ROYAUME DU MAROC
---
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

# (12) FASCICULE DE BREVET

(11) N° de publication :
**MA 34485 B1**

(51) Cl. internationale :
**C07C 1/04; C10L 3/08**

(43) Date de publication :
**01.08.2013**

(21) N° Dépôt :
**35690**

(22) Date de Dépôt :
**22.02.2013**

(30) Données de Priorité :
**28.07.2010 DE 10 2010 032 528.7**

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
**PCT/EP2011/061893 12.07.2011**

(71) Demandeur(s) :
**THYSSENKRUPP UHDE GMBH, Friedrich-Uhde-Straße 15 44141 Dortmund (DE)**

(72) Inventeur(s) :
**MENZEL, Johannes ; THIELERT, Holger**

(74) Mandataire :
**ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY (TMP AGENTS)**

(54) Titre : **PROCÉDÉ POUR LA PRÉPARATION D'UN GAZ CONTENANT DU MÉTHANE À PARTIR D'UN GAZ DE SYNTHÈSE AINSI QU'INSTALLATION DE PRODUCTION DE MÉTHANE POUR LA RÉALISATION DU PROCÉDÉ**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé de préparation d'un gaz contenant du méthane à partir d'un gaz de synthèse, un gaz de synthèse contenant du monoxyde de carbone et de l'hydrogène étant introduit dans un système de réacteur (1) contenant un matériau catalytique pour la méthanisation. Le flux gazeux produit quittant le système de réacteur (1) est réparti en un flux de gaz produit et un flux de gaz de recyclage. Le flux de gaz de recyclage, en vue de compenser la perte de charge, est transporté à travers un éjecteur (5) et guidé, pour le refroidissement, ensemble avec le gaz de synthèse, dans le système de réacteur (1). Selon l'invention, le flux de gaz produit est comprimé à une pression supérieure à la pression du gaz de synthèse introduit dans le système de réacteur (1). L'éjecteur (5) est alimenté en gaz produit comprimé ou en gaz utile provenant d'un système de conduite à gaz utile (9) comme fluide moteur. Un objet de l'invention réside également dans une installation de production de méthane pour la réalisation du procédé.

# طريقة لصنع غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق ووحدة لتنفيذها

## الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بعملية لإنتاج غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق، حيث تتم التغذية بغاز تخليق يحتوي على أول أكسيد الكربون وهيدروجين لإدخال مجموعة الميثان داخل نظام المفاعل (1) المزود بمادة محفز، حيث يتم تقسيم تيار غاز العملية الذي يخرج من نظام المفاعل (1) إلى تيار غاز ناتج وتيار غاز إعادة تدوير، وحيث يتم نقل تيار غاز إعادة التدوير، للتعويض عن انخفاض الضغط، خلال القاذف (5) وللتبريد يتم تمريره معاً مع غاز التخليق إلى نظام المفاعل (1). وفقاً للاختراع الحالي، يتم ضغط تيار غاز الناتج إلى ضغط أكبر من ضغط غاز التخليق الذي تتم تغذيته داخل نظام المفاعل (1). وتتم التغذية إما بغاز الناتج المضغوط أو الغاز الصناعي من نظام أنبوب الغاز الصناعي (9) على صورة وسط مادة دفع داخل القاذف (5). ويتعلق الاختراع الحالي أيضاً بوحدة إنتاج الميثان لتنفيذ العملية.

MA 34485B1

01 AOUT 2013

# طريقة لصنع غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق ووحدة لتنفيذها

## المجال التقني للاختراع

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة لصنع غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق،

حيث

يتم إمداد المفاعل بغاز تخليق يحتوي على أول أكسيد الكربون وهيدروجين بما في ذلك محفز ليؤدي ذلك إلى إدخال مجموعة الميثان،

يتم تقسيم تيار غاز العملية الذي يخرج من المفاعل إلى تيار غاز الناتج وتيار غاز إعادة التدوير،

ينتقل تيار غاز إعادة التدوير خلال قاذف ويمر داخل المفاعل (1) المراد تبريده.

تُمكّن الطريقة، على سبيل المثال المواد الصلبة مثل الفحم، الكتلة الحيوية على صورة خشب وقش، وكذلك مختلف المواد المستخرجة التي تحتوي على كربون سائل والمراد تحويلها إلى غاز طبيعي تخليقي يمكن تغذيته داخل شبكة انتقال الغاز الطبيعي.

## الخلفية التقنية للاختراع

يتأثر تحويل أول أكسيد الكربون والهيدروجين لتشكيل الميثان أولاً بالمعادلة:

$$CO + 3H_2 \; 6 \; CH_4 + H_2O$$

بالإضافة إلى ذلك، يجب أخذ التفاعل المتعادل التالي في الاعتبار:

$$CO + H_2O \; \Xi \; CO_2 + H_2$$

مع الوصول إلى النتيجة أنه تم أيضاً إنتاج الميثان بالتفاعل:

$$CO_2 + 4H_2 \; 6 \; CH_4 + 2H_2O$$

يستمر إدخال مجموعة الميثان في وجود محفز بطريقة طاردة للحرارة بدرجة كبيرة. في نفس الوقت، ينتج هذا العيب حيث ينخفض ناتج الميثان بارتفاع درجة الحرارة نتيجة للتفاعل المتعادل. من أجل تبريد المفاعل، تعد الطريقة بالتالي معروفة حيث يتم تقسيم تيار غاز العملية الذي يخرج من المفاعل إلى تيار غاز الناتج وتيار غاز إعادة التدوير وبعد ذلك تتم إعادة غاز إعادة التدوير الذي تم تبريده بشكل مسبق إلى مدخل المفاعل. عندما تتم

إعادة تدوير غاز إعادة التدوير، يجب التعويض عن إنخفاض الضغط الذي يحدث. تحدث المشكلة باستخدام ضاغط لهذا الغرض تتمثل في أنه يمكن فقط تصميمه لدرجات الحرارة المرتفعة التي تبلغ حوالي 300 درجة مئوية بتكلفة كبيرة، ولهذا السبب، يتم بشكل نمطي تبريد تيار غاز العملية الذي يخرج من المفاعل بدرجة كبيرة بحيث يتكثف كذلك الماء الموجود في تيار غاز العملية.

تكشف البراءة البريطانية رقم GB 1 516 319 [البراءة الأمريكية رقم 4,130,575] عن طريقة حيث يتم استخدام مضخة نفثية، يُطلق عليها أيضاً قاذف، لنقل تيار غاز إعادة التدوير والتعويض عن إنخفاض الضغط. ويكون القاذف ذو تركيب بسيط ويمكن تشغيله بسهولة عند درجات حرارة مرتفعة تبلغ، على سبيل المثال، 300 درجة مئوية. يتم توفير غاز أو بخار التخليق الذي تم إمداده داخل المفاعل على صورة وسط مُحرّك للقاذف. عند استخدام غاز التخليق على صورة وسط مُحرّك، فإنه يخضع لانخفاض الضغط في القاذف، مع تحقيق النتيجة أن إدخال مجموعة الميثان تؤثر في المفاعل عند ضغط منخفض. نتيجة لتعادل تفاعلات إدخال مجموعة الميثان، يكون هناك أيضاً ناتج ميثان منخفض نتيجة للانخفاض في الضغط ويقلل هذا أيضاً من فعالية الطريقة. يعد استخدام التيار على صورة وسط مُحرّك غير ملائم حيث تقوم هذه الطريقة بتعجيل عملية انتهاء الصلاحية للمحفزات النمطية.

## الكشف عن الاختراع

في ضوء هذه الخلفية التقنية، يتمثل الغرض من الاختراع الحالي في توفير طريقة لصنع غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق، حيث يمكن تنفيذ هذه الطريقة بفاعلية متزايدة وبتكلفة منخفضة.

استناداً إلى الطريقة ذات السمات التي تم وصفها أعلاه، يتم تحقيق الغرض وفقاً للاختراع الحالي باستخدام الطريقة حيث يتم ضغط تيار غاز الناتج إلى ضغط يكون أكبر من ضغط غاز التخليق الذي تم إمداد المفاعل به، بحيث تتم تغذية القاذف إما بغاز الناتج المضغوط، أو غاز مفيد من نظام مجرى الغاز المفيد باعتباره وسط مُحرّك.

لتوفير غاز الناتج للاستخدام التالي، يتم استخدام الضغط بحيث يصبح جزء من غاز الناتج المضغوط عبارة عن وسط مُحرّك من القاذف في تجسيد أول من الاختراع الحالي. هكذا، يمكن منع العيوب التي تحدث في الفن السابق B على وجه الخصوص، الانخفاض في ضغط غاز التخليق أو التعجيل بانتهاء صلاحية المحفز B.

بعد تكييف الضغط، يمكن تخزين جزء من غاز الناتج الذي لا يستخدم كوسط مُحرّك، على سبيل المثال، في خزان الضغط أو يتم تحويله إلى نظام مجرى الغاز المفيد. وهكذا، يُمكّن الاختراع الحالي، على وجه التحديد، الغاز الطبيعي التخليقي من أن يتم إنتاجه وذلك بعد أن يتم تغذية مزيد من الضغط داخل شبكة انتقال الغاز الطبيعي. بشكل نمطي، يتراوح الضغط في هذا النوع من نظام مجرى الغاز المفيد بين 60 و80 بار، حيث يتم بصفة عامة توفير غاز التخليق الذي تم إدخاله إلى المفاعل لإدخال مجموعة الميثان عند ضغط يتراوح بين 30 و50 بار. نتيجة لتمايز الضغط الكبير، تكون كمية صغيرة نسبياً فقط من الوسط المُحرّك مطلوبة لتكون بعد ذلك قادرة على تعويض انخفاض الضغط في غاز إعادة التدوير.

إذا تم إدخال تيار غاز الناتج إلى مجرى الغاز المفيد، بعد مزيد من الضغط، فإن هناك طريقة محتملة أخرى تتمثل في توفير غاز مفيد من نظام مجرى الغاز المفيد داخل القاذف على صورة وسط مُحرّك، بدلاً من جزء من تيار الغاز الناتج. إذا كان نظام مجرى الغاز المفيد، على وجه التحديد، عبارة عن شبكة انتقال غاز طبيعي، يكون من المفيد تحقيق نزع السلفر الدقيق من الغاز المفيد الذي يتم توفيره على صورة وسط مُحرّك إلى القاذف لحماية المحفز من التلف. ينتج عن استخدام الغاز المفيد من نظام مجرى الغاز المفيد على صورة وسط مُحرّك ميزة إضافية تتمثل في أنه يمكن الاستفادة من القاذف في تشغيل الوحدة.

يتمثل الغرض من الاختراع الحالي أيضاً في وحدة الميثان لتنفيذ الطريقة التي تم وصفها أعلاه. تشتمل وحدة الميثان على مفاعل يحتوي على محفز ليؤدي إلى إدخال مجموعة الميثان ويكون له مدخل ملحق بخط الإمداد لغاز التخليق ومخرج متصل بنظام المجرى. يتم توفير قاذف في خط إعادة التدوير، ويتم توصيل جانب الامتصاص من القاذف بنظام المجرى، ويتم توصيل جانب الضغط من القاذف بجانب المدخل للمفاعل. ويتم توفير

وسيلة تبريد واحدة على الأقل الذي تم توفيره بشكل مفضل في نظام المجرى بين المفاعل والقاذف لتبريد غاز إعادة التدوير حتى درجة حرارة ملائمة. على وجه التحديد، يمكن إجراء التزويد حيث يتم تمرير تيار غاز العملية الكلي الذي يخرج من المفاعل خلال وسيلة التبريد التي تم تزويدها لتوليد البخار.

وفقاً للاختراع الحالي، يتضمن نظام المجرى على ضاغط في الاتجاه السفلي في اتجاه التدفق لنقطة تفرع لخط إعادة التدوير، باستخدام خط الوسط المُحرّك الذي يقوم بالتصريف داخل مدخل الوسط المُحرّك للقاذف المتصل بنظام المجرى في الاتجاه السفلي للضاغط في اتجاه التدفق، أو إلى نظام المجرى للغاز المفيد بالنسبة للغاز الذي يحتوي على الميثان، على وجه التحديد، شبكة انتقال الغاز الطبيعي التي تتصل بنظام المجرى.

حيث أنه نتيجة للتعادل الكيميائي، يتم فقط تحديد تحويل محدد للميثان في مفاعل أحادي B على سبيل المثال 20% B، يكون للمفاعل على نحو مفيد مراحل مفاعل متعددة متصلة على التوالي ويحتفظ كل منها بمحفز. يشتمل الاختراع أيضاً على تبريد غاز الناتج بين مراحل المفاعل الفردية. يمكن أيضاً استخدام خطوات معالجة إضافية أخرى لغاز التخليق، على سبيل المثال، تجفيف الغاز وإزالة $CO_2$، اعتماداً على الاستخدام المحدد، ويتم إجراء خطوات المعالجة هذه إما داخل أو خارج المفاعل.

## الوصف المختصر للأشكال

يصف ما يلي الاختراع بالإشارة إلى الرسم الذي يوضح فقط أحد التجسيدات. حيث أن:

الشكل 1 عبارة عن وحدة ميثان لصنع غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق؛

الشكل 2 يوضح متغير من وحدة الميثان وفقاً للشكل 1.

## الوصف التفصيلي للاختراع

الأشكال 1 و2 عبارة عن وحدة ميثان تشتمل على المفاعل 1 الذي يحتوي على محفز لإدخال مجموعة الميثان من غاز التخليق الذي يحتوي على أول أكسيد الكربون والهيدروجين. يتم توصيل خط الإمداد 2 لغاز التخليق بمدخل المفاعل 1، ويتم توصيل نظام

المجرى 3 بمخرجه. يتم تقسيم تيار غاز العملية الذي يخرج من المفاعل 1 إلى تيار غاز الناتج وتيار غاز إعادة التدوير بحيث يمر تيار غاز إعادة التدوير عن طريق قاذف 5 خلال خط إعادة التدوير 4 مرة أخرى إلى مدخل المفاعل 1. لتحقيق هذا الغرض، يكون للقاذف 5 جانب امتصاص متصل بنظام المجرى 3 وجانب ضغط بمدخل المفاعل 1. يتم توفير وسيلة تبريد 6 في نظام المجرى 3 بين المفاعل 1 والقاذف 5.

يتضمن نظام المجرى 3 ضاغط 7 الذي يكون في الاتجاه السفلي في اتجاه التدفق لنقطة التفرع لخط إعادة التدوير 4 والذي يقوم كذلك بالضغط على تيار غاز الناتج. يتم توفير وسيلة تبريد إضافية واحدة على الأقل 6' بين نقطة التفرع لخط التدوير 4 والضاغط 7. تعمل وسيلة التبريد هذه على تقليل درجة حرارة تيار الغاز الناتج إلى مستوى حيث لا يكون هناك تصميم محدد للضاغط 7 ليتوافق مع درجات الحرارة المرتفعة.

كما هو موضح في الشكل 1، يتم قذف جزء من تيار غاز الناتج المضغوط في الاتجاه السفلي من الضاغط 7 ويمر من خلال خط الوسط المُحرّك 8 إلى مدخل الوسط المُحرّك للقاذف 5. في حين يتم بشكل نمطي إدخال غاز التخليق في خط الإمداد 2 إلى المفاعل 1 عند ضغط يتراوح من 30 إلى 50 بار، بشكل مفضل يتراوح ضغط غاز الناتج في الاتجاه السفلي من الضاغط بين 60 و80 بار. نتيجة للضغط المرتفع بدرجة كبيرة، يكون جزء صغير من تيار غاز الناتج كافياً لنقل تيار غاز إعادة التدوير وللتعويض عن انخفاض الضغط المناظر. كما هو مشار إليه في الشكل 1، يمكن أن تتم التغذية بجزء من تيار غاز الناتج غير مستخدم على صورة وسط مُحرّك دون تقييد في مجمع الضغط أو في نظام مجرى الغاز المفيد.

يوضح الشكل 2 أحد التجسيدات حيث يتم، على عكس الشكل 1، ضغط غاز الناتج جميعه باستخدام الضاغط 7 وبعد ذلك التغذية داخل نظام مجرى الغاز المفيد 9، على سبيل المثال، شبكة انتقال الغاز الطبيعي. يتم توصيل خط الوسط المُحرّك 8 هنا بنظام مجرى الغاز المفيد 9. تُمكّن وحدة الميثان الموضحة، على سبيل المثال، الغاز الطبيعي التخليقي (SNG) من الحقن داخل شبكة انتقال الغاز الطبيعي. وتتمثل الفائدة أيضاً في أن خط الوسط المُحرّك 8 يمكن أيضاً استخدامه لتشغيل وحدة الميثان. كما هو مشار إليه في الشكل 2، يتم توفير

جهاز 10 لتحقيق نزع السلفر الدقيق لحماية المفاعل 1 من مكونات السلفر التي يمكن أن توجد في الغاز المفيد.

## عناصر الحماية

1- طريقة لصنع غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق، حيث

يتم إمداد غاز تخليق يحتوي على أول أكسيد الكربون وهيدروجين داخل المفاعل (1) الذي يحتفظ بمحفز ليؤدي إلى إدخال مجموعة الميثان،

يتم تقسيم تيار غاز العملية الذي يخرج من المفاعل (1) إلى تيار غاز الناتج وتيار غاز إعادة التدوير،

يتم نقل تيار غاز إعادة التدوير خلال القاذف (5) ويتم تمريره داخل المفاعل (1) ليتم تبريده، حيث يتميز بأنه

يتم ضغط تيار غاز الناتج إلى ضغط أكبر من ضغط غاز التخليق الذي تم توفيره داخل المفاعل (1)، و

يتم إمداد تيار الغاز الناتج المضغوط على صورة وسط مُحرّك إلى القاذف (5).

2- طريقة لصنع غاز يحتوي على الميثان من غاز التخليق، حيث

يتم إمداد غاز تخليق يحتوي على أول أكسيد الكربون وهيدروجين داخل المفاعل (1) الذي يحتفظ بمحفز ليؤدي إلى إدخال مجموعة الميثان،

يتم تقسيم تيار غاز العملية الذي يخرج من المفاعل (1) إلى تيار غاز الناتج وتيار غاز إعادة التدوير،

يتم نقل تيار غاز إعادة التدوير خلال القاذف (5) ويتم تمريره داخل المفاعل (1) ليتم تبريده،

حيث يتميز بأنه

يتم ضغط تيار غاز الناتج إلى ضغط أكبر من ضغط غاز التخليق الذي تم توفيره داخل المفاعل (1)،

يتم إدخال تيار غاز الناتج داخل نظام مجرى الغاز المفيد (9)، و

يتم إمداد الغاز المفيد من نظام مجرى الغاز المفيد (9) على صورة وسط مُحرّك إلى القاذف (5).

3- الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 2، حيث تتميز بأنه يتم جعل الغاز المفيد الذي تم الإمداد به على صورة وسط مُحرّك إلى القاذف (5) يخضع لنزع السلفر الدقيق.

4- الطريقة وفقاً لعناصر الحماية 2 أو 3، حيث تتميز بأن نظام مجرى الغاز المفيد (9) عبارة عن شبكة انتقال غاز طبيعي.

5- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية من 1 إلى 4، حيث تتميز بأنه يتم إمداد غاز التخليق داخل المفاعل (1) عند ضغط يتراوح بين 30 و50 بار.

6- الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية من 1 إلى 5، حيث تتميز بأنه يتم ضغط تيار غاز الناتج إلى ضغط يتراوح بين 60 و80 بار.

7- وحدة ميثان لتنفيذ الطريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية من 1 إلى 6، حيث تشتمل على:

مفاعل (1) يحتفظ بمحفز ليؤدي إلى إدخال مجموعة الميثان وله مدخل حيث يتم توصيل خط الإمداد (2) لغاز التخليق،

نظام مجرى (3) متصل بمخرج المفاعل (1)،

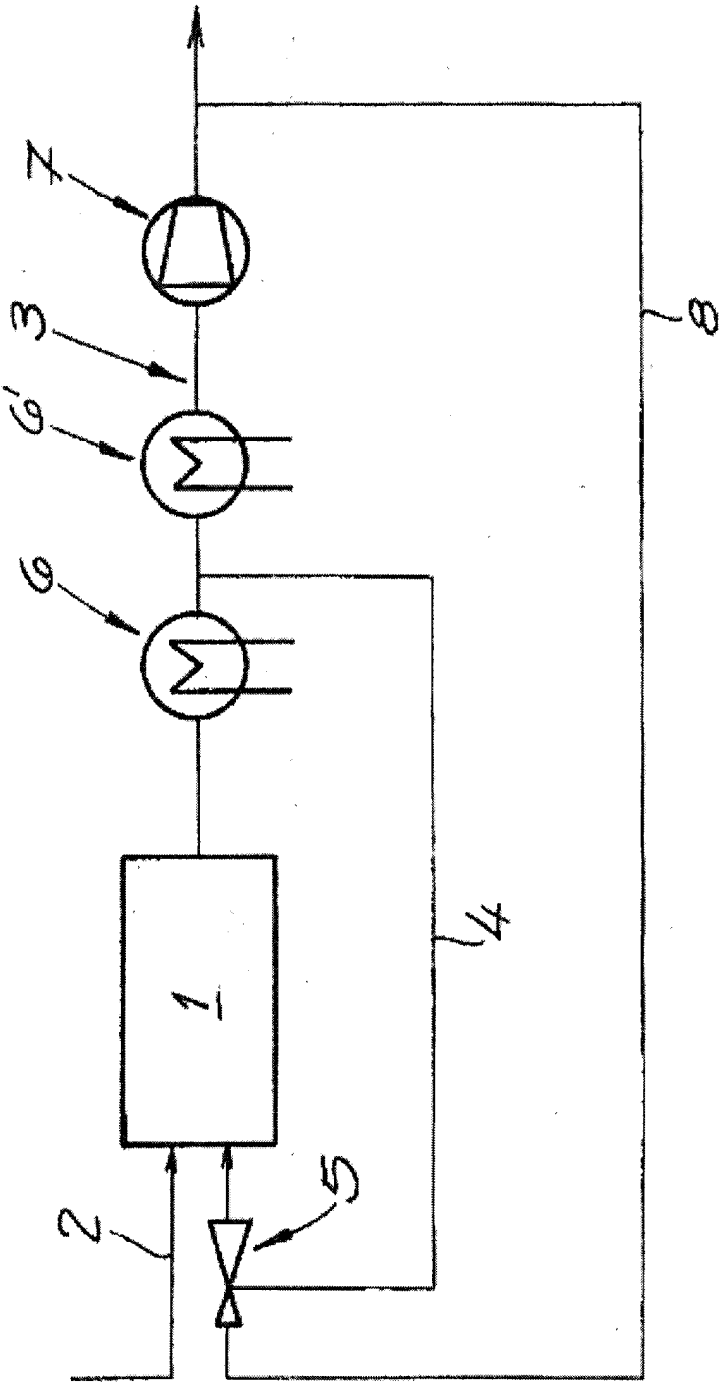
قاذف (5) في خط إعادة التدوير (4) وله جانب امتصاص متصل بنظام المجرى (3) وجانب ضغط متصل بمدخل المفاعل (1)،

وسيلة تبريد واحدة على الأقل (6) يتم توفيرها في خط إعادة التدوير (4) أو في نظام المجرى (3) بين المفاعل (1) والقاذف (5)،

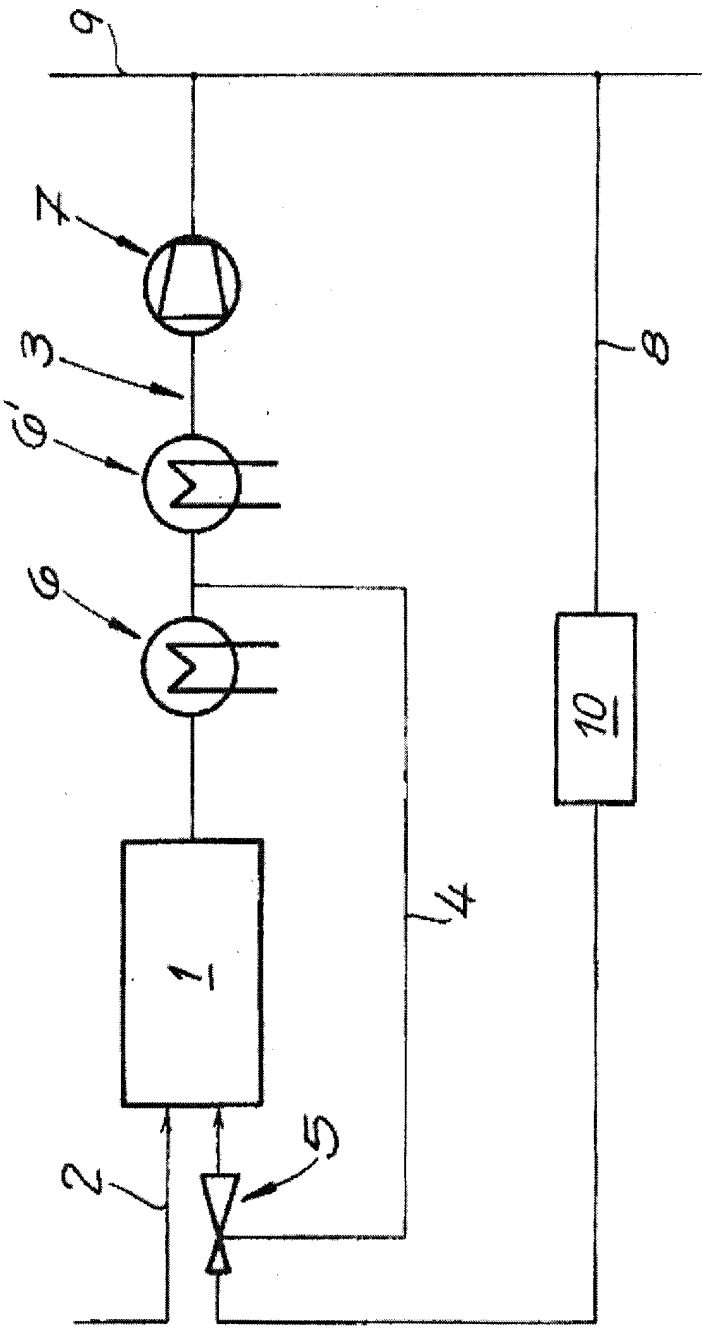
حيث تتميز بأن

نظام المجرى (3) يتضمن ضاغط (7) في الاتجاه السفلي في اتجاه التدفق لنقطة التفرع من خط إعادة التدوير (4)،

خط وسط المُحرّك (8) يقوم بالتصريف داخل مدخل وسط مُحرّك للقاذف (5) ويتم توصيله بنظام المجرى (3) في الاتجاه السفلي للضاغط (7) في اتجاه التدفق أو يتم توصيله بنظام مجرى الغاز المفيد (9) للغاز الذي يحتوى على الميثان الذي يتصل بنظام المجرى (3).




شكل 1




شكل 2