section de pompage monophasique et dans l'unité de compression polyphasique à un niveau de pression P_{G1} avec un débit volumique Q_{G1} . L'introduction peut être réalisée à travers un étage d'adaptation tel que celui décrit à la figure 7 de la demande de brevet précitée.

L'étage d'adaptation a notamment pour fonction de mélanger le gaz et
20 le liquide, et aussi de refroidir le gaz chauffé lors de sa compression de P_{G0} à P_{G1} . Le refroidissement est réalisé à l'aide du liquide circulant à travers l'unité de compression polyphasique.

La figure 3 représente une variante de réalisation de la figure 2
25 comportant un dispositif de mélange du fluide essentiellement gazeux F_1 comprimé, avec le fluide F_2 .

Dans cet exemple, l'unité de compression monophasique comporte une section de compression monophasique 30 basse pression et une unité de compression monophasique 37 haute pression.

Appliqué à l'exemple donné à la figure 2, le liquide F_2 est utilisé dans le mélangeur pour refroidir le gaz comprimé F_1 dont la température a augmenté du fait de la compression.

Le système de compression comporte :

- 5 • la section de compression monophasique 30 basse pression en liaison avec le conduit 21 d'arrivée du gaz et avec un conduit d'évacuation 31 du gaz comprimé,
- un dispositif 32 adapté à mélanger le gaz comprimé et le fluide F_2 , ici l'eau. Le dispositif mélangeur 32 est relié au conduit 23 d'arrivée de l'eau
10 et au conduit d'évacuation 31 du gaz comprimé. Le gaz est dissous en partie dans l'eau, et refroidi au moins partiellement par cette dernière,
- un conduit d'évacuation 33 d'un mélange M_1 formé par le liquide contenant le gaz dissous et le gaz non dissous à l'intérieur du mélangeur 32, le conduit d'évacuation étant relié à un dispositif de séparation, tel
15 qu'un ballon séparateur 34,
- le ballon séparateur est pourvu dans sa partie supérieure d'un conduit 35 d'évacuation du gaz non dissous dans l'eau et dans sa partie inférieure, un conduit 36 d'extraction d'un mélange formé par le liquide contenant la fraction de gaz dissous,
- 20 • le conduit 35 est relié à la section de compression monophasique 37 haute pression qui peut être similaire au dispositif de compression décrit à la figure 2, et le conduit 36 est relié à l'unité de compression polyphasique,
- le gaz comprimé à travers la section haute pression 37 est envoyé par un conduit 38 selon un schéma identique à celui donné à la figure 2 dans
25 l'unité de compression polyphasique.

L'unité de compression polyphasique peut être semblable à celle décrite précédemment à la figure 2.

La mise en œuvre d'un tel agencement peut être la suivante :

Le gaz (avec un débit Q_{G0} , P_{G0} , T_0) est comprimé à un niveau de pression P_{G1} à travers la section de compression monophasique 30 avant d'être envoyé vers le mélangeur 32 par le conduit 31. Il se trouve alors à une température T_1 supérieure à sa température initiale T_0 avant compression.

5 A l'intérieur du mélangeur 32, il est dissous au moins partiellement dans l'eau et refroidi par échange de chaleur avec cette dernière.

Le mélange M_1 formé par la fraction de gaz dissoute dans l'eau et le gaz non dissous est ensuite séparé dans le ballon séparateur 34 afin de produire une fraction gazeuse envoyée pour être comprimée à travers la section de compression 37 jusqu'à un niveau de pression P_{G2} choisi pour
10 obtenir un débit volumique Q_{G2} pour que la relation (1) soit vérifiée. La fraction de gaz comprimée est introduite dans la section de compression polyphasique par un conduit 38.

La fraction liquide du mélange séparée dans le ballon 34 est envoyée
15 par un conduit 36 avec un débit volumique Q_{L2} , mesuré par exemple à l'aide d'un débitmètre disposé entre le séparateur 34 et l'entrée de l'unité de compression polyphasique.

Les caractéristiques techniques du compresseur ou de l'ensemble des compresseurs monophasiques constituant l'unité de compression 30, 37,
20 sont choisies selon la méthode exposée précédemment avec la condition $Q_{G2} + Q_{L2} \leq Q_{ham}$, avec Q_{G2} le débit volumique du gaz comprimé en sortie de la section de compression haute pression en amont de l'unité de compression polyphasique et Q_{L2} le débit volumique de la fraction liquide L_2 en entrée de
25 la section de pompage monophasique.

Détermination des caractéristiques des sections de compression

Le débit liquide Q_{L2} étant connu, deux cas peuvent alors être envisagés :

30 La valeur de Q_{G0} est connue :

On en déduit le taux de compression minimum de chaque section de compression monophasique permettant d'obtenir la valeur Q_{G2} , vérifiant la relation (1) dans le cas extrême (débit maximum). Si ces taux de compression sont supérieurs à une valeur maximum admissible, déterminée d'après des critères connus de l'homme du métier alors on considérera
5 l'utilisation d'une section de compression monophasique supplémentaire, correspondant par exemple, au schéma décrit par la figure 4.

La valeur de Q_{G0} est inconnue :

10 Le taux de compression maximum admissible de chaque section de compression monophasique est connu.

On en déduit la valeur maximum de Q_{G0} permettant d'obtenir la valeur Q_{G2} , vérifiant la relation (1) dans le cas extrême.

15 La figure 4 schématise une variante de réalisation de la figure 3 qui comporte une première section de compression monophasique avec refroidissement sans mélange avec le liquide, suivie d'une ou plusieurs sections de compression monophasique.

La première section de compression monophasique 40 est reliée par
20 un conduit 41 à un dispositif de refroidissement 42 lui-même relié par un conduit 43 à un dispositif de séparation tel qu'un ballon séparateur 44. Le ballon 44 est pourvu dans sa partie supérieure d'un conduit d'évacuation 45 d'une phase gazeuse vers la section de compression monophasique 47 et dans sa partie inférieure d'un conduit 46 d'évacuation éventuellement d'une
25 phase liquide condensée.

Le gaz est introduit par le conduit 21 dans la section de compression 40 dans lequel il est comprimé jusqu'à une valeur de pression P_{G1} . Le gaz comprimé ayant un débit volumique Q_{G1} est refroidi dans le dispositif de refroidissement 42 par exemple à en utilisant un fluide auxiliaire extérieur au
30 système de compression. En sortie de ce dispositif, il se présente sous la

forme d'un fluide diphasique comportant une fraction gazeuse et une fraction liquide. Ces deux fractions sont séparées dans le ballon séparateur 44, la fraction gazeuse ayant un débit volumique Q'_{G1} et une pression P_{G1} est envoyée vers la section de compression monophasique 47 dans lequel elle
5 est comprimée jusqu'à une valeur de pression P_{G2} . En sortie de cette section 47 le gaz a un débit volumique Q_{G2} et une température T_2 supérieure à la température initiale T_0 du fait de la compression. Le gaz est ensuite envoyé par un conduit 48 afin d'être dissous au moins partiellement et refroidi dans le dispositif 49 selon un schéma sensiblement identique à celui
10 décrit à la figure 3 (dispositif 32), en utilisant l'eau introduite par le conduit 50. A l'issue de ce refroidissement on obtient un mélange de liquide et de gaz non dissous envoyé par un conduit 51 vers un ballon séparateur 52.

La fraction gazeuse séparée dans le ballon séparateur 52 est envoyée vers la section de compression 55 où elle est comprimée jusqu'à une valeur
15 de pression P_{G3} et se trouve en sortie à un débit volumique Q_{G3} . Elle est introduite par exemple à l'aide du conduit 56 dans l'unité de compression polyphasique 24.

La fraction liquide séparée dans le ballon 52 est introduite par un conduit 54 vers l'unité de compression polyphasique, par exemple au niveau
20 d'une section de pompage monophasique constituant l'entrée de l'unité de compression polyphasique 24.

Les caractéristiques des sections de compression 40, 47 et 55 sont choisies afin de respecter la relation (1) en tenant compte du débit volumique Q_{G3} de la fraction gazeuse en sortie de la section de compression
25 monophasique 55 et du débit volumique Q_{L3} de la fraction liquide extraite par le conduit 54.

Le débit liquide Q_{L3} étant connu, deux cas peuvent alors être envisagés :

La valeur de Q_{G0} est connue : on en déduit le taux de compression
30 minimum de chaque section de compression monophasique permettant

d'obtenir la valeur Q_{G3} , vérifiant la relation (1) dans le cas extrême (débit maximum). Si ces taux de compression sont supérieurs à une valeur maximum admissible, déterminée d'après des critères connus de l'homme du métier alors on considérera l'utilisation d'une section de compression
5 monophasique supplémentaire, correspondant par exemple, au schéma décrit par la figure 4.

La valeur de Q_{G0} est inconnue : Q_{L3} est déterminé à l'aide de Q_{L1} et de Q_{ham} , le taux de compression maximum admissible de chaque section de compression monophasique est connu. On en déduit la valeur maximum de
10 Q_{G0} permettant d'obtenir la valeur Q_{G3} , vérifiant la relation (1) dans le cas extrême.

Différents exemples numériques sont donnés ci-après à titre illustratif et nullement limitatifs en relation avec les figures 2 à 4.

15

Cas 1 - figure 2 : ce cas concerne une application spécifique, selon l'invention, de l'agencement d'une section de compression de gaz et d'une unité de compression polyphasique comprenant une section de pompage et une section de compression polyphasique pour la compression d'un mélange
20 constitué de gaz acide et d'eau, le gaz acide étant lui même constitué d'un mélange de dioxyde de carbone et d'hydrogène sulfuré.

Le liquide est introduit avec un débit volumique Q_{L1} de 120 m³/hr et le gaz avec un débit volumique Q_{G0} de 4000 Nm³/hr. En sortie de la section de compression monophasique le débit volumique Q_{G1} du gaz est de l'ordre de
25 2300 m³/hr à une pression de l'ordre de 0,33 MPa abs.

Ces valeurs dépendent notamment de la composition du gaz (fractions de H₂S et de CO₂). Elles correspondent à un taux de solubilité de l'ordre de 34 Nm³ de gaz acide par m³ d'eau à une pression de l'ordre de 7.5 MPa abs en sortie de l'unité de compression polyphasique.

30

Cas 2 - figure 3 : ce cas concerne une application spécifique, selon l'invention, de l'agencement de deux sections de compression de gaz et d'une unité de compression polyphasique comprenant une section de pompage et une section de compression polyphasique pour la compression
5 d'un mélange constitué de gaz acide et d'eau.

Le liquide est introduit avec un débit volumique Q_{L1} de 360 m³/hr et le gaz avec un débit volumique Q_{G0} de 13000 Nm³/hr. En sortie de l'unité de compression monophasique le débit volumique Q_{G2} du gaz est de l'ordre de 2000 m³/hr à une pression de l'ordre de 0,9 MPa abs.

10 Ces valeurs dépendent notamment de la composition du gaz (fractions de H₂S et de CO₂). Elles correspondent à un taux de solubilité de l'ordre de 37 Nm³ de gaz acide par m³ d'eau à une pression de l'ordre de 10.5 MPa abs en sortie de l'unité de compression polyphasique.

15 **Cas 3 - figure 4** : ce cas concerne une application spécifique, selon l'invention, de l'agencement de trois sections de compression de gaz et d'une unité de compression polyphasique comprenant une section de pompage et une section de compression polyphasique pour la compression d'un mélange constitué de gaz acide et d'eau.

20 Le liquide est introduit avec un débit volumique Q_{L1} de 850 m³/hr et le gaz avec un débit volumique Q_{G0} de 33000 Nm³/hr. En sortie de l'unité de compression monophasique le débit volumique Q_{G3} du gaz est de l'ordre de 1600 m³/hr à une pression de l'ordre de 2.7 MPa abs.

25 Ces valeurs dépendent notamment de la composition du gaz (fractions de H₂S et de CO₂). Elles correspondent à un taux de solubilité de l'ordre de 40 Nm³ de gaz acide par m³ d'eau à une pression de l'ordre de 15 MPa abs en sortie de l'unité de compression polyphasique.

Dans tous les exemples de réalisation donnés aux figures 2 à 4 l'unité
30 de compression polyphasique pourra comprendre deux sections de

compression agencées conformément aux figures 3 et 5 et à la description correspondante de la demande de brevet FR 97/14.604.

L'unité de compression polyphasique pourra être associée à une unité de traitement ou encore comporter un système de réfrigération tels que
5 décrits à la figure 9 de la demande de brevet précitée.

Selon une autre variante de réalisation, l'unité de compression polyphasique 24 pourra comprendre un moyen de recyclage d'une fraction au moins de la phase liquide prélevée en sortie du dispositif de compression, au niveau du dernier étage ou de l'un des derniers étages. Un tel
10 agencement pourra être réalisé selon le schéma décrit aux figures 10a et 10b de la demande précitée.

L'unité de compression polyphasique pourra être associée à un moyen de régulation de la vitesse.

Il pourra aussi comporter des moyens de mesure, tels que des
15 capteurs de température ou des capteurs de pression, des dispositifs permettant de déterminer le taux de gaz en sortie ou encore la densité du mélange en sortie.

Les différentes variantes sont par exemple décrites dans la demande précitée.

20 Par exemple, les étages d'entrée et de sortie de l'unité de compression polyphasique pourront être adaptés au pompage d'un fluide essentiellement liquide en entrée ou en sortie lorsque le gaz a été totalement dissous lors de son passage dans le dispositif de compression polyphasique.

25 Sans sortir du cadre de l'invention, il est aussi possible d'utiliser un tel agencement pour travailler dans un domaine de fonctionnement de l'unité de compression polyphasique pour laquelle l'efficacité diphasique est optimale ou correspond à une valeur requise par l'opérateur.

Une unité de compression polyphasique peut être caractérisée par
30 des courbes d'efficacité polyphasique exprimée dans un diagramme (GLR,

efficacité polyphasique, rapport des densités de phase) où le GLR est la valeur du rapport gaz sur liquide. La valeur de GLR peut varier entre 0 et 1.

L'unité de compression monophasique sera par exemple dimensionnée pour que la valeur de GLR à l'entrée de l'unité de compression polyphasique permette le fonctionnement dans un domaine D d'efficacité
5 diphasique optimal ou jugé satisfaisant par rapport aux attentes de l'opérateur.

De manière générale, les différentes variantes de réalisations données ci-dessus s'appliquent pour des mélanges formés de gaz acides et d'eau,
10 telle que de l'eau douce, de l'eau salée (de l'eau de formation, de l'eau de mer).

L'invention peut aussi s'appliquer pour comprimer un mélange formé d'un fluide F_1 essentiellement gazeux et d'un fluide F_2 polyphasique ou diphasique.

15 Par exemple le fluide F_1 sera un gaz acide et le fluide F_2 un mélange d'un gaz acide et d'eau.

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définis comme il suit :

5

1 - Système pour comprimer un ou plusieurs fluides (F_1 , F_2), au moins un des fluides F_1 étant essentiellement gazeux, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison :

- 10 ▪ au moins une unité (20) de compression monophasique pour le fluide F_1 , ladite unité étant reliée à un conduit (21) d'arrivée d'un fluide essentiellement gazeux,
- 15 ▪ au moins une unité (24) de compression polyphasique pour l'ensemble des deux fluides F_1 et F_2 , ladite unité de compression polyphasique comportant au moins un conduit (22) d'introduction du fluide essentiellement gazeux F_1 comprimé et au moins un conduit (23) d'introduction du fluide F_2 , un conduit d'évacuation d'un fluide,
- 20 ▪ ladite unité (20) de compression monophasique étant disposée en amont de ladite unité (24) de compression polyphasique, et
- 25 ▪ ladite unité de compression monophasique est dimensionnée pour que la valeur de débit total des fluides $Q_t = Q_{Gi} + Q_{Lj}$ soit inférieure ou égale à la valeur de débit Q_{ham} acceptable par la section de compression polyphasique dans l'unité de compression polyphasique, avec
 - ❖ Q_{Gi} la valeur de débit volumique de la phase gazeuse considérée avant l'entrée de la section de compression polyphasique, et
 - ❖ Q_{Lj} la valeur de débit volumique de la phase liquide considérée avant l'entrée de la section de compression polyphasique.

2 - Système de compression selon la revendication 1 caractérisé en ce que ladite unité de compression monophasique est adaptée pour permettre le
30 fonctionnement de l'unité de compression polyphasique dans un domaine d'efficacité diphasique donné.

3 - Système selon l'une des revendications 1 à 2 caractérisé en ce qu'il comporte un dispositif (32) de mélange d'une partie au moins du fluide F_1 comprimé et du fluide F_2 en amont de l'unité de compression polyphasique, le fluide F_2 étant utilisé pour refroidir le fluide F_1 comprimé à travers l'unité de compression monophasique.

4 - Système selon l'une des revendications 1 à 3 caractérisé en ce qu'il comporte au moins un moyen (42) permettant de refroidir le gaz comprimé à l'aide d'un fluide auxiliaire.

5 - Méthode pour comprimer plusieurs fluides F_1 et F_2 , au moins un des fluides F_1 étant essentiellement gazeux caractérisée en ce qu'elle comporte en combinaison au moins les étapes suivantes :

a) on envoie le fluide essentiellement gazeux F_1 à une unité de compression monophasique, et

b) on introduit le fluide F_1 comprimé et le fluide F_2 dans une unité de compression polyphasique, et

c) l'on comprime le fluide essentiellement gazeux de manière à obtenir une valeur de débit volumique total $Q_{Gi} + Q_{Lj}$ inférieure à une valeur de débit Q_{ham} acceptable par l'unité de compression polyphasique.

6 - Méthode selon la revendication 5 caractérisée en ce que l'on mélange au moins partiellement la phase gazeuse avec la phase liquide avant l'étape b) en utilisant le fluide F_2 pour refroidir le fluide F_1 essentiellement gazeux.

7 - Application du système selon une des revendications 1 à 4 ou de la méthode selon l'une des revendications 5 à 6 à la compression de gaz soluble(s) et de leur solvant liquide, le débit volumique total de ces deux fluides dépassant les capacités de l'unité de compression diphasique.

8 - Application du système selon une des revendications 1 à 4 ou de la méthode selon l'une des revendications 5 à 6 à la compression de gaz acides et d'eau de formation, le débit volumique total de ces deux fluides
5 dépassant les capacités de l'unité de compression diphasique.

1/2

FIG.1

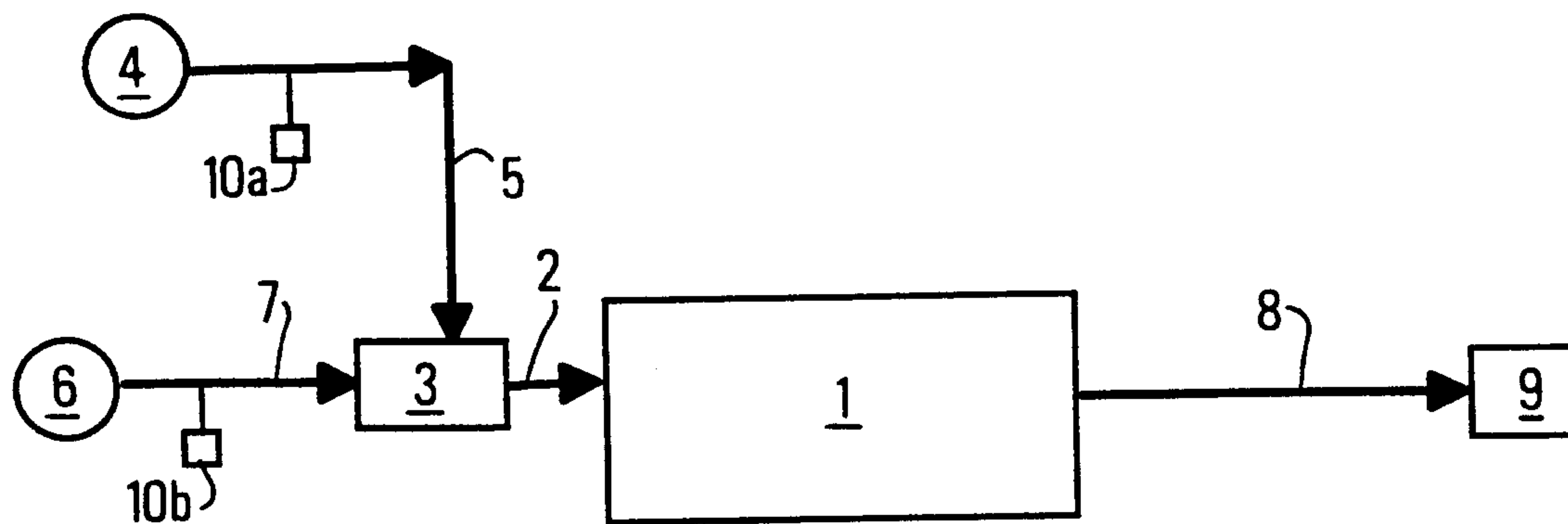
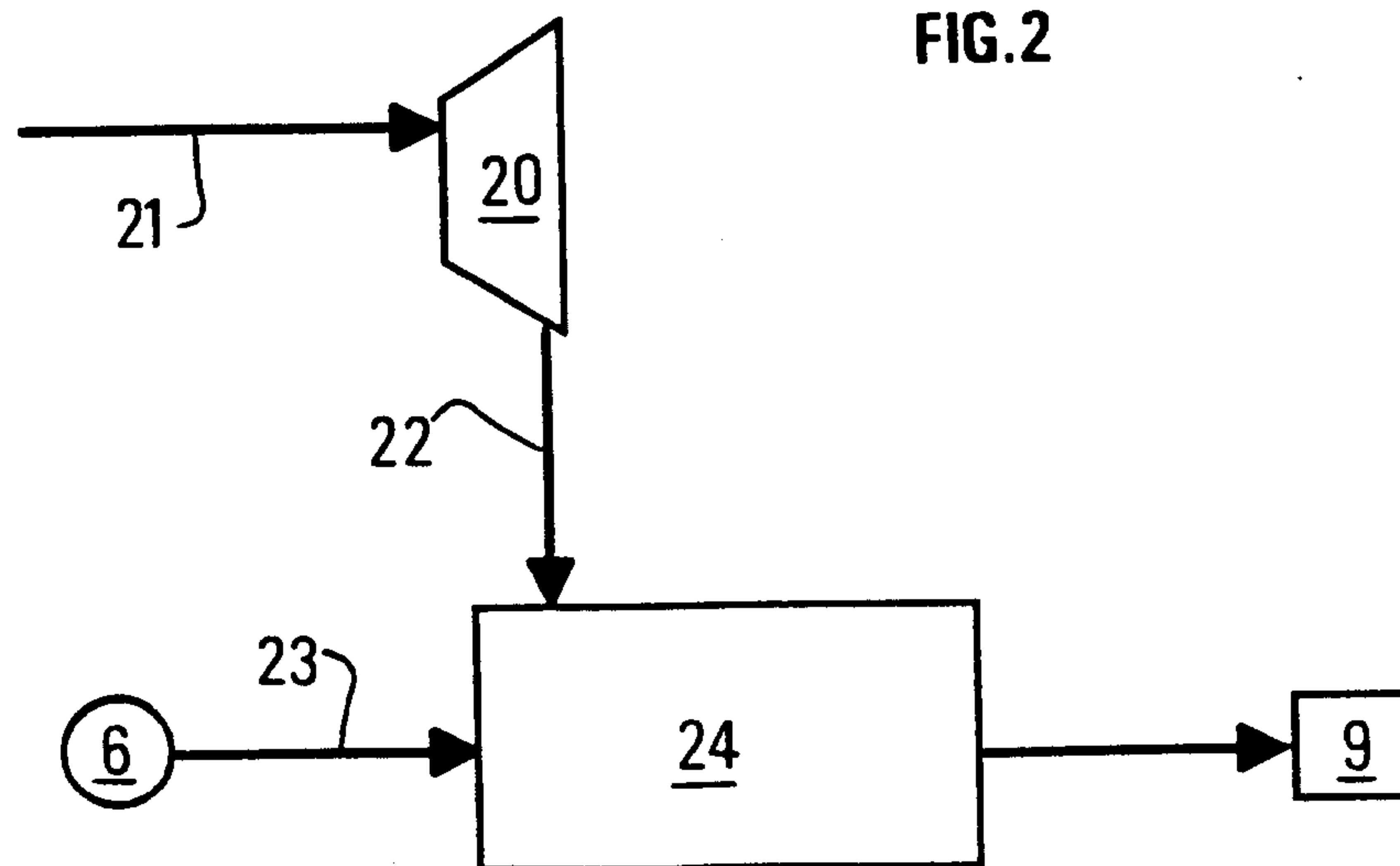


FIG.2



2/2

FIG. 3

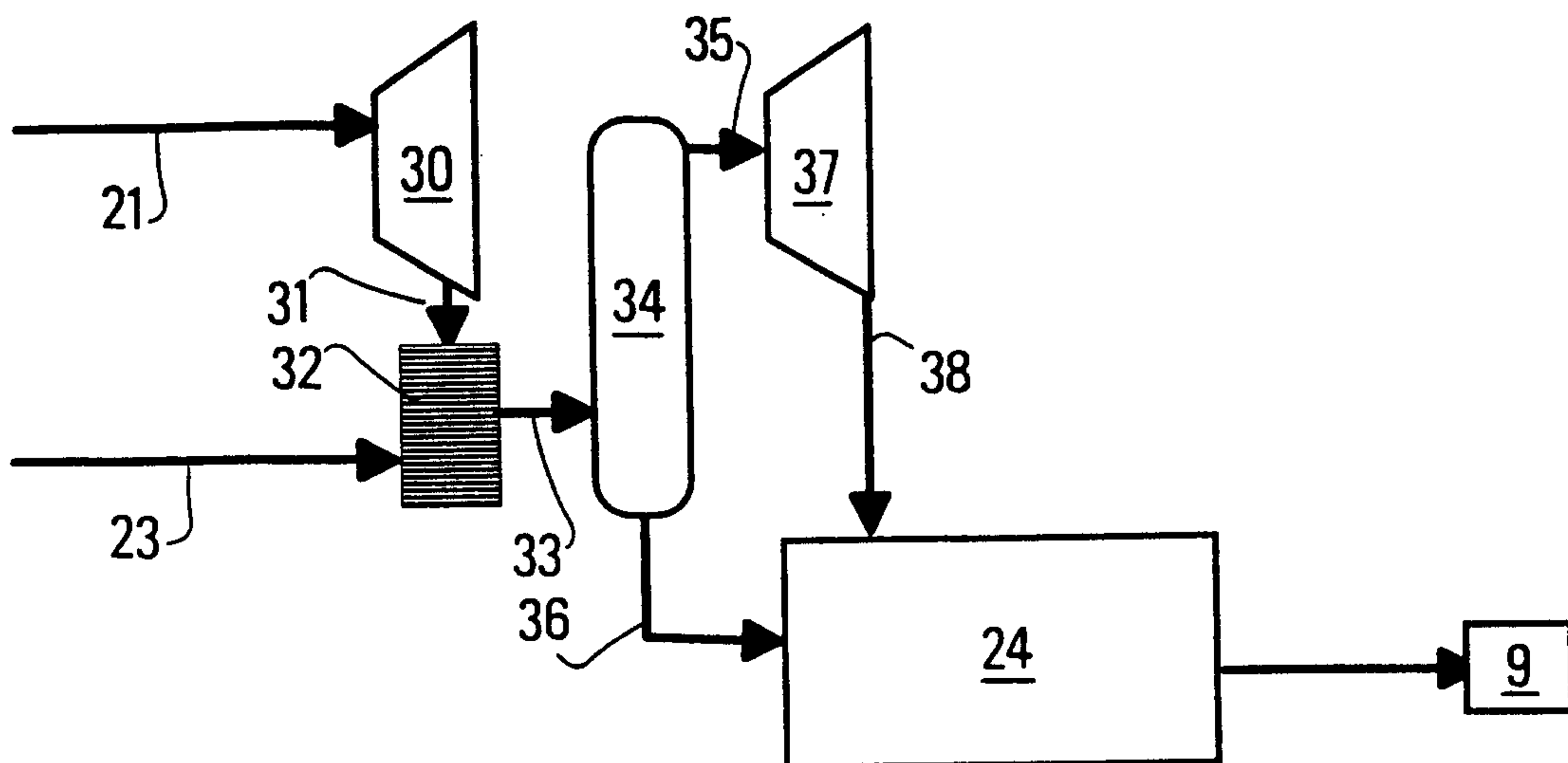


FIG. 4

