[19] المملكة العربية السعودية SA
مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

[11] رقم البراءة: ١٦٧٣
[45] تاريخ المنح: ١٤٢٨/٠١/٠٤ هـ
الموافق: ٢٠٠٧/٠١/٢٣ م

[12] براءة اختراع

[72] اسم المخترع: ليكومت فابريس، ليمير اريك، فيلتارد جين شارلز

[73] مالك البراءة : انستيتيوت فرانسيس دو بترول
عنوانه: ٤ افينيو دي بويس برو، رويل مالمايسون ٩٢٥٠٢، فرنسا

[74] الوكيل: ناصر علي كدسة

[21] رقم الطلب: ٠١٢٢٠٤٨٠

[22] تاريخ الإيداع : ١٤٢٢/٠٨/٠٨ هـ
الموافق : ٢٠٠١/١٠/٢٤ م

[51] التصنيف الدولي[7] :
Int. Cl.[7]:F25J 3/00

[56] المراجع:

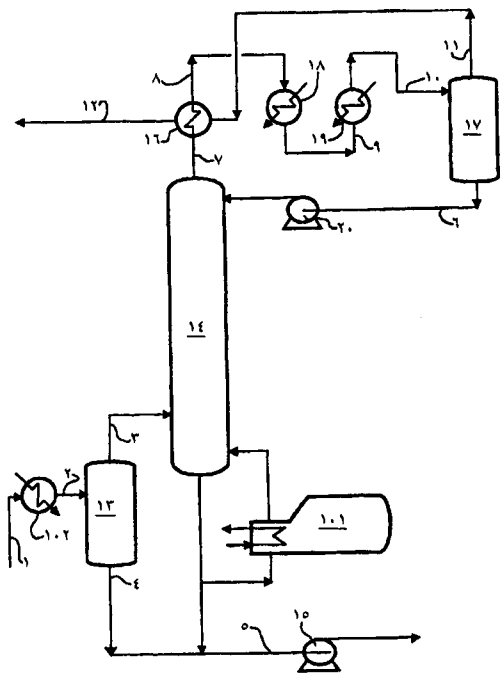
براءة أمريكية	٥٨١٣٢٥٠	١٩٩٨/٠٩/٢٩ م
براءة أمريكية	٥٩٨٣٦٦٣	١٩٩٩/١١/١٦ م
براءة أمريكية	٦٤٠١٤٨٦	٢٠٠٢/٠٦/١١ م

اسم الفاحص: مرزوق بن فلاح العفتان

[54] اسم الاختراع: عملية للمعالجة الأولية Pretreating للغاز الطبيعي المحتوى على غازات حمضية Acid Gases

١٧ عنصر حماية، ٧ أشكال

[57] الملخص: يتعلق الإختراع بعملية process للمعالجة الأولية pretreating للغاز الطبيعي natural gas ذو الحمضية الشديدة very acid المحتوى على كمية وفيرة من hydrogen sulfide (H_2S)، ومن المحتمل أن يكون متحدا مع carbon dioxide (CO_2)، تتكون من على الأقل من مرحلة واحدة والتي يكون فيها الغاز الطبيعي natural gas الأولي ملامسا في عمود التقطير distillation column للسائل المكثف نفسه الذي ينتج من عملية تبريد الجزء الغازي gaseous fraction الذي تم الحصول عليه أثناء مرحلة التلامس المذكورة. يسمح هذا المحلول بإستخراج فعلي وبثمن منخفض لغاز gas غني مع methane، مستنزف في hydrogen sulfide وخالي بصورة حقيقية من كل الماء الذي يحتويه، وطور سائل liquid phase يحتوي على معظم hydrogen sulfide، وجوهريا كل الماء ومستنزف depleted في hydrocarbon. إن عملية التحكم في الظروف الديناميكية الحرارية thermodynamic أثناء المراحل الخاصة بهذه العملية، طبقا للمحتوى المائي للغاز gas أثناء المعالجة، يسمح بالإستنفاذ exhaustion المستمر للماء الموجود في الغاز المذكور بينما يمنع تكوين hydrates.



الشكل (١)

عملية للمعالجة الأولية Pretreating للغاز الطبيعي المحتوى على غازات حمضية Acid Gases

الوصف الكامل

خلفية الإختراع

يتعلق الإختراع بعملية Process المعالجة pretreating الأولية للغاز الطبيعي natural gas ذو الحمضية الشديدة very acid المحتوى على كمية وفيرة من hydrogen sulfide (H_2S)، ومن المحتمل أن يكون مصاحبا مع carbon dioxide (CO_2). عندما يواجه منتج الغاز بمشكلة معالجة غاز طبيعي شديد الحمضية يحتوي مثلا على، أكثر من ٢٠٪ من hydrogen sulfide لكل جزيء جرامي، وبصفة خاصة عندما يعرف أن القدرة الإنتاجية للغاز أكثر من ٢ مليون متر مكعب لكل يوم وأن إنتاج الكبريت يكون غير مبرر إقتصاديا، يواجه منتج هذا الغاز ورطة: حيث أن الجزء الأكبر من hydrogen sulfide يجب أن إزالته بينما تطبق كل من قواعد الأمان والمتطلبات البيئية. أكثر من هذا، فإن المتطلبات الإقتصادية تفرض عليه أقل إستهلاك ممكن للطاقة بالنظر إلى عملية فصل وإزالة hydrogen sulfide.

في بعض الأحيان، إن عملية التخلص من hydrogen sulfide وcarbon dioxide من الغاز الطبيعي يمكن حلها بإعادة حقن الخليط المستخرج في داخل مستودع على حافة النضوب، والذي يوفر تركيبات البنية التحتية لمنشآت إستخراج الكبريت والتي تكون عالية التكاليف وإستهلاكها للطاقة عال.

لكي يتم التمكن من بيع غاز يحتوي على أقل من ٣ جزء في المليون بالحجم hydrogen sulfide، يجب أن تستخدم تقنيات للفصل والتي لها خاصية إختيارية نحو هذا السم، حيث أن الإزالة المتزامنة لكل من carbon dioxide وhydrogen sulfide لاتتضمن نفس متطلبات النقاء. في الواقع، فإن ٢ إلى ٤٪ من حجم carbon dioxide يمكن السماح به في الغاز المعد للبيع. يمكن الوصول لهذا الهدف بواسطة عملية تتضمن مرحلتين، مرحلة الإختزال reduction الجزئي للمحتوى الحمضي بواسطة عملية الفصل الغشائي membrane seperation، تتبع بمرحلة غسيل لذلك الغاز المنقى جزئيا، بواسطة مذيب solvent أو amine انتقائي. في الواقع فإنه من المعروف أن تلك الأغشية الانتقائية تسمح بإنتشار أسرع لأجل hydrogen sulfide وcarbon dioxide أكثر من مجموعة hydrocarbons (وخاصة methane) المحتواه في الغاز الطبيعي. هذه العملية المبدئية البسيطة على الرغم من هذا تتضمن عيوب خطيرة، خاصة عند

إعادة حقن الغاز الحمضي الغني مع hydrogen sulfide في داخل المستودع تحت ضغط عال. مايشار إليه على أنه hydrocarbons في الوثيقة الحالية هو خليط يحتوى بصورة أساسية على methane ونسب قليلة من ethane، propane وbutane.

إن العيب الرئيسي الخاص بالمعالجة الأولية بواسطة النفاذية على غشاء يقع في الحقيقة في أن الغاز النافذ الغني مع hydrogen sulfide وcarbon dioxide يجب استرجاعه بعد الغشاء تحت ضغط في غاية الإنخفاض حتى تكون العملية فعالة. بعد ذلك، لو لم يتوهج الغاز أو لم يرسل إلى منشأة إستخراج الكبريت، يجب إعادة ضغطه بنفس درجة ضغط المستودع، والذي يؤدي إلى تكلفة ضغط عالية وإستهلاك طاقة بصورة كبيرة.

يكون العيب الثاني لعملية النفاذية الغشائية في الحقيقة نتيجة أن هذا الغشاء ليس إنتقائيا بصورة تامة نحو الغازات الحمضية حيث أنه يسمح بإنتشار ضخم لغاز methane في حجرة النفاذية. تمثل خسارة methane المسوق تجاريا نسبة ١٠ إلى ١٥٪ من المنتج المقدم.

من أحد أهداف هذا الإختراع أن تتم المعالجة الأولية للغاز الطبيعي والغني جدا مع hydrogen sulfide وفي carbon dioxide بحيث يمكن إستخدامه وتسويقه بدون الإضرار بالبيئة.

يسمح الإختراع الحالي أيضا بنزع الماء من الغاز المذكورة لإزالة معظم مكوناته الحمضية، في الصورة السائلة، في داخل مستودع يقرب من النضوب.

إن العمل المنفذ بواسطة صاحب الطلب يسمح له بإقتراح، في ظل براءة الإختراع FR-B-2715692، عملية تسمح بإزالة كمية فعلية من الغازات الحمضية الموجودة في الغاز الطبيعي الأولي، مامعناه عند مخرج البئر، تلك العملية التي تسمح لها بساطتها بتوظيفها بسهولة مع الحد الأدنى من الإستثمار.

وفقا للعملية المذكورة، فإن الغاز الطبيعي الأولي يكون ملامسا في قرص drum حلزوني الشكل مع السائل المتكثف نفسه المتكون من تبريد جزيئات الغاز أثناء مرحلة التلامس المذكورة. يسمح هذا المحلول فعليا بإستخراج، بتكلفة في غاية الإنخفاض، غاز غني مع methane ومستنزف في hydrogen sulfide، وطور سائل في قاع القرص مكونا الجزء الرئيسي من hydrogen sulfide، الماء، وخال من hydrcarbon، إن طور السائل المذكور يعاد حقنه لبئر على حافة النضوب. إن العملية الموصوفة في براءة الإختراع FR-B-2715692 على أية حال تتعلق بالعديد من العيوب:

١) وجود الماء في محاليل السائل الغني مع hydrogen sulfide المبرد إلى درجة حرارة منخفضة (حتى -٣٠°مئوية) ربما تؤدي إلى، في الدائرة الكاملة، تكوين hydrates التي فعليا يمكنها أن تسد الأنابيب، أو حتى تدمر العناصر التي تكون الجهاز المستخدم. توصى العملية وفقا لما ذكر سالفا بإستخدام عامل مانع للتموه antihydrate agent، وبصورة مفضلة methanol، لمنع تكوين hydrate خلال تبريد الغازات المتدفقة القادمة من القرص الحلزوني.

توضح الحسابات المنفذة بواسطة المتقدم بالإختراع أنه بالنسبة للشروط الموصوفة في براءة الإختراع FR-B-2715692، من الضروري إستخدام كمية كبيرة من methanol لمنع تكوين hydrate. هكذا، فإن الإنتاج المفترض إلى ١٠٠ ك جزيء جرامي/ ساعة (كيلو جزيء جرامي لكل ساعة) والمحتوى على ٣٠٪ جزيء جرامي من hydrogen sulfide و١٠٪ جزيء جرامي من carbon dioxide يتكون من ٠,٣٥٪ جزيء جرامي من الماء عند درجة حرارة ٥٠°مئوية وعند ضغط ٨ MPa (ميجا باسكال) في المنتج الغاز الأولي، ١,١٢٪ جزيء جرامي من الماء في السائل الحالي الذي يوجد في قاع القرص الحلزوني و٧٠٠ ppm (جزء في المليون) بواسطة جزيء جرامي في السائل المكثف (-٣٠°مئوية و٨ MPa). الآن، ومن أجل منع تكوين hydrate عند -٣٠°مئوية، فإن $MeOH/H_2O$ بنسبة جزيئية جرامية تساوى ١٥ يكون مطلوبا تحت تلك الظروف. هذا يتطلب ١٪ جزيء جرامي من methanol في الطور السائل، أي كمية من ٣٢٠٠ كجم/ ساعة (كجم لكل ساعة) لتدفق ٢٥٠٠٠ ك جزيء جرامي/ ساعة من الغاز. أخيرا، فإن هذا methanol يصعب إسترجاعه لأنه يتم حمله مع تدفق سائل hydrogen sulfide ولايمكن فصله بصورة مرضية. في الحقيقة، فإنه من الصعب من الناحية الحرارية الديناميكية أن يتم فصل مزيج الماء- methanol من المتكثف الغني مع hydrogen sulfide في القرص البارد لأنه، وتحت تلك الظروف السائدة في ذلك القرص، يوجد فقط طور واحد سائل حيث تكون كل المنتجات قابلة للذوبان. بصورة مشابهة، وأثناء التلامس، ونتيجة لضغط بخار النواتج، يتم حمل كمية كبيرة من methanol في نفس الوقت مع النواتج عند قاع العمود ولايمكن له أن يخرج من القمة مع methane.

٢) الحسابات التي يتم إجراؤها توضح أنه، تحت الظروف الموصوفة في براءة الإختراع FR-B-2715692، يتم حمل كمية معقولة من hydrocarbons في نفس الوقت مع الطور السائل المتبقى في قاع القرص الحلزوني. كمثال، تصل كمية الفاقد من hydrocarbon إلى ٨٪ جزيء جرامي تقريبا للحالة التي تمت دراستها سابقا.

أحد أهداف هذا الإختراع هو التغلب على العيوب التي تم ذكرها سابقا.

لقد إكتشف المتقدم بهذا الإختراع، والذي هو من أهداف الإختراع الحالي، أنه من الممكن، وتحت ظروف ديناميكية حرارية مناسبة، تركيز الغاز الطبيعي الأولي في methane بينما تتم إزالة معظم الغازات الحمضية جوهريا كل الماء الذي يحتويه. في التعبير السابق، فإنه من المفهوم أن كمية الماء الموجودة في الغاز النهائى تكون أقل من ٥٠ جزء في المليون لكل جزيء جرامي، وبصورة مفضلة أقل من ١٠ جزء في المليون لكل جزيء جرامي وأكثر تفضيلا أقل من ٥ جزء في المليون لكل جزيء جرامي.

يتعلق الإختراع أيضا بعملية تسمح بمنع تكوين hydrate في كل المراحل الخاصة بالجهاز بما يسمح بتركيز methane المذكور.

طبقا للإختراع الحالي، وبعد معالجة الغاز الطبيعي من بئر الإنتاج طبقا للعملية الحالية، يتم إستخراج غاز نهائى يحتوى على معظم hydrocarbons المحتواه في الغاز المذكور. معظم hydrocarbons تعنى على الأقل ٩٠٪ من hydrocarbons، وبصورة مفضلة على الأقل ٩٥٪ من hydrocarbons وأكثر تفضيلا على الأقل ٩٧٪ من hydrocarbons.

أخيرا، يتميز الإختراع الحالي، بأنه يسمح بتوفير إستخدام عامل مانع للتموه مثل methanol والذي يكون نقله، إستخدامه و/أو إستخراجه مكلف كثيرا و/أو يكون معقدا.

الوصف العام للإختراع

بصورة أكثر عمومية، يتعلق الإختراع بعملية المعالجة الأولية للغاز الطبيعي تحت ضغط يحتوى على hydrocarbons، وعلى الأقل واحد من مركبات hydrogen sulfide الحمضية و carbon dioxide، والماء، حيث:

أ) يتم تبريد الغاز الطبيعي ليتم الحصول على الطور السائل والطور الغازي،

ب) يتلامس الطور الغازي الذي تم الحصول عليه في المرحلة (أ) في عمود التقطير مع الطور السائل الذي يتم الحصول عليه في المرحلة (جـ) للحصول على الطور الغازي والطور السائل،

جـ) يتم تبريد الطور الغازي الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) لينتج الطور السائل والطور الغازي.

فى المرحلة (جـ) من العملية طبقا للإختراع، يمكن تبريد الطور الغازي الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) بواسطة مبادل حراري heat exchange و/أو موسع expander.

طبقا للإختراع فإن العملية يمكن أن تتضمن المرحلة التالية:

د) يتم تبريد الطور الغازي الذي تم الحصول عليه في المرحلة (جـ) بواسطة موسع لإنتاج الطور الغازي والطور السائل الذي تم إعادة تدويره للمرحلة (ب).

طبقا للإختراع فإن العملية يمكن أن تتضمن المرحلة التالية:

هـ) يتم ضغط على الأقل واحد من الأطوار الغازية التي تم الحصول عليها في المرحلة (جـ) والمرحلة (د) بإستخدام الطاقة الناتجة من الموسع.

فى المرحلة (جـ) من العملية وطبقا للإختراع، يمكن تبريد الطور الغازي الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) بواسطة رقبة venturi، والطور السائل المذكور يتم تصريفه في داخل رقبة venturi والطور الغازي المذكور يتم الحصول عليه عند مخرج الأنبوبة المنفرجة الخاصة برقبة venturi. يمكن تبريد الطور السائل المتجمع داخل رقبة venturi لإنتاج السائل المعاد تدويره للمرحلة (ب) والطور الغازي.

يمكن إستخدام الأطوار الغازية التي تم الحصول عليها في المرحلة (جـ) والمرحلة (د) لتبريد الطور الغازي والذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) و/أو لتبريد الغاز الطبيعي في المرحلة (أ).

طبقا للإختراع الحالي، يمكن للعملية أن تتضمن المرحلة التالية:

و) يتم تبخير جزء على الأقل من الطور السائل الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) والمتبخر المذكور عند الجزء الأصغر من الطور السائل يتم إمداده إلى عمود التقطير لتكوين بخار متدفق صاعد في ذلك العمود المذكور.

طبقا للإختراع الحالي، يمكن إستخدام جزء من الحرارة الخاصة بالطور السائل الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) لتسخين الطور الغازي الذي تم الحصول عليه في المرحلة (أ).

فى المرحلة (أ) من العملية طبقا للإختراع، يمكن فصل الطور السائل والطور الغازي في القرص، على الأقل جزء من الطور السائل الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) يمكن أن يتم إمداده إلى ذلك القرص.

يمكن للظروف العاملة بتلك العملية طبقا للإختراع أن تكون كالتالي:

- عمود تقطير المرحلة (ب).

درجة الحرارة °مئوية= -٢٠°مئوية إلى ١٠٠°مئوية، وبصورة مفضلة -١٥°مئوية إلى ٧٠°مئوية.

ضغط > ١ ميجاباسكال مطلق، وبصورة مفضلة ٤ إلى ١٠ميجاباسكال مطلق.

- الضغط ودرجة حرارة التبريد في المرحلة (جـ)

درجة الحرارة °مئوية= -١٠٠°مئوية إلى +٣٠°مئوية، بصورة مفضلة -٤٠°مئوية إلى صفر°مئوية.

الضغط > ١ ميجاباسكال، بصورة مفضلة ٤ إلى ١٠ميجاباسكال

- درجة الحرارة التي يتم تبريد الغاز الطبيعي لها في المرحلة (أ).

صفر إلى ٥٠°مئوية، بصورة مفضلة ٢٠ إلى ٤٠°مئوية.

طبقا للإختراع الحالي، فإن الضغط الجزئي لأجل hydrogen sulfide في الغاز الطبيعي يمكن أن يكون على الأقل ٠,٥ ميجاباسكال، وبصورة مفضلة على الأقل ١,٥ ميجاباسكال. يمكن لعمود التقطير أن يتضمن ثلاث مراحل نظرية على الأقل، وبصورة مفضلة من ٤ إلى ٦ في المرحلة (أ)، يمكن للغاز الطبيعي أن يكون تحت ضغط يتراوح بين ٦,٥ ميجاباسكال و١٢ ميجاباسكال، وعند درجة حرارة أعلى من ١٥°مئوية.

يمكن للأطوار السائلة التي يتم الحصول عليها في المرحلتين (أ) و(ب) أن تدخل في البئر.

هكذا، فإن واحدة من خصائص تلك العملية طبقا للإختراع الحالي تقع في كيفية التحكم في الظروف الديناميكية الحرارية (الضغط والحرارة على سبيل المثال) طبقا لطبيعة الغاز المعالج (وبصورة خاصة المحتوى المائي)، فإن هذا التحكم يسمح بالإستهلاك المستمر للماء المحتوى في الغاز المذكور في الوقت الذي يتم فيه منع تكوين hydrate. بصورة عامة، طبقا للعملية الحالية سوف يتم إستخدام عمود تقطير distillation column يسمح بالإستهلاك المستمر للمحتوى المائي من قاع إلى قمة هذا العمود، من أجل إستخراج غاز خال جوهريا من الماء الذي كان يحتويه عند قمة العمود المذكور، أي تشتمل على كمية من الماء أقل من حد تكوين hydrate عند أقل درجة حرارة يتم الوصول إليها أثناء المرحلة (جـ) والخاصة بعملية التبريد والتكثيف التمددى. بصورة خاصة، طبقا للإختراع، سوف يتم إدخال الغاز المشبع بالماء والذي تم الحصول عليه في المرحلة (أ) عند مستوى منخفض كاف من العمود، أي عند درجة حرارة عالية كافية، لمنع تكوين hydrate. من أجل هذا يجب أن يحتوى العمود المذكور على عدد كاف من المراحل النظرية للسماح بإستنفاذ الماء وللحصول على درجات حرارة متدرجة مابين القمة الباردة وقاع العمود. أكثر من هذا، فإن إضافة مرجل لإعادة الغلى يسمح بصورة مميزة بالإبقاء على درجة حرارة

عالية كافية في العمود ومن ثم منع تكوين hydrate، والتقليل و/أو التحكم في الكميات المفقودة من hydrocarbons.

شرح مختصر للرسومات

الخصائص والمميزات الأخرى للإختراع سوف تكون واضحة من قراءة الوصف والتوازن المادي والمعطى لاحقا من خلال مثال غير حصري، بالإشارة إلى الرسومات المصاحبة حيث:

- شكل ١ يوضح مخطط للعملية طبقا للإختراع،
- شكل ٢ يوضح تشكيلة متغيرة لدورة التبريد عند قمة عمود التقطير،
- شكل ٣ يوضح بصورة بيانية تحسين العملية عند مدخل عمود التقطير،
- شكل ٤ يوضح شكل متغير من العملية،
- شكل ٥ يوضح شكل متغير من العملية طبقا للإختراع بإستخدام موسع،
- شكل ٦ يوضح شكل متغير من العملية طبقا للإختراع بإستخدام فاصل من نوع رقبة venturi،
- شكل ٧ يوضح فاصل من نوع رقبة venturi.

الوصف التفصيلي

فى تجسيد للعملية طبقا للإختراع (شكل ١)، فإن غاز طبيعي غني جدا بالحمض متدفق من بئر الإنتاج خلال خط line أو أنبوب pipe (١) عند ضغط ٨ ميجاباسكال وعند درجة حرارة ٥٠°مئوية، مشبع بالماء (٣٦٠٠ جزء في المليون لكل جزيء جرامي) ويحتوى على ٣٢٪ جزيء جرامي من hydrogen sulfide، ١١٪ جزيء جرامي من carbon dioxide و٥٧٪ methan (أقل من ١٪ جزيء جرامي من C_2+) يتم إمداده في المبادل exchanger (١٠٢) حيث يتم تبريده إلى ٣٠°مئوية. يتم إمداد السائل المتدفق خارجا من المبادل (١٠٢) إلى الفاصل separator (١٣) من خلال خط أنابيب (٢)، ويتم تفريغ الطور السائل الذي يحتوى بصورة أساسية على الماء وكمية ضئيلة جدا من مركبات الحمض الذائبة من خلال خط أنابيب (٤). يتم تفريغ الغاز الطبيعي المشبع مع ١٥٥٠ جزء في المليون لكل جزيء جرامي من الماء، والمحتوى على غازات حمضية من خلال خط أنابيب (٣). هكذا فإن عملية التبريد داخل المبادل (١٠٢) تسمح بالحصول على غاز ذو محتوى مائي أكثر إنخفاضا.

يتم إدخال الغاز المتدفق من خلال خط الأنابيب (٣) على لوحة في قاع bottom العمود column (١٤). يتم تشغيل العمود عند ضغط يساوى ٧,٩٧ ميجاباسكال، يتم إمداد قاع العمود (١٤) بمرجل لإعادة الغلى reboiler (١٠١) وتكون درجة حرارته تقريبا ٧٠°مئوية. تستقبل قمة

العمود تدفقا للسائل المتكثف من خلال خط الأنابيب (٦) وتكون عند درجة حرارة ٥°مئوية تقريبا. يحتوى هذا العمود على إما ألواح plates تقطير تقليدية، أو حزمة مكومة أو موزعة عشوائيا. يسمح العمود بإزالة الماء من الغاز والحصول على درجة حرارة عالية كافية لمنع تكوين hydrate (تكون درجة الحرارة على سبيل المثال فوق ٢٠°مئوية داخل لوح الإمداد). هكذا يتم الحصول على سائل يتكون من أكثر من ٧٥٪ من hydrogen sulfide، والباقى يتكون من ماء وكمية قليلة من methane يتم حمله معه، يتم الحصول على هذا السائل عند قاع العمود. الغاز الذي يتكون بصورة أساسية من hydrogen sulfide، وcarbon dioxide، وmethane ولايحتوى تقريبا على الماء (٠,٣ جزء في المليون لكل جزيء جرامي)، يتم الحصول عليه عند قمة العمود في خط الأنابيب (٧).

يتم تفريغ السائل المحتوى على hydrogen sulfide من الغاز المنقى خلال خط الأنابيب (٥) بواسطة مضخة pump (١٥) تحت ضغط ٣٨ ميجاباسكال حتى يتم إعادة حقنه في البئر لكي يتم قبوله بصورة محتملة.

يتم تمرير الطور الغازي خلال أنظمة تبريد متعددة. أولا مبادل الغاز- الغاز gas-gas exchanger (١٦) مع، على الجانب البارد، الغاز الحالي جزئيا من المركبات الحمضية، الذي يتم إنتاجه بواسطة قرص الفصل seperating drum (١٧)، عند درجة حرارة -٣٠°مئوية. يتم الحصول على مائع عند -٥°مئوية تقريبا في خط الأنابيب (٨)، والذي يتم إمداده إلى داخل المبادل (١٨)، مثل مبرد propane، والذي يتدفق منه خلال خط الأنابيب (٩) عند درجة حرارة -١٠°مئوية. أخيرا، يصل المائع إلى آخر مرحلة تبريد cooling stage (١٩) والذي يتدفق منها خلال خط الأنابيب (١٠) عند -٣٠°مئوية.

يتم إمداد تدوير المائع الذي يلقم في خط الأنابيب (١٠) إلى داخل قرص الفصل (١٧). يكون القرص عند درجة حرارة -٣٠°مئوية وعند ضغط ٧,٨٨ ميجاباسكال. يتم الحصول على كل من غاز محرر جزئيا من المركبات الحمضية acid compounds (١١) ومتكثف غني مع hydrogen sulfide وcarbon dioxide (٦). يظل التدوير المتكثف الذي يمر في خط الأنابيب (٦) يحتوى على methane، والذي سوف يتم تفريغه بواسطة مضخة (٢٠) ويستخرج بصورة رئيسية في العمود (١٤).

أخيرا، لقد تم ملاحظة فقدان ٢٥٠ كيلو جزيء جرامي/ ساعة من methane، أي أقل من ٢٪ جزيء جرامي من الكمية الموجودة في التلقيم. يتم تحرير غاز التلقيم من ٥٥٦٠ كيلو جزيء

جرامي/ ساعة من hydrogen sulfide، أي ٧١٪ لكل جزيء جرامي من الكمية الموجـــودة فـــي التلقيم. على أية حال، فإن الميزة الرئيسية للعملية أنها دائما ماتسمح بالحصول على كسور الجـــزئ الجرامي من الماء ودرجات الحرارة والتي يستحيل معها تكوين hydrate. يعزى هذا علـــى وجـــه الخصوص إلى إستخدام القرص (١٣) الذي يسمح بإختزال نسبة الماء الموجودة في الغـــاز وإلـــى إستخدام العمود (١٤).

جدول ١ الموضح لاحقا يبين، من أجل التجسيدات الموصوفة عاليه، توازن المواد الخام والتي يتم الحصول عليها أثناء المراحل المختلفة للعملية:

جدول ١

خط	١	٣	٤	٥	٦	٨	١١
درجة الحرارة (°مئوية)	٥٠	٣٠	٣٠	٧٠,٤	٣٠-	٤,٧-	٣٠-
الضغط (MPa)	٨	٧,٩٧	٧,٩٧	٧,٩٧	٧,٨٨	٧,٩٤	٧,٨٨
الكتلة الجزيئية الجرامية	٢٤,٨	٢٤,٩	١٨,٤	٣٣,٨	٢٩,٤	٢٥,١	٢١,٨
معدل التدفق الجزيئى الجرامي (kmol/h)							
H_2O	٨٩,٦	٣٨,٦	٥١	٨٩,٦	*.	*.	*.
N_2	٩,٧	٩,٧	*.	*.	١,٦	١١,٣	٩,٦
carbon dioxide (CO_2)	٢٦٤٢,١	٢٦٤٢	٠,٢	٤٠١,٧	٢٨١٢,٤	٥٠٥٢,٩	٢٢٤٠,٥
hydrogen sulfide (H_2S)	٧٨٢٢,٣	٧٨٢١,٣	١	٥٥٥٩,٥	٥٨٨٦,٢	٨١٤٩,١	٢٢٦٢,٨
Methane	١٤٠٩٥,١	١٤٠٩٥	٠,١	٢٤٩,٥	٥١٦٣	١٩٠٠٨,٦	١٣٨٤٥,٦
Ethane	١١٤,٦	١١٤,٦	*.	١٦,٩	١٠٧,٢	٢٠٤,٩	٩٧,٧
Propane	٤٤,٣	٤٤,٣	*.	٢٤,٧	٤٦,٨	٦٦,٤	١٩,٦
Butane	٥,٩	٥,٩	*.	٥,٧	١,١	١,٣	٠,٢
Pentane	٢,٧	٢,٧	*.	٢,٧	*.	*.	*.
إجمالى (kmol/h)	٢٤٨٢٦,٢	٢٤٧٧٤	٥٢,٣	٦٣٥٠,٢	١٤٠١٨,٤	٣٢٤٩٤,٤	١٨٤٧٦

* أقل من ٠,٠٥.

إن تشكيل آخر محتمل للجهاز الموصوف في شكل ١ والذي يسمح بتوظيف وتطبيـــق العمليـــة الحالية موضح في الشكل ٢. إن التعديلات ذات الصلة بشكل ١ تتعلق بشكل الدورة البـــاردة عنـــد

قمة العمود (١٤). المبادلان (١٨) و(١٩) موجودان في المثال السابق، ولكن تدوير التدفق الذي يمر في خط الأنابيب (٩) عند درجة حرارة -١٠°مئوية يتم إرساله إلى قرص الفصل (٢٥). يستقبل هذا القرص أيضا، ومن خلال مضخة (٢٣)، السائل الآتى من القرص (١٧) من خلال خط الأنابيب (٢٢)، عند درجة حرارة -٣٠°مئوية. إن قرص (٢٥) ينتج غازا يتم حمله من خلال خط الأنابيب (٢١)، والذي يتم إرساله إلى مبادل propane المبخر (١٩) حتى يتم تبريده إلى -٣٠°مئوية في خط الأنابيب (١٠). إن السائل الآتى من القرص (٢٥) عند درجة -١٢°مئوية (خط الأنابيب (٦)) يتم ضخه بواسطة مضخة (٢٤) ويتم إستخدامه كإعادة تكثيف البخار للعمود (١٤). أخيرا، فإن الطور البخارى للقرص (١٧) والذي يمر في خط الأنابيب (١١) هو الغاز الذي تم تحريره جزئيا من المركبات الحمضية.

يسمح هذا التخطيط بالحصول على سائل معاد تكثيفه عند -١٢°مئوية بدلا من -٣٠°مئوية، ومن ثم قمة عمود أقل برودة. هذا أيضا يسمح بتوزيع الطاقة المبردة بصورة مثالية حتى يتم إمدادها في المبادلين (١٨) و(١٩). في الحقيقة، فإنه من الأوفر إقتصاديا أن يتم إمداد الطاقة عند مستوى درجة حرارة -١٠°مئوية بالمقارنة بالمستوى -٣٠°مئوية.

وقد تم وصف تشكيل آخر محتمل للجهاز في شكل ١ تم توضيحه في شكل ٣. يأخذ هذا التعديل في إعتباره إضافة مبادل حراري (٣٠) من نوع تغذية- حبيب عند مدخل العمود (١٤). يستقبل هذا المبادل (٣٠) الطور البخاري من القرص (١٣) خلال الخط (٣)، وهكذا يتم تسخين أولي للطور البخارى المذكور بواسطة تبادل حراري غير مباشر مع الجزء السائل الآتي من العمود (١٤) خلال خط الأنابيب (١٣). هكذا يتم الحصول على تدفق (الخط (٣٢)) يمكن أن يصل لدرجات حرارة تصل إلى ٤٥°مئوية عند مدخل العمود. يمثل التدفق (الخط (٣١)) المأخوذ من السائل عند قاع العمود (١٤) جزء من أو كل السائل الناتج بواسطة العمود طبقا لمصدر الحرارة المرغوب في المبادل (٣٠). حينئذ، تتم إعادة السائل عند مخرج المبادل (٣٠) من خلال الخط (٣٣) مع المنتجات السائلة (خطوط (٤) و(٥)) من أجل إعادة حقنها في داخل البئر.

هذا التشكيل يسمح، عند الحاجة، بالحصول على درجة حرارة عالية لحد ما في العمود (١٤).

تم توضيح تشكيل آخر محتمل في شكل ٤. يسمح بإعادة دوران جزء من السائل من قاع العمود (١٤) خلال الخط (١٤) إلى القرص (١٣). يعتمد معدل إعادة الدوران على التركيب النسبى لأجل hydrogen sulfide في الغاز الخام.

ويسمح هذا النظام بالحصول على كسر من الجزئ الجرامي منخفض خاص بالماء الموجود في الطور السائل في العمود (١٤) وليمنع مشاكل hydrate في الحالات الأكثر خطورة.

بصورة مشابهة فإنه من الممكن تكوين أى تجميعات من هذه المخططات المختلفة من أجل الحصول على تشكيل مثالى لجهاز التلقيم المحدد.

تشكيل آخر محتمل للجهاز الموصوف في شكل ١، بما يسمح بتطبيق العملية الحالية، تم توضيحه في شكل ٥. التعديل المرتبط بشكل ١ يأخذ في الإعتبار وسائل التبريد المستخدمة لتبريد السائل الذي يدور في الخط (٨).

فى شكل ٥، يتم إرسال التدفق المفرغ من المبادل (١٦) خلال الخط (٨) عند درجة حرارة -٥٥°مئوية إلى قرص الفصل (٣٥). هذا القرص (٣٥) يسمح بفصل حبيب سائل غني بالمركبات الحمضية، والمفرغ خلال الخط (٤٥)، وغاز، المفرغ من خلال الخط (٣٦). يؤدي خط (٣٦) بالغاز إلى داخل الموسع expander (٣٧) حيث يتعرض إلى تمدد متساو التغير. التدفق الخارج من الموسع (٣٧) يكون عند درجة حرارة منخفضة (تقريبا -٣٠°مئوية) ويتم إرساله خلال الخط (٣٨) إلى قرص الفصل (٣٩). يتم تفريغ الغاز المحرر جزئيا من المركبات الحمضية من القرص (٣٩) خلال الخط (٤٠) ويتم تفريغ المتكثف الغني مع hydrogen sulfide وcarbon dioxide من القرص (٣٩) خلال الخط (٤٦). تتم عملية فصل الغاز المحرر جزئيا من المركبات الحمضية وفصل المتكثف الغني مع hydrogen sulfide وcarbon dioxide بواسطة قيمة ضغط منخفضة في القرص (٣٩) بسبب تمدد الغاز في الموسع (٣٧). يرتفع ضغط المتكثف الدائر في الخط (٤٦) بواسطة مضخة (٤٧) ويتم خلطه بتيار من السائل القادم من القرص (٣٥) خلال خط الأنابيب (٤٥). يتم إعادة تدوير هذا الخليط إلى عمود التقطير (١٤) خلال مضخة (٢٠).

يمكن إستخدام الغاز القادم من القرص (٣٩) خلال خط (٤٠) كمبرد في المبادل (١٦)، وبعد ذلك في المبادل (١٠٢). يتم إرسال هذا الغاز عند مخرج المبادل (١٠٢) خلال خط (٤٢) إلى مكبس compressor (٤٣) حتى يتم إعادة كبسه قبل خروجه خلال خط الأنابيب (٤٤). يمكن تأمين المكبس (٤٣) إلى موسع (٣٧) بحيث يستخدم الشغل الناتج عن التمدد متساوى التغير كمصدر للطاقة. كما يمكن أيضا كبس الغاز القادم من المستودع (٣٩) بواسطة مكبس ثاني يتم إمداده بطاقة بواسطة مصدر خارجى للعملية الخاصة بالإختراع حتى يتم التعويض عن الطاقة المفقودة نتيجة التمدد والكبس الذي يقوم بها كلا من الموسع (٣٧) والمكبس (٤٣).

يوضح جدول ٢ المبين لاحقا، والمتعلق بالتجسيدات الموصوفة بعلاقته بشكل ٥، توازن المواد الخام التي تم الحصول عليها:

جدول ٢

خط	١	٨	٣٦	٤٠	٤٤
درجة الحرارة (°مئوية)	٥٠	٥-	٥-	٣٠-	٤٩
ضغط (MPa)	١٠	٩,٩٥	٩,٩٥	٥,١	٧,٧
معدل التدفق الجزيئى الجرامي (kmol/h)					
ماء (H_2O)	٧٥,٣	٠,٤	٠,٢	*٠	*٠
نيتروجين (N_2)	٨,١	٨,٩	٨,٧	٨,٧	٨,٨
(CO_2) carbon dioxide	٢٢١٩,٤	٣٣٢٠	٣٠٣٠	٢١٥٥,٨	٢١٤٩,٥
(H_2S) hydrogen sulfide	٦٥٧٠,٧	٦١٧٦,١	٥٣٠١,٥	١٩٨٧,٣	١٩٦١,١
Methane	١١٨٣٩,٨	١٤٢٥١,١	١٣٦٤٢,٧	١٣٣٧٩,٢	١٣٣٩٠,٥
Ethane	٩٦,٢	١٣٧	١٢٥,٦	٩٩,٣	٩٩,٣
Propane	٣٧,٢	٤٤	٣٨,٣	١٨,٧	١٨,٦
Butane	٥	٢,٢	١,٨	٠,٤	٠,٤
Pentane	٢,٣	٠,٣	٠,٢	*٠	*٠
إجمالى (kmol/h)	٢٠٨٥٤	٢٣٩٤٠	٢٢١٤٨,٩	١٧٦٤٩,٤	١٧٦٢٨,١

* أقل من ٠,٠٥.

وهناك إحتمال آخر لتشكيل الجهاز الموصوف في شكل ١، يسمح بتطبيق العملية الحالية، وموضح في الشكل ٦. يهتم التعديل الخاص بشكل ١ بأدوات التبريد المستخدمة لتبريد السائل الذي يمر في خط أنابيب (٨).

فى شكل ٦ يتم إرسال التدفق المفرغ من المبادل (١٦) خلال خط الأنابيب (٨) عند درجة حرارة -٥٥°مئوية خلال جهاز الفصل الخاص برقبة venturi (٥٠).

يوضح الشكل ٧ بالتفصيل جهاز الفصل الخاص برقبة venturi (٥٠). الذي يتكون من خط مدخل inlet line (٦٠) يعمل على توفير الغاز الذي سوف تتم معالجته. يمتد هذا الخط (٦٠) ليصبح أنبوبة منفرجة convergen tube (٦١)، وبعد ذلك يتواصل مع أنبوبة ذات قطر أصغر (٦٢) بالمقارنة بخط الأنابيب (٦٠). هذه الأنبوبة (٦٢) تكون رقبة venturi. هكذا، يتعرض الغاز الملقم داخل خط الأنابيب (٦٠) إلى زيادة في السرعة والتي يمكن أن تصل إلى سرعة فوق صوتية داخل رقبة venturi (٦٢). تسمح الزيادة في السرعة هذه بتمدد متساو التغير، أي إنخفاض ضغط ودرجة حرارة الغاز داخل رقبة venturi (٦٢). تتكاثف المركبات الحمضية على هيئة قطرات دقيقة، في حالة إحتواء مركبات حمضية. توفر أجنحة دلتا delta wings (٦٣)

المرصوصة داخل رقبة venturi (٦٢) حركة دوامية للغاز حتى يضغط القطرات المتكثفة مقابل الجدار الداخلي لرقبة venturi (٦٢) على هيئة طبقة سائلة رفيعة. تسمح الفتحة المحيطية circumferential slot (٦٤) والمتراصة على طول مجرى التيار من أجنحة دلتا (٦٣) داخل رقبة venturi (٦٢) بالحصول على طبقة سائلة رقيقة داخل القرص enclosure (٦٥) وتفرغ خلال خط الأنابيب (٦٦). على طول مجرى التيار من الفتحة (٦٤)، يعانى الغاز المفصول من القطرات المتكثفة من إنخفاض في السرعة خلال الأنبوبة المنفرجة (٦٧). يصاحب هذا الإنخفاض في السرعة بزيادة في ضغط ودرجة حرارة الغاز عند مخرج الأنبوبة المنفرجة (٦٧). يمكن لهذا النوع من جهاز الفصل أن يكون، على سبيل المثال TWISTER Supersonic Separator والذي يتم تسويقه من شركة TWISTER BV.

فيما يتعلق بشكل ٦، فإن الغاز الذي يتم تلقيمه داخل جهاز الفصل (٥٠) يتمدد بشكل متساو التغير داخل رقبة venturi ثم يبرد (٣ ميجا باسكال و-٤٦°مئوية). هكذا، فإن الإنسياب الغني مع hydrogen sulfide يتم تكثيفه في داخل رقبة venturi. هذا الإنسياب يتم تجميعه داخل رقبة venturi، ثم يفرغ خلال خط الأنابيب (٥١). عند مخرج رقبة venturi، يمر الغاز داخل الأنبوبة المنفرجة والتي تسمح لضغطه ودرجة حرارته بالإرتفاع (٧,٥ ميجا باسكال و١٩٠°مئوية). يتدفق الغاز خارجا من جهاز الفصل (٥٠) خلال خط (٥٢). جهاز الفصل الخاص برقبة venturi هو أداة تبريد غازية لاتتطلب إمدادا بالطاقة.

حيث أن التدفق الدائر في الخط (٧) له فقط محتوى منخفض من الماء (تقريبا ١٦ جزء في المليون لكل جزيء جرامي)، فلاتتكون hydrate داخل جهاز الفصل (٥٠) أو في السائل المنساب الذي يتم الحصول عليه خلال خط الأنابيب (٥١). هكذا، فإن العملية طبقا للإختراع لاتتطلب إستخداما مستمرا لعامل مضاد hydrate. الإنسياب الدائر في خط الأنابيب (٥١) يتم تبريده إلى -٣٠°مئوية خلال مبادل حراري (٥٣) والذي يمكن له إستخدام مبرد propane. يتم إرسال الإنسياب المبرد إلى القرص (٥٥) خلال الخط (٥٤). وينتج القرص (٥٥) سائلا إنسيابيا غنيا مع hydrogen sulfide يتم تفريغه خلال خط الأنابيب (٥٦) وغازا يتم تفريغه خلال خط (٥٧). هذا الغاز الدائر في الخط (٥٧) يتم إعادة خلطه مع الغاز الدائر داخل خط الأنابيب (٥٢) لإنتاج خليط من الغاز يمر في خط الأنابيب (٥٨). يستخدم هذا الخليط الغازي كمبرد داخل المبادل (١٦)، ثم داخل المبادل (١٠٢) قبل تصديره خارجا. يتم إرسال الإنسياب السائل الذي يمر في خط الأنابيب (٥٦) بواسطة مضخة (٢٠) إلى عمود التقطير (١٤).

يبين جدول ٣ الموضح لاحقا، من أجل التجسيدات الموصوفة والمتعلقة بشكل ٣، توازن الخامات التي يتم الحصول عليها:

جدول ٣

خط	١	٨	٥٢	٥٧	٥٨
درجة الحرارة (°مئوية)	٥٠	٥-	١٩	٣٠-	١٥,٤
ضغط (MPa)	١٠	٩,٩٥	٧,٥	٧,٥	٧,٥
معدل التدفق الجزيئى الجرامي (kmol/h)					
ماء (H_2O)	٧٥,٣	٠,٤	*	*	*
نيتروجين (N_2)	٨,١	٨,٩	٧,١	٠,٧	٧,٨
(CO_2) carbon dioxide	٢٢١٩,٤	٣٣٢٠	١٥٨٤,٥	٨٣,٩	١٦٦٨,٤
(H_2S) hydrogen sulfide	٦٥٧٠,٧	٦١٧٦,١	١٠٨٥,٦	٩٦,٥	١١٨٢,١
Methane	١١٨٣٩,٨	١٤٢٥١,١	١٠٩٥٣,٥	٦١٩,٤	١١٥٧٢,٩
Ethane	٩٦,٢	١٣٧	٧٩,٩	٣,٤	٨٣,٣
Propane	٣٧,٢	٤٤	١٢,٤	٠,٨	١٣,٢
Butane	٥	٢,٢	٠,٢	*	٠,٢
Pentane	٢,٣	٠,٣	*	*	*
إجمالى (kmol/h)	٢٠٨٥٤	٢٣٩٤٠	١٣٧٢٣,٢	٨٠٤,٧	١٤٥٢٧,٩

* أقل من ٠,٠٥.

عناصر الحماية

١ ١- عملية process من أجل المعالجة الأولية للغاز الطبيعي natural gas تحت ضغط الذي يحتوى
٢ على hydrocarbons، على الأقل واحد من المركبات الحمضية hydrogen sulfide و carbon
٣ dioxide، وماء، مشتملة على المراحل:
٤ (أ) تبريد الغاز الطبيعي natural gas لإنتاج الطور السائل liquid phase والطور الغازي gas
٥ phase،
٦ (ب) تلامس الطور الغازي gas phase والذي تم الحصول عليه في المرحلة (أ) في عمود
٧ التقطير distillation column مع الطور السائل liquid phase الذي تم الحصول عليه في
٨ المرحلة (جـ) لإنتاج طور غازي gas phase وطور سائل liquid phase، و
٩ (جـ) تبريد الطور الغازي gas phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) لإنتاج طور
١٠ سائل liquid phase وطور غازي gas phase، حيث تكون ظروف التشغيل كما يلى:
١١ - عمود التقطير في المرحلة (ب)
١٢ درجة الحرارة (°مئوية) = -٢٠°مئوية إلى ١٠٠°مئوية
١٣ الضغط > ١ ميجا باسكال مطلق.
١٤ - الضغط ودرجة حرارة التبريد في المرحلة (جـ)
١٥ درجة الحرارة (°مئوية) = -١٠٠°مئوية إلى +°مئوية
١٦ الضغط > ١ ميجا باسكال،
١٧ - درجة الحرارة التي يتم عندها تبريد الغاز الطبيعي natural gas المذكور في المرحلة (أ)
١٨ من صفر°مئوية إلى ٥٠°مئوية.

١ ٢- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث في المرحلة (جـ)، يتم تبريد الطور
٢ الغازي gas phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) بواسطة المبادل الحراري heat
٣ exchanger.

١ ٣- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ٢، متضمنة إضافيا المرحلة:
٢ (د) يتم تبريد الطور الغازي gas phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (جـ) بواسطة الموسع
٣ expender لإنتاج الطور الغازي gas phase والطور السائل liquid phase والذي تتم إعادة
٤ تدويره إلى المرحلة (ب).

١ ٤- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ٣، متضمنة إضافيا المرحلة:

كبس واحد على الأقل من الطور الغازي gas phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (جـ) والطور الغازي gas phase الناتج في المرحلة (د) باستخدام الطاقة الناتجة من الموسع expander.

٥- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ٣، حيث على الأقل واحد من الطوار الغازي gas phase التي تم الحصول عليه في المرحلة (جـ) والمرحلة (د) يتم إستخدامه لتبريد واحد على الأقل من الطوار الغازي gas phase التي تم الحصول عليه في المرحلة (أ) والمرحلة (ب).

٦- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث في المرحلة (جـ)، يتم تبريد الطور الغازي gas phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) بواسطة الموسع expander.

٧- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ٦، متضمنة إضافيا المرحلة: إستعادة كبس الطور الغازي gas phase الناتج في المرحلة (جـ) باستخدام الطاقة من الموسع expander.

٨- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث في المرحلة (جـ)، يتم تبريد الطور الغازي gas phase والطور السائل liquid phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) بواسطة رقبة venturi ، ويتم تفريغ الطور السائل liquid phase المذكور في داخل رقبة venturi ، ويتم الحصول على الطور الغازي gas phase المذكور عند مخرج الأنبوبة المنفرجة لرقبة venturi.

٩- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ٨، حيث في المرحلة (جـ)، يتم تبريد الطور السائل liquid phase المذكور المفرغ في داخل رقبة فنتوري venturi neck للإنتاج السائل الذي يعاده تدويره في المرحلة (ب).

١٠- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث يتم إستخدام الطور الغازي gas phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (جـ) لتبريد واحد على الأقل من الطور الغازي gas phase الناتج في المرحلة (أ) والطور الغازي الناتج في المرحلة (ب).

١١- العملية process كما تحدد في أى من عنصر الحماية ١، متضمنة إضافيا المرحلة: يتم تبخير على الأقل جزء من الطور السائل liquid phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) ويتم تبخير التلقيم المذكور على الأقل جزء من الطور السائل liquid phase إلى عمود التقطير distillation column حتى يتم تكوين تتدفق بخاري vapor flow صاعد في العمود column المذكور.

١٢- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث يتم استخدام جزء التسخين من الطور السائل liquid phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) لتسخين الطور الغازي gas phase الناتج في المرحلة (أ).

١٣- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث في المرحلة (أ)، يتم فصل كل من الطور السائل liquid phase والطور الغازي gas phase في القرص drum ويتم تلقيم جزء على الأقل من الطور السائل liquid phase الذي تم الحصول عليه في المرحلة (ب) إلى القرص drum المذكور.

١٤- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث يحتوى الغاز الطبيعي natural gas تحت الضغط على ضغط جزئي لأجل hydrogen sulfide يساوي على الأقل ٠,٥ ميجا باسكال.

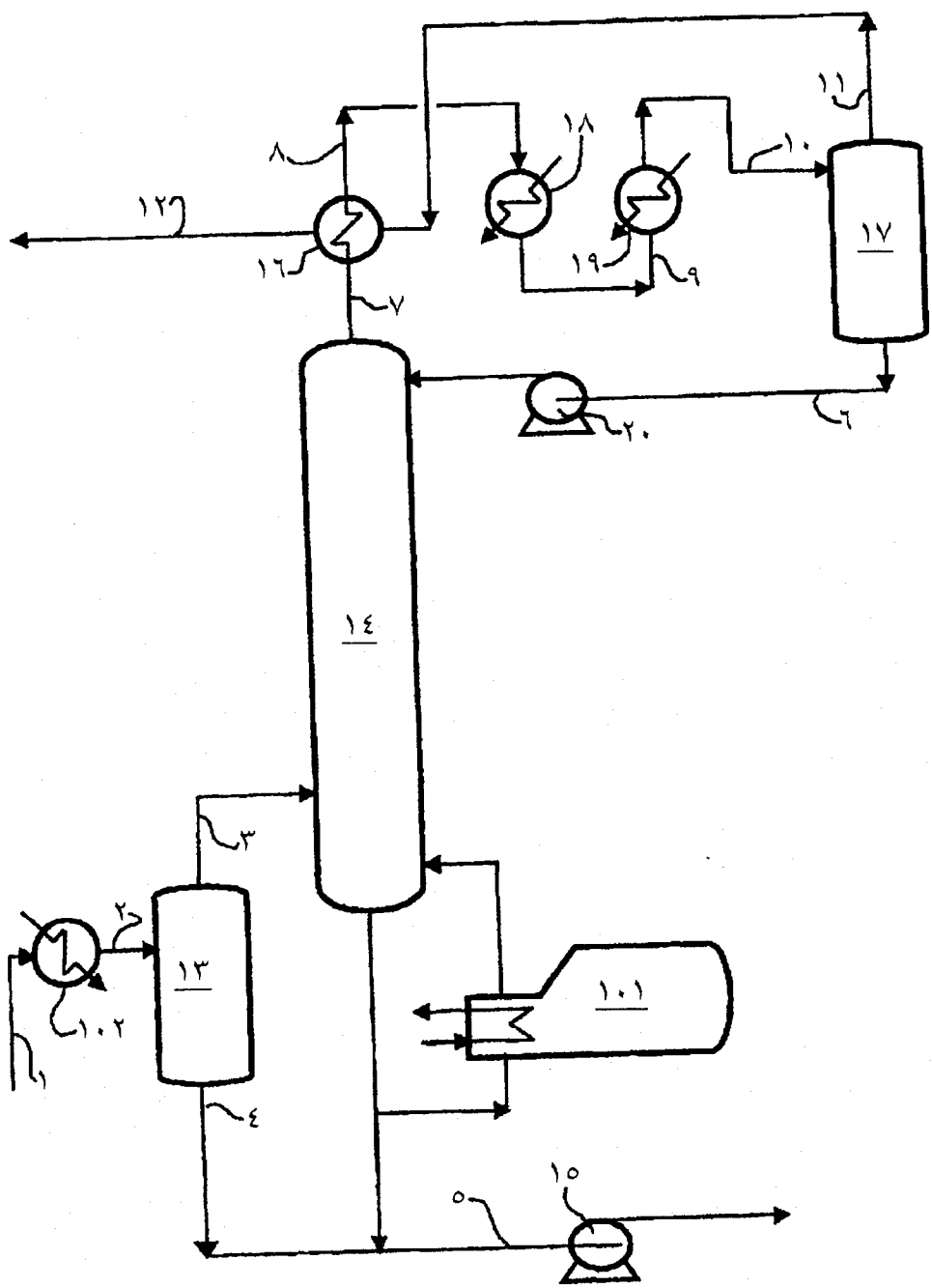
١٥- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث يحتوي التقطير على ثلاثة مراحل نظرية على الأقل.

١٦- العملية process كما تحدد في عنصر الحماية ١، حيث: في المرحلة (أ)، يكون الغاز الطبيعي natural gas عند ضغط يتراوح بين ٦,٥ ميجا باسكال و١٢ ميجا باسكال، وعند درجة حرارة فوق ١٥°مئوية.

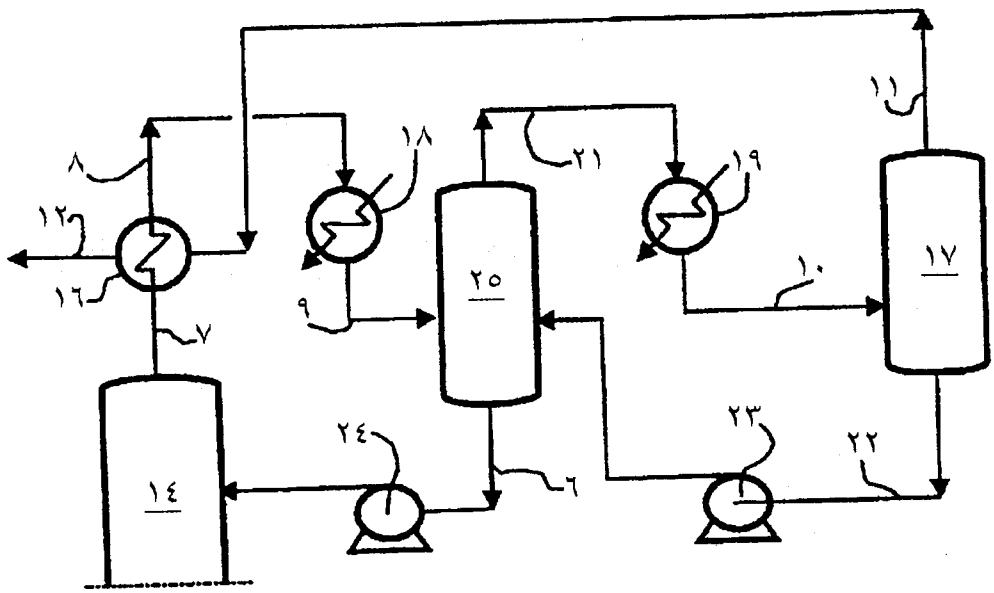
١٧- العملية process كما تحددت في عنصر الحماية ١، حيث: تتضمن المرحلة الإضافية:

تلقيم الأطوار السائلة liquid phases التي تم الحصول عليها في المرحلتين (أ) و(ب) إلى داخل البئر well.

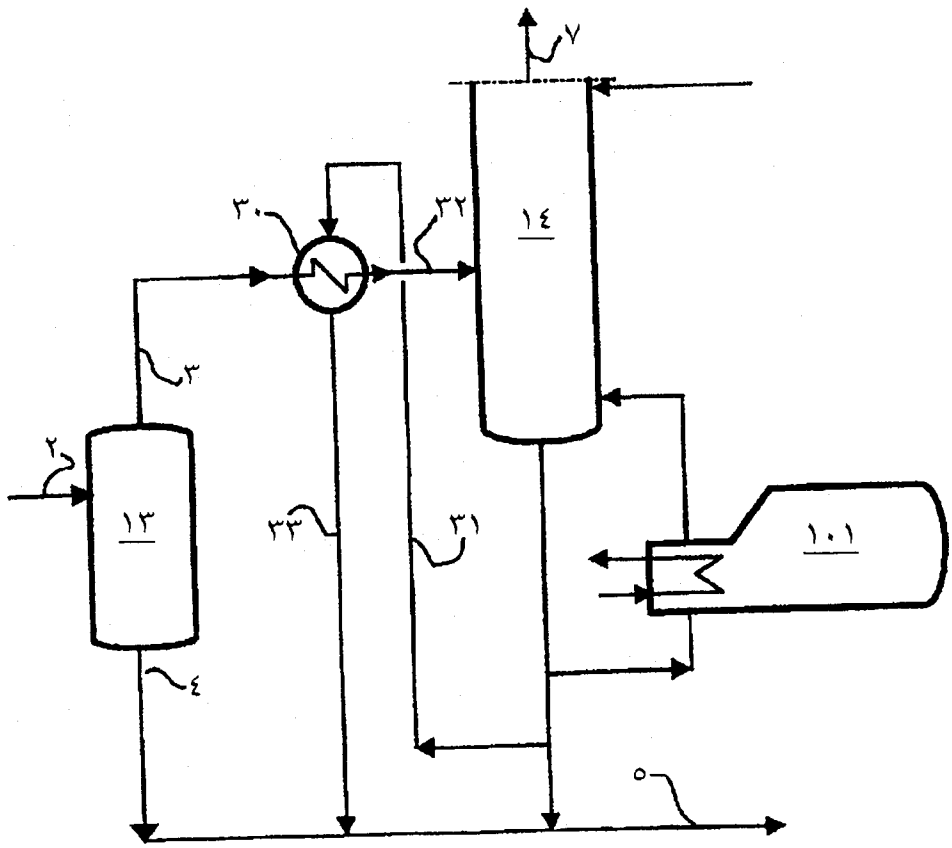
شكل ١



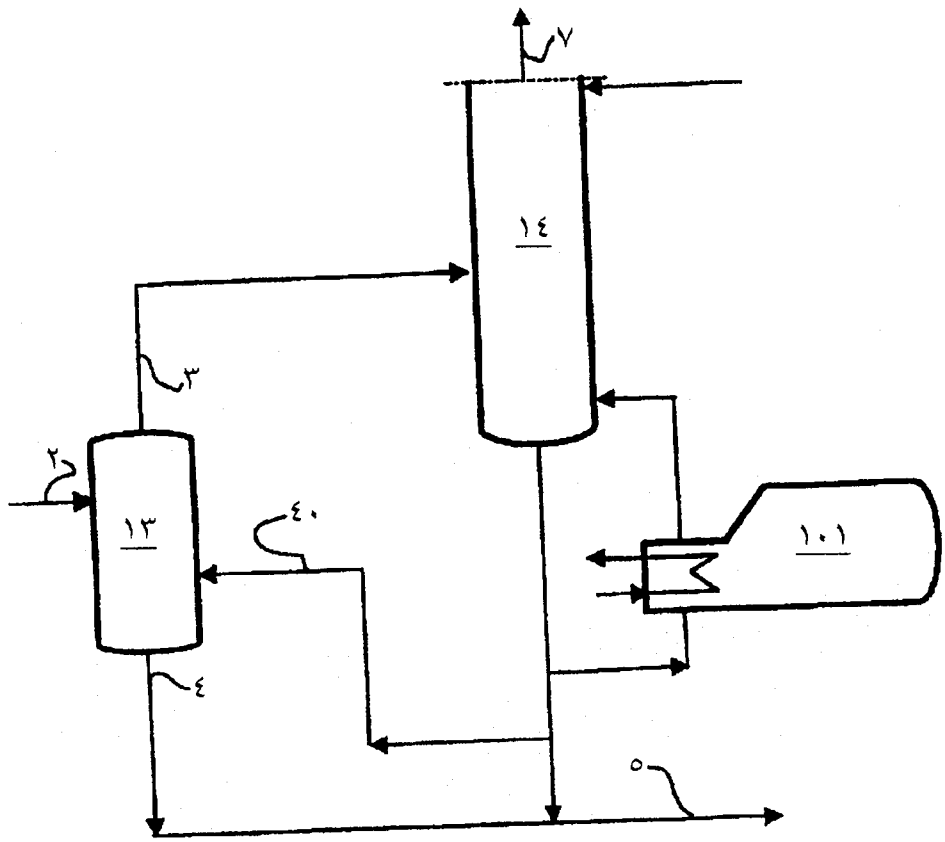
شكل ٢


١١
٨
١٨
٢١
١٩
١٢
١٦
٢٥
١٧
٩
١٠
٧
٢٣
٢٤
٢٢
١٤
٦

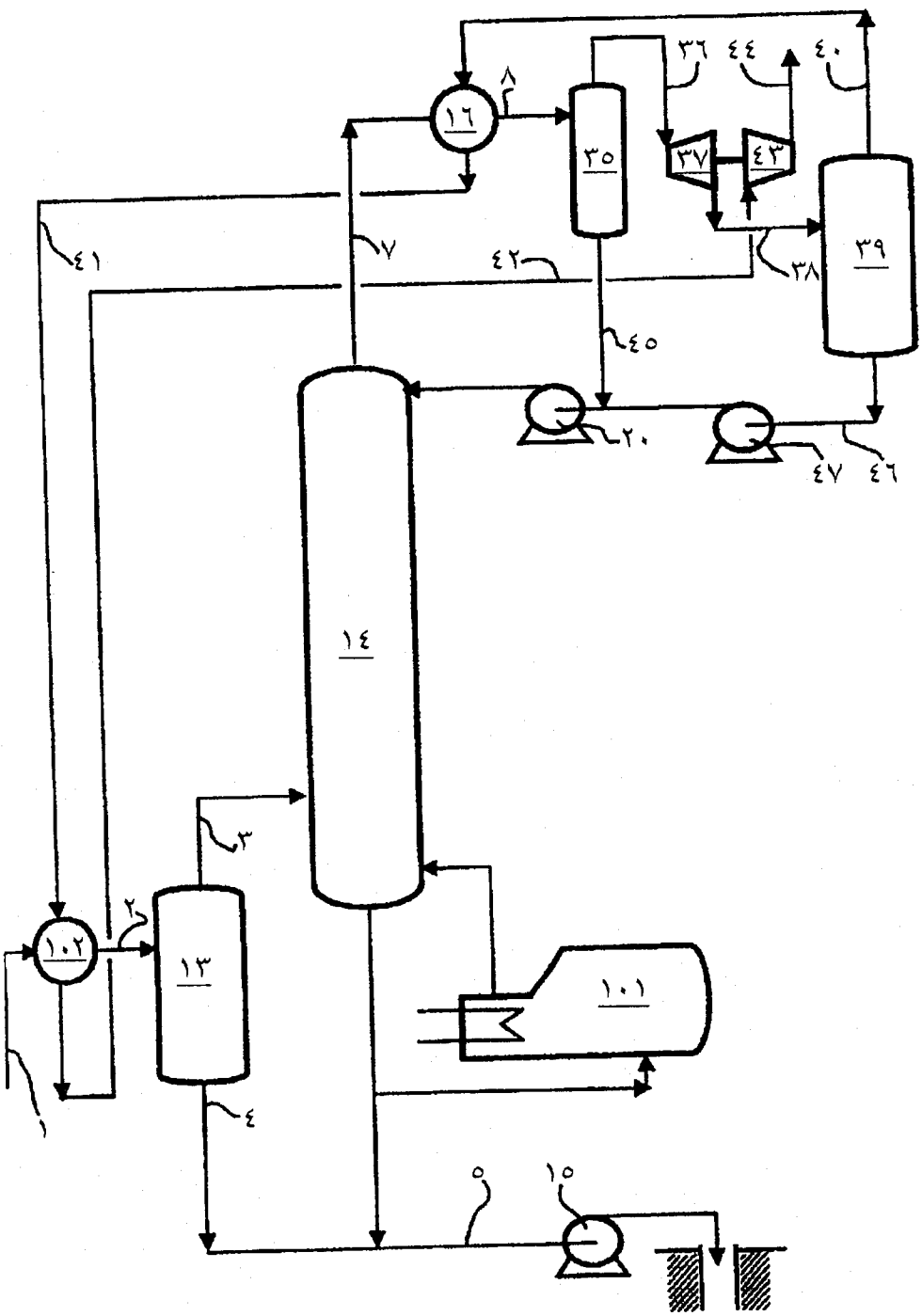
شكل ٣


٧
٣٠
٣٢
١٤
٣
٢
١٣
٣٣
٣١
١٠١
٤
٥

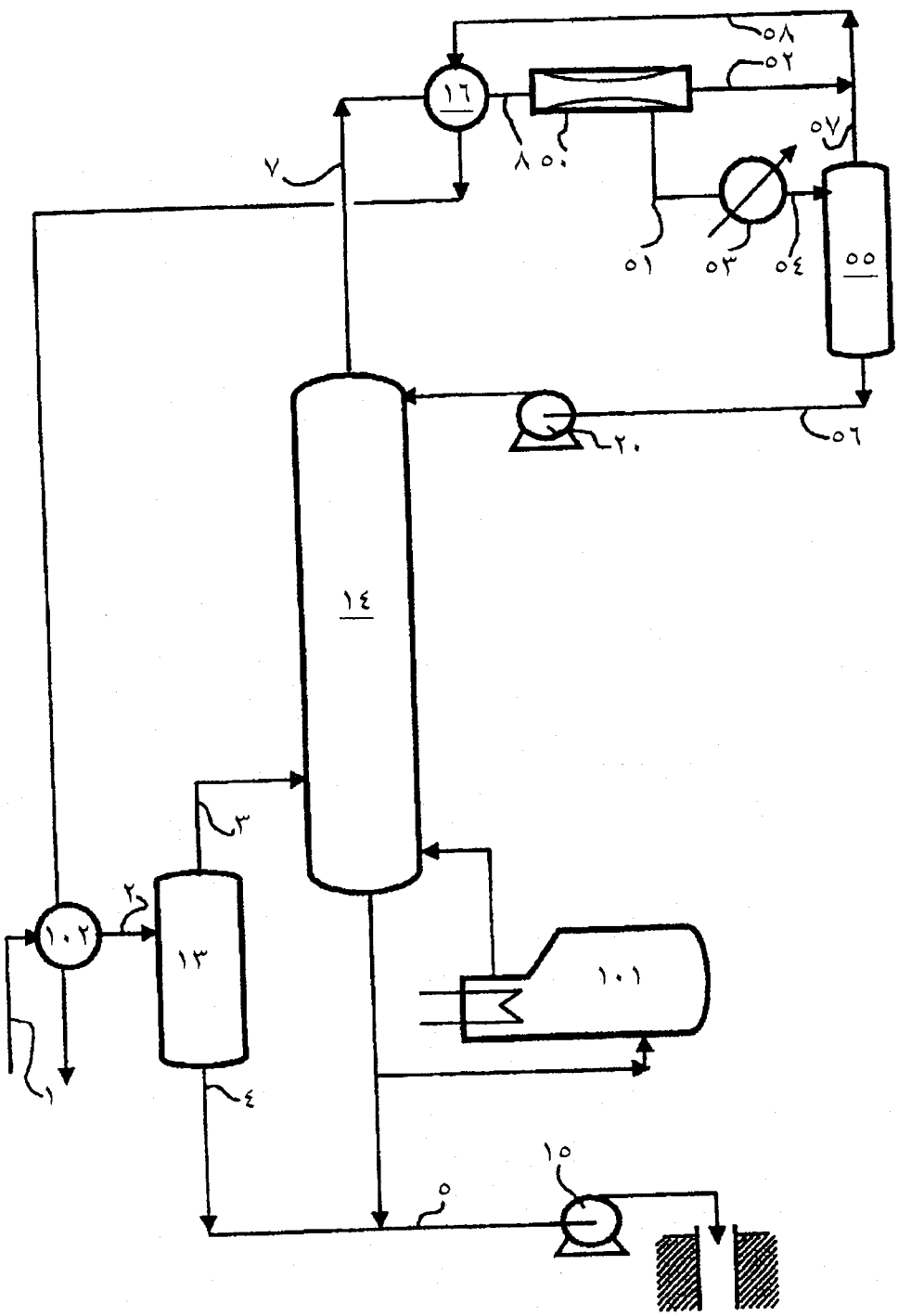
شكل ٤



شكل ٥



شكل ٦



شكل ٧