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 34879 B1

(51) Cl. internationale :
C02F 1/20; C02F 11/04

(43) Date de publication :
01.02.2014

---

(21) N° Dépôt :
36074

(22) Date de Dépôt :
01.07.2013

(30) Données de Priorité :
07.12.2010 EP 10193889.2

(86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT :
PCT/NL2011/050840 07.12.2011

(71) Demandeur(s) :
VEOLIA WATER SOLUTIONS & TECHNOLOGIES SUPPORT, 1 Place Montgolfier F-94417 F-94417 Saint Maurice SAINT MAURICE (FR)

(72) Inventeur(s) :
V.D. LUBBE, Jeroen ; HEFFERNAN, Barry

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

---

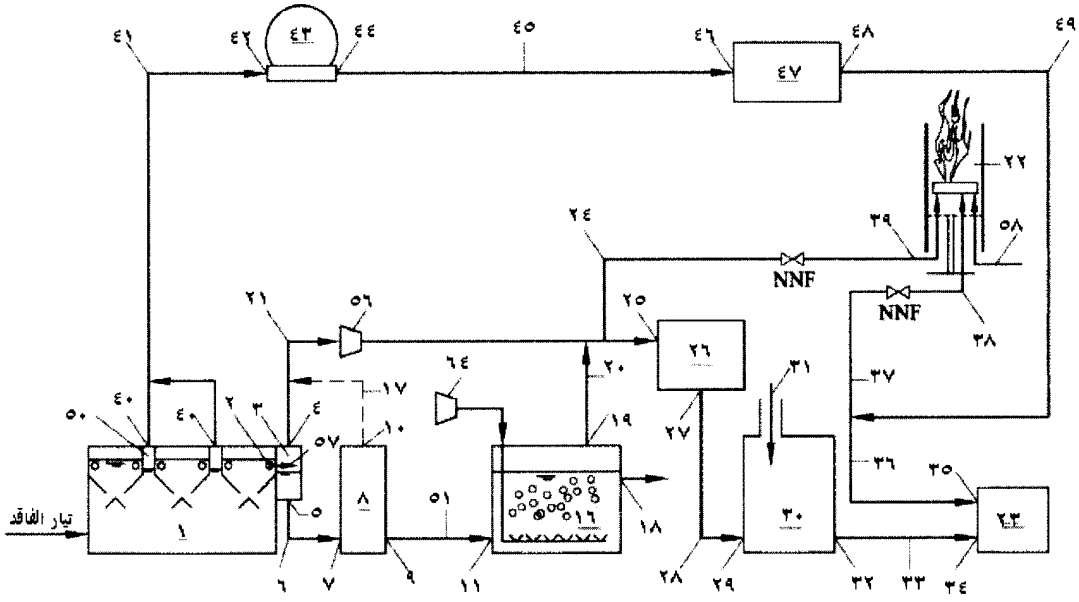
(54) Titre : **PROCEDE ET INSTALLATION DE RECUPERATION ET D'UTILISATION DU METHANE A PARTIR D'UN EFFLUENT LIQUIDE ANAEROBIE**

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé permettant de récupérer du méthane à partir d'un effluent liquide d'un réacteur dans lequel un flux de déchets comprenant une ou plusieurs substances organiques a été soumis à un processus de fermentation anaérobie dans lequel le biogaz de réacteur, comprenant du méthane, a été produit à partir desdites substances organiques, l'effluent liquide comprenant du méthane dissous, le procédé consistant à transférer le méthane dissous de l'effluent à une phase gazeuse et à l'utiliser pour produire de l'énergie.

(طريقة وتركيب لاستخلاص واستخدام الميثان من تيار مرتشح سائل لاهوائي)

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة لاستخلاص الميثان من تيار مرتشح سائل في مفاعل حيث يكون قد تم إخضاع تيار فاقد مشتمل على واحد أو أكثر من المواد العضوية لعملية انحلال لاهوائي تم فيها إنتاج غاز مفاعل حيوي، مشتمل على الميثان، من واحدة أو أكثر من المواد العضوية المذكورة، حيث يشتمل التيار المرتشح السائل على ميثان مذاب، وتشتمل الطريقة على نقل الميثان المذاب من التيار المرتشح إلى طور غازي واستخدام الميثان للحصول على الطاقة.



شكل ١

(طريقة وتركيب لاستخلاص واستخدام الميثان من تيار مرتشح سائل لاهوائي)

الوصف الكامل

المجال التقني

يتعلق الاختراع الحالي بطريقة لاستخلاص الميثان من فائض سائل من مفاعل حيث تيار فاقد مشتمل على واحدة أو أكثر من المواد العضوية بخلاف الميثان تم إخضاعها لانحلال لاهوائي ونظام تفاعل لتنفيذ هذه الطريقة.

الخلفية التقنية

تستخدم المعالجة الحيوية للفاقد الكتلة الحيوية النشطة (البكتيريا) لتحويل الملوِّثات (المواد العضوية) إلى مكونات غير ضارة.

وبشكل أساسي هناك نوعان من البكتيريا التي يمكن أن تنفذ هذه المعالجة. بالنسبة لما يعرف بالمعالجة اللاهوائية (بدون أكسجين) تقوم مجموعة متحدة متعايشة من البكتيريا اللاهوائية بتحويل الملوِّثات إلى حد كبير إلى الميثان وثاني أكسيد الكربون، وهو ما ينتهي إلى الغاز الحيوي.

في معالجة هوائية يتم تحويل الملوِّثات تحت ظروف هوائية إلى ثاني أكسيد الكربون وكذلك بدرجة كبيرة إلى بكتيريا/ كتلة حيوية جديدة (حمأة زائدة) يتعين بعد ذلك فصلها عن فاقد الماء المعالج ومعالجتها بشكل منفصل.

وتستخدم العمليات اللاهوائية البكتيريا اللاهوائية لتحويل الملوِّثات في فاقد الماء وغير ذلك من تيارات الفاقد إلى غاز حيوي (خليط غازي مشتمل بشكل رئيسي على الميثان وثاني أكسيد

الكربون). ويتم مج جزء من الميثان المنتج من طور السائل ويتم تجميعه في أجهزة تجميع غازات مكرسة أو في مقدمة المفاعل بالمفاعلات المغلقة.

وعلى الرغم من أنه كان من المعروف على مدى أكثر من عقدين أن الفوائض المائية من عمليات معالجة الفواقد اللاهوائية يمكن أن تشتمل على كميات كبيرة من الميثان المذاب، وحالياً (على حد علم المخترعين) لا يتم استخلاص هذا الميثان من الفائض.

ولقد أدرك المخترعون أن تركيز الميثان المذاب في تيار الفائض السائل من عملية معالجة فاقد يمكن أن يكون بشكل خاص مشبعاً بالميثان؛ ومن المتوقع في بعض الظروف أن يكون فائض السائل مفرط التشبع بالميثان المذاب. تحديداً، يتوقع المخترعون أن تركيز الميثان المذاب في فائض سائل يمكن أن يكون في نطاق حوالي 15-60 مجم/ لتر، اعتماداً على ظروف العملية، مثل ارتفاع سائل المفاعل، الضغط التشغيلي ودرجة حرارة السائل. ولقد أدرك المخترعون تحديداً بالنسبة لتيارات فاقد الماء (المخفف)، على سبيل الصرف الصحي التابع للبلديات، أنها تكوّن ما يصل إلى حوالي 40 % من إجمالي إنتاج الميثان.

كما أدرك المخترعون أنه يمكن نقل الميثان المذاب في فائض سائل من فاقد عملية معالجة لاهوائية إلى الجو، حيث يمثل غاز صوبات زجاجية أكثر فعالية بكثير من ثاني أكسيد الكربون. وعلى هذا النحو، أدركوا أن تفادي هذا الانتقال يكون مرغوباً فيه لتقليل البصمة الكربونية في عملية لمعالج تيار فاقد لاهوائياً.

كذلك، أدرك المخترعون أنه يكون من المفيد استخلاص غاز الميثان المذاب من فائض السائل واستخدامه في إنتاج الطاقة.

تحديداً، أدركوا أنه من المفيد توفير طريقة لاستخلاص غاز الميثان المذاب (بشكل رئيسي) باستخدام معدات عيارية، أي المعدات المطلوبة بالفعل لنظام مصمم بشكل سليم للمعالجة الحيوية لتيارات الفاقد، للحد من زيادة تكاليف الاستثمار.

وبالتالي، يتمثل أحد أهداف الاختراع لتوفير طريقة لاستخلاص الميثان الغازي من فائض سائل مفاعل حيث يكون قد تم إخضاع تيار فاقد لانحلال لاهوائي، وعلى هذا النحو يمكن استخدام غاز الميثان لغرض مفيد، في حالة الرغبة في ذلك، أو يمكن على الأقل منع انبعاثه إلى الجو.

ويتمثل هدف آخر للاختراع في توفير تركيب مشتمل على نظام استخلاص ميثان يمكن استخدامه لاستخلاص الميثان المذاب في فائض سائل من مفاعل معالجة فاقد لاهوائي، وعلى هذا النحو يمكن استخدام الميثان لغرض مفيد.

الكشف عن الاختراع

وبالتالي، يتعلق الاختراع الحالي بطريقة لاستخلاص الميثان من فائض سائل من مفاعل حيث يكون قد تم إخضاع تيار فاقد مشتمل على واحدة أو أكثر المواد العضوية لعملية انحلال لاهوائي تم فيها إنتاج غاز مفاعلات حيوي، مشتمل على الميثان، من المادة العضوية الواحدة أو أكثر المذكورة، ويشتمل فائض السائل على ميثان مذاب، وتشتمل الطريقة على نقل الميثان المذاب من الفائض إلى طور الغاز واستخدام الميثان لإنتاج الطاقة.

كذلك، يتعلق الاختراع الحالي بنظام مفاعل لتحضير غاز حيوي بالانحلال اللاهوائي لواحدة أو أكثر من المواد العضوية، حيث يشتمل النظام على مفاعل، ويكون المفاعل مزوداً بنظام تجميع غاز حيوي ومخرج لمنتج غاز حيوي في المفاعل، مع وسيلة سحب لسحب السائل من المفاعل، ووحدة استخلاص لغاز الميثان لاستخلاص غاز الميثان من فائض السائل، وتشتمل وحدة استخلاص غاز الميثان على مدخل لفائض سائل، ويكون المدخل أثناء الاستخدام عل الأقل

متصلاً بطريق المائع مع وسيلة سحب الفائض، كما تشتمل وحدة استخلاص غاز الميثان على مخرج لطور غاز مشتمل على الميثان ومخرج لفائض سائل. ويعتبر هذا النظام مناسباً بشكل خاص للاستخدام في الطريقة الواردة في الاختراع.

وعلى هذا النحو، يوفر الاختراع الحالي طريقة فعالة لاستخلاص الميثان من فائض السائل وتفادي إلى حد كبير على الأقل خروج الميثان إلى الجو. يقلل هذا البصمة الكربونية لعملية الانحلال اللاهوائي. نمطياً، يشتمل فائض السائل الذي تم نقل الميثان المذاب منه إلى طور الغاز وفقاً للاختراع على أقل 15من مجم/ لتر ميثان، بشكل مفضل 2.5 مجم/، أو أقل، وبشكل أفضل، 1.5 مجم/ لتر أو أقل. يمكن إزالة الميثان تماماً بشكل أساسي (أي إلى تركيز أقل من حد الاكتشاف). عملياً، يمكن أن يكون هناك تركيز قابل للاكتشاف، على سبيل المثال 0.1 مجم/ لتر أو أكثر.

علاوة على ذلك، يمكن استخلاص الميثان من فائض السائل بطريقة تتيح استخدامه بشكل فعال في إنتاج الطاقة. ومن المتوقع أنه، تحديداً حين يشتمل تيار الفاقد الذي يتم إخضاعه لانحلال لاهوائي على محتوى مرتفع نسبياً من الماء (تحديداً كما في تيارات فاقد الماء)، تكون الزيادة في إنتاج الطاقة كبيراً، تحديداً 10 % أو أكثر، بشكل أكثر تحديداً 20 % إلى 50 % - مقارنة بعملية لاهوائية تقليدية حيث يتم فقط تجميع الغاز الحيوي من/ أو في المفاعل حيث يتم استخدام الانحلال في إنتاج الطاقة.

وكميزة أخرى للاختراع، تؤدي إزالة الميثان من فائض السائل إلى تقليل احتمال الانفجار و/ أو احتمال الاختناق (الأخير يكون بشكل خاص في الأماكن الضيقة)، وهو ما قد يكون هاماً، على سبيل المثال في حالة استخدام الطريقة الواردة في الاختراع كجزء من طريقة لتنقية الماء. على

أية حال، إذا أتيح للميثان المذاب في سائل مائي التراكم في الأماكن الضيقة (على سبيل المثال شبكة صرف صحي) ربما يكون سبباً في الانفجارات.

وينبغي ملاحظة أن إزالة الميثان من سائل مائي على النحو المعروف في المجال. على سبيل المثال، تصف GB-A 2 381 761 جهاز وطريقة لإزالة الميثان من فاقد تجاري مثل ناتج النض في مواضع الردم حتى يمكن التخلص من السائل المعالج بشكل آمن إلى نظام صرف. ولا يتم الكشف عن استخلاص الميثان من مفاعل حيث تم إخضاع تيار فاقد لانحلال لاهوائي، ولا يذكر استخلاص الطاقة من الميثان المزال. تحديداً، لا يوجد اقتراح باستخدام الجهاز المبين بطريقة تتيح استخدام خليط الهواء والميثان الذي تم الحصول عليه كهواء احتراق.

ويتم تعريف الاصطلاح "أو" بحسب استخدامه في الطلب الحالي باعتباره يعني "و/ أو" ما لم يتم تحديد خلاف ذلك.

ويتم تعريف أدوات التنكير بحسب استخدامها في الطلب الحالي باعتبارها تعني "واحد على الأقل" ما لم يتم تحديد خلاف ذلك.

وعند الإشارة إلى اسم (على سبيل المثال مركب، مادة مضافة، إلخ.) في المفرد، فإن هذا يضم في معناه معنى الجمع.

ويمكن أن تختلف تركيبة وقود الاحتراق أو جزؤها الذي يتم الحصول عليه باستخلاص الميثان من فائض السائل في إطار نطاقات كبيرة اعتماداً على الطريقة المحددة لاستخلاص الميثان و- إذا كان الاستخلاص يشتمل على التصريف باستخدام الهواء (المحيط)، على معدل التهوية المستخدم. واعتماداً على الآلية المستخدمة وظروف الطريقة، يمكن أن يكون تركيز الميثان في طور الغاز الذي يتم الحصول عليه أقل من الحد الأدنى للانفجار للميثان في طور الغاز (بالنسبة لخليط الميثان والهواء 5.1 بالحجم % عند 20° م أو يكون على الأقل عند الحد الأدنى للانفجار (بشكل

مفضل فوق الحد الأقصى للانفجار 15 بالحجم %) للميثان في طور الغاز. وفي الحالة السابقة، يمكن تحديداً استخدام طور الغاز المشتمل على الميثان كهواء احتراق (عند استخدام آلية تستفيد من الهواء لاستخلاص الميثان المذاب). وعلى هذا النحو، يمكن أيضاً استخلاص الطاقة المنطلقة من خلال أكسدة الميثان. ويمكن استخدام طور الغاز المشتمل على الميثان بتركيز يزيد عن الحد الأدنى للانفجار، بشكل مفضل أعلى من الحد الأقصى للانفجار، (كجزء من) وقود الاحتراق لإنتاج الطاقة.

وبحسب الاستخدام في الطلب الحالي، يعني "هواء الاحتراق" طور غاز مشتمل على الأكسجين بتركيز مناسب لحرق الميثان الذي تم جمعه في المفاعل، النيتروجين واختيارياً الميثان وثاني أكسيد الكربون، حيث يوجد الميثان بشكل عام بتركيز أقل من الحد الأدنى للانفجار. تحديداً، يمكن أن يشتمل هواء الاحتراق على ما بين صفر و5 بالحجم % ميثان، ما بين صفر و10 بالحجم % ثاني أكسيد كربون، ما بين 60 و80 بالحجم % نيتروجين، ما بين 10 و21 بالحجم % أكسجين. معاً، تكون هذه الغازات عادة أكثر من 95 بالحجم %. وفي المعتاد يتكون الباقي- إن وجد- بشكل أساسي من واحد أو أكثر من الغازات التي توجد عادة في الهواء (بشكل ملحوظ واحد أو أكثر من الغازات النبيلة، بخار الماء، غاز كبريتيد الهيدروجين). بحسب الاستخدام في الطلب الحالي، يعني "وقود الاحتراق" طور غاز مشتمل على الميثان بتركيز يزيد عن الحد الأدنى للانفجار لما سيتم حرقه. تحديداً، يمكن أن يكون وقود الاحتراق عبارة عن غاز حيوي (مجمَّع كطور غاز في المفاعل اللاهوائي، نمطياً بجزء ميثان مشتمل على 50 بالحجم % CH_4 على الأقل، حيث يكون الغاز الحيوي قد تمت تهيئته، بشكل محدد يمكن أن يكون قد تم إثراؤه بالميثان، على سبيل المثال بإزالة الماء، ثاني أكسيد الكربون و/ أو المكونات الأخرى غير المرغوب فيها. كذلك، يمكن استخدام طور غاز مستخلص مشتمل على الميثان الذي تم نقله من

فائض السائل وفقاً للاختراع، حيث يشتمل طور الغاز على الميثان بتركيز فوق الحد الاقصى للانفجار كوقود احتراق.

على سبيل المثال، في نموذج معين، تحديداً نموذج يتم فيه استخدام معدل تهوية مرتفع نسبياً، يشتمل جزء وقود الاحتراق الذي يتم الحصول عليه باستخلاص الميثان من فائض السائل، على، 15 - 30 بالحجم % ميثان، 5 - 30 بالحجم % ثاني أكسيد كربون، ما يصل إلى 65 بالحجم % نيتروجين وما يصل إلى 18 بالحجم % أكسجين. وعادة يتم خلط هذا الجزء من الوقود مع الغاز الحيوي الذي يتم الحصول عليه بشكل مباشر من المفاعل اللاهوائي، قبل الحرق.

في نموذج معين آخر، تحديداً نموذج يتم فيه استخدام معدل تهوية للهواء منخفض نسبياً، أو حيث يتم استخلاص الميثان دون استخدام الهواء في استخلاص الميثان (على سبيل المثال في نموذج يتم فيه استخلاص الميثان من خلال الاستخلاص بالتفريغ)، يمكن أن يشتمل جزء وقود الاحتراق الذي تم الحصول عليه على أكثر من 30 % الميثان، تحديداً 50-80 بالحجم % الميثان، وأكثر من 20 بالحجم % ثاني أكسيد كربون، تحديداً 20-50 بالحجم % ثاني أكسيد كربون. وفي هذا النموذج، عادة يكون تركيز النيتروجين عبارة عن صفر-25 بالحجم %. وفي هذا النموذج، عادة يكون تركيز الأكسجين عبارة عن صفر-5 بالحجم %.

تحديداً يمكن اختيار تيار الفاقد من مجموعة تيارات فاقد الماء، الملائط، أنواع الخبث، المواد المتخلفة العضوية، المواد المتخلفة عن التخمر.

ويمكن أن يكون تيار الفاقد، مثل تيار فاقد الماء، من أصل متعلق بالحكم المحلي أو من اصل صناعي.

وتعتبر الطريقة أو النظام وفقاً للاختراع مفيدين بشكل خاص لعلاج تيار فاقد، حيث يتكون فائض السائل في الغالب من ماء (أكثر من 50 بالوزن %، تحديداً 80 بالوزن % على الأقل،

بشكل أكثر تحديداً 90 بالوزن % أو أكثر). يمكن أن يكون محتوى الفاقد (الصلب) عبارة عن 50 % أو أقل، 20 % أو أقل، 10 % أو أقل أو 2 % أو أقل. وبوجه عام يعني ارتفاع محتوى الماء أن كمية الميثان التي تترك المفاعل كميثان مذاب في فائض السائل تكون مرتفعة نسبياً، وعلى هذا النحو تكون فائدة استخلاص الميثان المذاب أيضاً مرتفعة نسبياً بوجه عام.

ويمكن أن تكون عملية الانحلال اللاهوائي عبارة عن أية عملية انحلال لاهوائي لانحلال مادة عضوية في تيار فاقد. وعلى هذا النحو، يمكن أن يكون نظام المفاعل عبارة عن أي نظام مفاعل للانحلال اللاهوائي للمواد العضوية تحديداً، حيث يمكن أن تتم هذه العملية في مفاعل يتم اختياره من مجموعة مفاعلات غطاء الخبَث اللاهوائي المتدفق إلى أعلى (UASB)، مفاعلات غطاء الخبث الحبيبي الممدد (EGSB)، مفاعل الدوران الداخلي (IC)، مفاعلات الطبقة المميعة، المفاعلات الحيوية الغشائية اللاهوائية (MBR)، عملية تلامس، وحدات الهضم المختلطة بشكل تام، المفاعلات اللاهوائية المزودة بحواجز والمراشح اللاهوائية. وفي نموذج معين، يكون مفاعل UASB عبارة عن عطاء خبث متدفق إلى أعلى للانحلال المائي (HUSB).

تحديداً، يمكن أن يكون المفاعل في طريقة أو نظام تفاعل وفقاً للاختراع عبارة عن مفاعلUASB . وتعتبر هذه المفاعلات، والطرق المناسبة لتشغيل هذه المفاعلات معروفة بوجه عام في المجال. على سبيل المثال، يمكن استخدام مفاعل أو عملية UASB على النحو المبين في طلب براءة الاختراع الدولي WO 2005/095288 أو طلب براءة الاختراع الدولي WO 2007/078194.

ويمكن التعرف على مزيد من المعلومات في Feasibility of the Upflow Anaerobic Sludge Blanket (UASB) process, Dr. Ir. G lettinga et al. Proceedings 1979 National Conference on Environmental Engineering, ASCE/ San Francisco, Ca/ July 9-11, 1979 و UASB

process design for various types of wastewater. Lettinga et al. 1991, Water Science & Technology 24(8), 87-107

في Biological Wastewater Treatment Series - Volume 4 - Anaerobic reactors; IWA Publishing, Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, ISBN 1 - 84339 164 3 and 13 - 9781843391647، يتم وصف الأنظمة التالية لمعالجة صرف الحكم المحلي : UASB، مرشح لاهوائي، وحدات اهتضام الخبث (مرحلة واحدة + مرحلتين)، عملية تلامس، المفاعل اللاهوائي المزود بحواجز وكذلك (على المستوى الصناعي) مفاعل طبقة الخبث الحبيبية الممدة (EGSB) ومفاعل IC

وبشكل خاص بالنسبة لـ UASB يشار إلى : Van Haandel and Lettinga, 1994; "Anaerobic sewage treatment", Wiley, UK

وبالنسبة لـHUSB : Wang Kaijun (Beijing Academy of Environ. Sci., Beijing 100037,P,R. China)Last A. R. M. Van der G. Lettinga (Depart. of Environ.

وبالنسبة لـ AnMBR يشار إلى : The First Two Years of Full-Scale Anaerobic Membrane Bioreactor (AnMBR) Operation Treating High-Strength Industrial Wastewater, Scott Christian, Shannon Grant, Peter McCarthy, Dwain Wilson, and Dale Mills.

ويمكن أن يكون المفاعل اللاهوائي (المستخدم) وفقاً للاختراع مفتوحة (عند القمة) أو مغلقة بشكل أساسي (فيما عدا المداخل والمخارج المكرسة، تحديداً لإدخال تيار الفاقد، لإزالة الغاز، لإزالة فائض السائل). ويتميز المفاعل المغلق بالتلامس مع الجو مما يؤدي إلى تفادي فواقد الميثان إلى البيئة أو تقليلها على الأقل. على سبيل المثال يمكن أن يكون المفاعل عبارة عن صهريج

مفاعل. وفي نموذج معين، يمكن أن يكون المفاعل اللاهوائي مزوداً بمدخل للهواء لتهوية مقدمة المفاعل. ويمكن أن يكون هذا هو الهواء المحيط.

عادة يشتمل إنتاج الطاقة من الميثان على أكسدة الميثان. ويمكن أن تتم الأكسدة بطريقة تقليدية بالاحتراق أو الحرق.

ويمكن استخدام مشعل لإشعال الميثان، حيث يتم حرق الميثان. وعلى هذا النحو يتكون (بشكل سائد) ثاني أكسيد الكربون، ماء وحرارة. بعد ذلك يتم تبديد الحرارة بشكل عام إلى الجو.

بشكل مفيد، يتم استخدام أكسدة الميثان، ليس فقط لتحويل الميثان ولكن أيضاً لاستخلاص الطاقة المنتَجة، حتى يمكن استخدام الطاقة لغرض مفيد. ويمكن أن تكون الطاقة المستخلصة في صورة طاقة كهربية و/ أو في صورة حرارة، حيث يمكن استخدامها في تسخين جسم أو وسط تبادل حراري. ويمكن إنتاج الطاقة الكهربية باستخدام معدات معروفة في حد ذاتها، مثل محرك غاز، أو توربين غاز أو ما شابه ذلك. اختيارياً، تكون هذه المعدات مزودة بوسيلة لإنتاج الحرارة، على سبيل المثال بتحويل محرك غازي إلى وحدة توليد حرارة وقدرة مجمعة (CHP). ويمكن على سبيل المثال أن يتم إنتاج الحرارة بشكل مكرَّس في غلاية غازية.

ويمكن بشكل مفيد توفير توربين غازي، حيث أنه بالإضافة إلى توفير وسيلة لأكسدة الميثان، يمكن أن يوفر (جزءاً من) القوة الدفعة لنقل الأطوار الغازية خلال مجاري نظام التفاعل. كذلك، يمكن أن تكون التوربينات قوية بدرجة عالية، وعلى هذا النحو تتيح احتراق طور الغاز غير النقي نسبياً المشتمل على الميثان. وتضم هذه الشوائب الماء، ثاني أكسيد الكربون و/ أو مركبات من الكبريت. ينطبق هذا على كل من الغاز الحيوي وطور الغاز المشتمل على الميثان والذي يتم الحصول عليه من فائض السائل).

لنقل الميثان المذاب من فائض السائل إلى طور الغاز من حيث المبدأ يمكن استخدام أية تقنية مناسبة لهذا الغرض.

ووفقاً للاختراع، يتم نقل الميثان المذاب إلى طور الغاز بوجه عام إذا كان ضغط الميثان الجزئي (p^{CH4}) في طور الغاز أقل من منتج تركيز الميثان المذاب (c^{CH4}) في فائض السائل ومعامل Henry للميثان في فائض السائل (k_H^{CH4}). تم تحديد قيمة معامل Henry الذي يحدد قابلية الغاز للذوبان في الماء بالنسبة لغازات مختلفة كدالة في درجة الحرارة، على سبيل المثال في Metcalf and Eddy, "Wastewater Engineering - Treatment and Reuse 2003, McCraw Hill publishing, pp 67، والذي وفر أيضاً طريقة حساب لتركيز الاتزان الناتج في الصفحات 65 - 69.

وفي حالة الرغبة في ذلك، يمكن التحكم في تركيز الميثان في طور الغاز عند تركيز أقل من الحد الأدنى للانفجار، تحديداً إذا كان طور الغاز سيتم استخدامه كهواء احتراق. يظهر شكل 1 نموذجاً تمثيلياً لنظام لهذه الطريقة (يشار إليها أيضاً باسم الحالة 1). وتتمثل ميزة هذا الخيار في أن المفاعل اللاهوائي (المغطى) تتم تهويته بشكل متزامن.

في الحالة الأخيرة (حيث يتم تقليل إدخال هواء التهوية في وحدة تجميع الغاز إلى الحد الأدنى أو منعه)، يكون تركيز الميثان أعلى من الحد الأدنى للانفجار، وبشكل مفضل عند أو أعلى من الحد الأقصى للانفجار يمكن استخدام طور غاز مشتمل على الميثان كوقود احتراق، على سبيل المثال مع الغاز الحيوي المجمَّع كطور غاز من المفاعل اللاهوائي. وتتمثل ميزة لهذا النموذج المحدد، مقارنة بالنموذج الذي يكون فيه تركيز الميثان أقل من الحد الأدنى للانفجار، في خفض تدفق الغاز ومن ثم تقليل متطلبات معالجة الغاز. يظهر شكل 2 نموذجاً تمثيلياً لنظام حيث يمكن دمج جزء من الميثان المستخلص من فائض السائل مع الغاز الحيوي المجمَّع كغاز في المفاعل اللاهوائي، بحيث

يمكن استخدامه كوقود احتراق، بينما يتم استخدام تيار ميثان (مخفف) ثان كهواء احتراق. (ويشار إليه فيما يلي من الطلب الحالي أيضاً باسم الحالة 2).

الحالة 1

يظهر شكل 1 تخطيطياً نظام مفاعل لطريقة يتم فيها نقل الميثان إلى طور غاز، حيث يمكن استخدام طور الغاز فيما بعد كهواء احتراق. يمثل المفاعل 1 المبين في شكل 1 مفاعل تدفق إلى أعلى، على سبيل المثال مفاعل UASB. وفي حالة الرغبة في ذلك، يمكن توفير نوع آخر من المفاعلات. وتعتبر المكونات الداخلية للمفاعل المبين توضيحية فقط. وتوجد وحدات التجميع 2 لتجميع فائض السائل (حيث يمكن أن تكون عبارة عن أنابيب فائض أو قنوات تجميع غاطسة، بشكل مفضل بسدود لفرط التدفق، على النحو المبين تخطيطياً على سبيل المثال في شكل 3. ويتم أدناه وصف الجوانب المفضلة لوحدات التجميع). وتكون وحدات التجميع 2 – على الأقل أثناء الاستخدام– متصلة بطريق المائع مع بالمجمِّع 3. ويشتمل المجمِّع 3 على مخرج 4 لطور غاز (هواء + الميثان، بشكل مناسب للاستخدام كهواء احتراق) ومخرج 5 لفائض سائل.

ويتم توفير المجرى 6 لنقل الفائض من المخرج 5 إلى واحدة أو أكثر من الوحدات (الاختيارية) لتعزيز استخلاص الميثان من فائض السائل. يمكن توفير واحدة أو أكثر من الوحدات على التوالي أو التوازي. يظهر شكل 1 وحدتين – 8 و16 – لاستخلاص الميثان. ويمكن إلغاء هذه الوحدات. ويمكن أن تكون الوحدة 8 و/ أو 16 تحديداً عبارة عن أجهزة استنصال حيث يمكن ملامسة طور السائل بشكل وثيق مع طور الغاز، مثل الهواء، ومن ثم يتم تعزيز انتقال الميثان المذاب إلى طور الغاز.

ويمكن أن تكون الوحدة 8 تحديداً عبارة عن وحدة استنصال مصممة لفائض التدفق المفرط على شبكة أو مصبَّعة، على سبيل المثال على النحو المبين تخطيطياً في شكل 4، باستخدام شبكة/

مصبَّعة 14 وتدفق مفرط 15 أو جهاز استخلاص بالتفريغ. وفي حالة وجود الوحدة 8، يتم توفير المخرج 10 لطور الغاز المشتمل على الميثان المستخلص (هواء الاحتراق). ويتم تزويد الوحدة 8 بمخرج 9، يكون – على الأقل أثناء الاستخدام– متصلاً بطريق المائع مع المجرى 51 لتوجيه فائض السائل إلى الوحدة 16 (من خلال المدخل 11)، إذا تم استخدام وحدة أخرى، أو يمكن بشكل بديل توفير المجرى 11 لتوجيه الفائض إلى عملية (تقليدية) تالية على المعالجة أو في موضع آخر.

وفي شكل 1، يتم تمثيل الوحدة 16 كجهاز مهوّى. ويتم إظهار هذا الجهاز في شكل 1 كمثال مفضل، فقط. ويفضل هذا الجهاز تحديداً لأنه ليس فقط فعالاً بشكل خاص لاستخلاص الميثان، لكن أيضاً يمكن أن يعمل جهاز التهوية على أكسدة المركبات الكبريتية غير المرغوب فيها، والتي يمكن أن تكون موجودة في فائض السائل. ويتم تزويد الوحدة 16 بمعدات تهوية 64 ومخرج لفائض سائل (نمطياً لتوجيهه إلى عملية (تقليدية) تالية على المعالجة أو أي موضع آخر). كذلك، تشتمل الوحدة 16 على مخرج 19 لطور غاز (هواء) مشتمل على ميثان مستخلص (هواء احتراق).

يشتمل المشعل 22 و/ أو الوحدة 23 لاستخلاص الطاقة (مثل طاقة التفاعل الكيميائي المنطلقة من خلال احتراق الميثان) على المدخل 38 للغاز الحيوي المجمَّع من المفاعل اللاهوائي 1. ويمكن أن يكون نظام التجميع للغاز الحيوي عبارة عن نظام معروف في حد ذاته. تحديداً، يمكن أن يكون نظام المفاعل مزوداً بوحدة لحفظ الغاز 43 لتخزين الغاز الحيوي وتكون متصلة بوحدات تجميع الغاز الحيوي 50 في المفاعل 1 من خلال المخارج 40 للغاز الحيوي، المجرى 41 والمدخل 42. ويفضل وجود وحدة حفظ الغاز لتفادي التفاوتات في إنتاج الميثان (الغاز الحيوي) نظراً لقمم أحمال المفاعلات اللاهوائية.

وتكون وحدة حفظ الغاز 43 مزودة بمخرج 44 يمكن من خلاله نقل الغاز الحيوي إلى المشعل 22 أو وحدة استخلاص الطاقة 23. عادة، يتم إخضاع الغاز الحيوي من وحدة حفظ الغاز 43 (أو من مفاعل لا يوجد به وحدة الحفظ هذه) لمعالجة غازية (لإزالة المكونات غير المرغوب فيها مثل كبريتيد الهيدروجين والماء. ويمكن أن يتم هذا بطريقة تقليدية. وبالتالي، يتم عادة توفير مجرى 45 بين المخرج 44 والمدخل 46 من منشأة معالجة غاز حيوي 47. وتكون منشأة معالجة الغاز الحيوي 47 مزودة بمخرج 48، موصلة بمجرى 49، يمكن من خلاله نقل الغاز الحيوي (المهيأ) إلى المشعل 22 (في شكل 1، من خلال المجرى 37، صمام ومدخل 38) أو الوحدة 23 لاستخلاص طاقة التفاعل (في شكل 1، من خلال المجرى 36 والمدخل 35).

يتم توصيل المخرج (المخارج) لطور غاز (4، 8، 19) من الوحدة (الوحدات) لنقل الميثان المذاب (هواء الاحتراق) إلى طور الغاز بالمجرى (المجاري) (17، 20، 21) الذي يمكن من خلاله نقل طور الغاز إلى الوحدة (الوحدات) لأكسدة الميثان. وتعتبر طريقة عرض التوصيلات بين المجاري في شكل 1 تمثيلية. ويمكن تزويد المجرى (المجاري) بصمامات، بحسب الرغبة، لتنظيم التدفق (ويتم عرض النماذج المفضلة في شكل 1 ويشار إليها باستخدام NNF).

يظهر شكل 1 نموذجاً، يوجد به كل من المشعل 22 والوحدة 23 لاستخلاص طاقة التفاعل (المكونة بأكسدة الميثان). في النظام والطريقة الواردين في الاختراع يكفي أن يكون أحدهما موجوداً أو مستخدماً، على الترتيب، لتقليل احتمال انبعاث غاز الصوبات الزجاجية. وفي حالة استخلاص الطاقة، تكون هناك وحدة 23 لاستخلاص طاقة التفاعل. ويوجد مشعل 22 بشكل مفضل كاحتياطي، لتحويل الميثان في أية فترة تكون فيها قدرة الوحدة 23 غير كافية لتحويل كل وقود الاحتراق.

ويمكن أن يؤدي المجرى (المجاري) (17، 20، 21) المشتمل على ميثان مستخلَص (ونمطياً الهواء) بشكل مباشر إلى المدخل 39 للمشعل 22 (في شكل 1 من خلال المجاري 24 و39). ويوجد عادة صمام لمنع الضغط المرتد لتنظيم التدفق إلى المشعل 23. وفي المعتاد، يكون الصمام مغلقاً أثناء التشغيل العادي. ويمكن بشكل مفيد تزويد المشعل بجهاز، ليكون مدخلاً يسمح بدخول الهواء الإضافي (الهواء المكمِّل) إلى داخل المشعل. على سبيل المثال غلاف مثقب حول المشعل. ويوفر الغلاف المثقب فتحات طويلة رأسياً في الجزء السفلي من المشعل، والذي يمكن أن يتدفق من خلاله الهواء المحيط إلى داخل المشعل.

وفي أحد النماذج التي بها وحدة 23 لاستخلاص طاقة التفاعل، يمكن تزويد النظام بفتحة تهوية أو وحدة لمعالجة غاز الاحتراق 26، حيث يمكن إزالة واحد أو أكثر من المكونات غير المرغوب فيها (على سبيل المثال الماء، كبريتيد الهيدروجين) من طور الغاز المشتمل على الميثان (هواء الاحتراق). ويتم إظهار هذه الوحدة في شكل 1. وتعتبر هذه الوحدة اختيارية يعتمد وجودها بوجه عام على تركيبة تيار الفاقد والتركيبة المتوقعة لهواء الاحتراق وتعتمد كذلك على متطلبات الجهة المورِّدة لوحدات أكسدة الميثان. ويمكن لمن يتمتع بالمهارة في المجال تحديد تضمين هذه الوحدة، على أساس معرفته العامة المعتادة والمعلومات الموجودة في الكشف الحالي. ويتم توفير مدخل 25 ومخرج 26. ويتم توصيل المخرج 26 بمجرى 28 لطور الغاز المعالج المشتمل على ميثان مستخلَص.

في حالة استخدام غاز حيوي في الوحدة 23، حينئذ يمكن أن تكون هناك حجيرة خلط 30، حيث يمكن خلط طور الغاز المشتمل على ميثان مستخلَص (هواء الاحتراق) مع الهواء المكمِّل لتوفير كمية كافية من الأكسجين لاحتراق تيار الغاز الحيوي الذي يتم الحصول عليه كطور غاز من المفاعل 1 (الغاز الحيوي الذي تم تجميعه من خلال وحدات التجميع 40). وتكون حجيرة الخلط 30، على سبيل المثال وعاء امتصاص محرك غازي إذا كانت الوحدة 23 عبارة عن محرك،

مزود بمدخل 29 لطور الغاز المشتمل على الميثان (هواء الاحتراق) ، مدخل 31 للهواء المكمِّل ومخرج 32 لخليط هواء الاحتراق (المشتمل على الميثان) الذي يتم الحصول عليه في حجيرة خلط 30. ويتم توصيل المخرج 32 بمجرى 33 لنقل خليط هواء الاحتراق إلى داخل الوحدة 23 من خلال المدخل 34.

الحالة 2

يظهر شكل 2 تخطيطياً نموذجاً يتم فيه دمج جزء من الميثان مستخلَص الذي تم استخلاصه في نظام تجميع الفائض حتى الوحدة 8 (ذات المحتوى المرتفع من الميثان) مع الغاز الحيوي المجمَّع كغاز في المفاعل 1. هنا، يتم توصيل واحد على الأقل من مخارج طور الغاز من المجمِّع 3 (مخرج 53) والوحدة 10 الموجودة اختيارياً (مخرج 4)، ويفضل في هذا النموذج أن تكون عبارة عن جهاز تجميع بالتفريغ، بنظام مجارٍ مهيأ لنقل طور الغاز المشتمل على ميثان مستخلَص في النهاية إلى المشعل 22 أو الوحدة 23 لاستخلاص طاقة التفاعل، وفي هذا المشعل 22 أو الوحدة 23 يمكن استخدام طور الغاز كوقود احتراق. يظهر شكل 2 تصميماً مفيداً حيث يتم توفير المجاري 52 و53 لطور الغاز، وتؤدي هذه المجاري إل ضاغط 54 ومن هذا الضاغط يمتد مجرى 55 يمكن من خلاله إدخال الغاز في المجرى 41. ويناظر باقي الإعداد في شكل 2 بشكل أساسي الإعداد الوارد في شكل 1. وفي حالة إغلاق (تغطية) قمة المفاعل، يفضل توفير نظام لمعالجة غاز التهوية، تحديداً إذا كان طور الغاز المستخلَص المشتمل على الميثان سيتم استخدامه كجزء من وقود الاحتراق. ويمكن أن يكون هذا عبارة عن أي نظام متوفر تجارياً، على سبيل المثال كاسحات كيميائية أو وحدات أكسدة، كاسحة حيوية، وحدة كربون منشطة إلخ.

ويلاحظ أنه من حيث المبدأ، على الأقل في بعض النماذج، يمكن إلغاء الوحدة 16، تحديداً في النماذج التي يتم فيها استخلاص الميثان المذاب الكافي من فائض السائل. ومع ذلك، خصوصاً

إذا كان فائض السائل مشتملاً على واحد أو أكثر من مركبات الكبريت غير المرغوب فيها، يوجد عادة جهاز تهوية ويمكن تزويد عادم الغاز من جهاز التهوية بنظام لإدخال عادم الغاز في المشعل أو الوحدة 23، حيث يمكن استخدامه كهواء احتراق. وبوجه عام، من المتوقع أن يتم على هذا النحو تحسين استخلاص الميثان، حيث تعتبر التهوية آلية فعالة جداً لإزالة الميثان من فائض السائل. ويمكن معالجة طور الغاز المحتوي على الميثان المأخوذ من جهاز التهوية بشكل أكبر، تحديداً بتجفيفه و/ أو تعريضه لخطوة إزالة H_2S (في حالة وجود كمية كبيرة من H_2S)، قبل مزيد من الاستخدام قبل التخلص منه. ويمكن تحديداً استخدامه كهواء احتراق، على النحو المبين في شكل 1.

وتضم قنوات التجميع المناسبة أنابيب وميازيب مغطاة. وفي المعتاد تكون قنوات التجميع 2 عبارة عن هياكل مغلقة. ومن خلال وجود قنوات تجميع مغلقة يتم تقليل احتمال حدوث فاقد كبير في الميثان إلى الجو، وعلى هذا النحو، تكون محتويات القنوات محاطة بشكل كبير بالجانب (الجوانب) أ، على سبيل المثال على النحو المبين في القناتين الاسطوانيتين المبينتين في شكل 3، شريطة أن يكون ممكناً توفير الفتحات هـ، و لإدخال المائع (فائض السائل و/ أو طور الغاز) في القنوات في (واحد أو أكثر من) الجانب (الجوانب). وتوجد الفتحتان هـ، و بالإضافة إلى مخرج فائض السائل (وطور غاز إن وجد في القنوات) د، بوجه عام عند أحد أطراف القناة. وتفيض هذه الفتحات نمطياً في مقدمة فائض مشتركة (قناة أو أنبوب مغلق، غير مبين في شكلي 1، 2 و3)، حيث تفيض بدورها في المجمّع 3. ويمكن أن تكون الفوهات عبارة عن ثقوب أو عقد (على سبيل المثال عقد مثلثية).

ويتم بوجه عام توفير الفتحتين هـ، و بطول جزء على الأقل من جدار القناة (تحديداً بطول جزء على الأقل من الجدار المحدد بواسطة السطح بطول خط التوليد ب للقناة). ويمكن أن يكون الطرف ج من القناة مغلقاً أو يوفر مدخلاً لطور الغاز، والذي يكون موجوداً بشكل اختياري.

ويمكن تزويد هذا المدخل المكرَّس (غير مبين في شكل 3) تحديداً بصمام حتى يمكن تنظيم تدفق الغاز خلال القناة.

وفي نموذج محدد، يمكن أخذ طور الغاز المدخَل في قناة التجميع من مقدمة المفاعل اللاهوائي (الحيز فوق مستوى السائل في المفاعل). تحديداً، في نموذج تتم فيه تهوية المقدمة بالهواء، يمكن أن يكون بطور الغاز في المقدمة محتوى منخفض نسبياً من الميثان، وعلى هذا النحو يتم نقل الميثان من فائض السائل إلى طور الغاز. ويمكن استخدام طور الغاز (المشتمل على الهواء والميثان) الذي يتم الحصول عليه بهذه الطريقة تحديداً كهواء احتراق.

أثناء الاستخدام، يمكن أن تكون قنوات التجميع من حيث المبدأ ممتلئة بشكل تام بفائض سائل. وبشكل مفضل، أثناء الاستخدام تكون قنوات التجميع (في المتوسط) ممتلئة جزئياً فقط بالفائض، تحديداً بنسبة تصل إلى 75 %، على سبيل المثال بنسبة تبلغ 5-50 %. يتيح هذا السحب المتوازن للفائض عبر المفاعل من أجل الفعالية المفيدة للمعالجة. وكما يدرك من يتمتع بالمهارة في المجال، يمكن سحب الفائض بشكل متصل أو متقطع. وبالتالي، يمكن أن يكون التدفق خلال قنوات التجميع عبارة عن صفر من وقت لآخر، وعلى هذا النحو يمكن أن تكون قنوات التجميع فارغة من حين لآخر.

كذلك، بملامسة فائض السائل في قنوات التجميع (أو في موضع آخر في النظام أو الطريقة الواردين في الاختراع) مع طور غاز خال من الميثان أو به محتوى منخفض نسبياً من الميثان، يمكن نقل الميثان المذاب من طور السائل في قناة التجميع.

ويتم تحديد موضع قنوات التجميع عادة بحيث تكون فتحات فائض السائل أسفل مستوى السائل في المفاعل، على الأقل لجزء من فترة تشغيل المفاعل اللاهوائي. تحديداً في حالة مفاعل UASB، إذا تم استخدام أنبوب غاطس، تكون قنوات التجميع بشكل مفيد قريبة من سطح طور

السائل في المفاعل، تحديداً صفر-100 مم، بشكل أكثر تحديداً صفر-80 مم أسفل السطح المذكور. وفي حالة استخدام قناة تجميع مزودة بسد للتدفق المفرط محزز على شكل حرف v يتفاوت مستوى السائل نمطياً بين صفر و50 مم فوق قاعدة سد التدفق المفرط.

ويمكن اختيار قطر قنوات التجميع، تحديداً أنابيب تجميع الفائض في إطار نطاقات كبيرة، على سبيل المثال بين 150 و300 مم.

وتكون أبعاد الفتحات مناسبة لإدخال السائل في القنوات. ويمكن تحديداً أن يكون قطر هذه الفتحات بين 15 و40 مم.

ويمكن أن يختلف معدل تدفق السائل خلال الفتحات في قنوات التجميع بشكل مناسب في إطار نطاق كبير. وفي المعتاد، تختلف السرعة بين صفر و1.5 م/ ث. وبشكل مفضل، يكون متوسط السرعة أثناء الاستخدام بين 0.2 و1.25 م/ ث، تحديداً بين 0.4 و1.0 م/ ث، بشكل أكثر تحديداً بين 0.5 و 0.7 م/ ث.

وفي أحد النماذج، حيث لا يكون من المرغوب فيه إدخال كمية كبيرة من الغاز (الهواء) من مقدمة المفاعل اللاهوائي 1 إلى وحدة التجميع 2، يمكن تهيئة وحدة التجميع بشكل مفيد لمنع أو على الأقل تقليل إدخال الغاز في القنوات.

ولتحقيق هذا، يمكن تزويد وحدة التجميع بمانع لتسرب الماء على سبيل المثال على النحو المبين تخطيطياً في شكل 5. ويمكن أن يكون مانع تسرب الماء عبارة عن غطاء 59 على قناة التجميع 2، بجوانب تمتد أسفل أدنى مستوى للسائل أثناء استخدام المفاعل 1 وأسفل الفتحة (الفتحات) هـ، و في قنوات التجميع 2. ويظهر الشكل الأيسر موقفاً لا يتم فيه سحب فائض. وفي عدم وجود الغطاء 59 يمكن أن يتدفق الغاز في القناة 2، ومع ذلك فإن وجود الغطاء يمنع تدفقاً

كبيراً للغاز إلى داخل القناة 2. ويظهر الشكل الأيمن الموقف الذي يحدث أثناء التشغيل العادي حيث يتدفق السائل إلى داخل القناة 2.

ويتم إظهار طريقة أخرى لتفادي إدخال الغاز بشكل غير مرغوب فيه بشكل 6 وتتمثل في تزويد وحدة التجميع 2 بوسائل لتهيئة مستوى الفتحات في وحدات التجميع بتغيير في مستوى السائل في المفاعل اللاهوائي 1، على سبيل المثال باستخدام أداة طفو 60. ويكون مخرج السائل من وحدة التجميع 2 عبارة عن قناة مرنة 61 يتدفق من خلالها الفائض إلى داخل قناة الفائض 62. ومن هناك، فإنه يتدفق عادة إلى المجمِّع. وفي الشكل الأيسر، الذي يمثل التشغيل العادي، يكون مستوى السائل في وحدة التجميع 2 فوق مستوى فيضان السائل 63 في قناة الفائض 62، وعلى هذا النحو يتم سحب الفائض من المفاعل 1. وفي الشكل الأيمن يتم خفض مستوى السائل في المفاعل 1 بشكل كبير بحيث يكون مستوى السائل في وحدة التجميع 2 عند نفس ارتفاع مستوى الفيضان 63 في قناة الفائض 62، وعلى هذا النحو لا يتم سحب أي فائض من المفاعل 1.

على النحو المبين في شكلي 1 و2، يمكن أن يكون النظام الوارد في الاختراع مزوداً بمجمِّع 3. ويكون هذا المجمِّع مزوداً بشكل مفيد بمخرج 4 لطور الغاز (حيث يمكن أن يشار إلى طور الغاز باسم غاز تهوية المفاعل اللاهوائي)، بالإضافة إلى مخرج 5 لفائض سائل. وعلى هذا النحو، في المجمِّع يمكن فصل طور الغاز عن الفائض، إذا تم في طريقة واردة في الاختراع تجميع فائض السائل من المفاعل اللاهوائي 1 مع طور غاز.

يتم إدخال فائض السائل في المجمِّع 3 من وحدة (وحدات) التجميع 2، من خلال المدخل 57 (انظر على سبيل المثال شكل 1). ويمكن أن يكون هناك مجرى متوسط (مثل قناة فائض 62 على النحو المبين في شكل 6) بين وحدة (وحدات) التجميع والمدخل 57. وبشكل مفيد، يتم

إدخال فائض السائل في المجمِّع 3 فوق مستوى السائل، بشكل يتيح السقوط الحر للسائل الذي يتم إدخاله. يؤدي هذا إلى زيادة التلامس مع طور الغاز وعلى هذا النحو نقل الميثان.

ويتم تزويد المجمِّع 3 اختيارياً بجهاز لتعزيز إطلاق الميثان المذاب في طور الغاز. وتضم هذه الأجهزة تحديداً أجهزة لتكوين دوامات في طور السائل في المجمِّع، على سبيل المثال سلسلة من الشلالات، أو العديد من شبكات السدود. ويمكن سحب طور الغاز من المجمِّع بجهاز تهوية غازات أو ضاغط أو ما شابه ذلك (تحديداً في الحالة 1 المبينة أعلاه، ويتم إظهاره كعنصر 56 في شكل 1). وفي حالة الرغبة في ذلك، يتم تزويد المجمِّع بنظام تهوية لإدخال الهواء في نظام التجميع. وعلى هذا النحو يتم بوجه عام تحسين نقل الميثان من فائض السائل إلى طور الغاز. وبشكل خاص إذا تمت تهوية المقدمة الموجودة أعلى المفاعل اللاهوائي بالهواء، يمكن أخذ الغاز من المقدمة لملامسته مع فائض السائل.

وبشكل بديل، تحديداً في نموذج يشار إليه أعلاه باعتباره الحالة 2، أو يتم توضيحه بالشكل 2، يمكن تحسين انتقال الميثان من فائض السائل إلى طور الغاز بتشغيل المجمِّع تحت ظروف دون الضغط الجوي (من خلال الاستخلاص بالتفريغ). وفي هذا النموذج، يمكن أن يكون طور الغاز الذي تم الحصول عليه تحديداً مناسباً كوقود احتراق.

اعتماداً على تركيز الميثان والأكسجين في طور الغاز، يمكن استخدام طور الغاز كهواء احتراق، أو كوقود احتراق (مع تجميع الغاز الحيوي كطور غاز في مفاعل 1). وفي حالة ارغبة في ذلك، يمكن تزويد النظام بمستشعر لمراقبة الميثان، وفي حالة الرغبة في ذلك يتم استخدام الأكسجين، وصمام يتيح تحويل تدفق الغاز بين التيار المراد استخدامه في وقود الاحتراق (على سبيل المثال من خلال المجاري 53، 55، 41 إلخ.، على النحو المبين في شكل 2) والتيار المراد استخدامه لهواء الاحتراق (على سبيل المثال من خلال المجاري 6، 20، إلخ على النحو المبين في شكل 1).

وكما هو مبين في شكلي 1 و2 يمكن توفير واحد أو أكثر من أجهزة استخلاص الميثان (في المجرى بين 1 واختيارياً 16)، مثل جهاز استنصال الميثان. ويتم إظهار جهاز استنصال مفضل تخطيطياً في شكل 4. ويعرف هذا الجهاز باسم جهاز نزع الغازات بالتفريغ.

ويمكن أن تقوم الطرق المناسبة لتشغيل هذا الجهاز على سبيل المثال Handleiding voor het gebruik van water in de industrie, 1971, Vereniging krachtwerktuigen, Kluwer, ISBN 90 201 059 30, sectie 6.9 uitdrijven van gassen, pp 429 - 450 (باللغة الألمانية).

وتضم الطرق الأخرى التي يمكن استخدامها أجهزة استنصال ڤنتوري (على سبيل المثال كما هو مبين في GB 2381 761 A) أو أغشية نزع الغازات. وتعتبر أغشية نزع الغازات متوفرة تجارياً، على سبيل المثال من Liqui-Cell: (http://www.liqui-cel.com/applications/other-gas-transfer.cfm).

ويمكن إخضاع فائض السائل الخارج من وحدة استخلاص غاز الميثان النهائية، لخطوة معالجة لاحقة أو تؤدي إلى التخلص النهائي. ويتم إجراء الطريقة الواردة في الاختراع بوجه عام بدون أي تدوير بشكل كبير لفائض السائل منزوع الغازات إلى داخل المفاعل حيث يتم الانحلال اللاهوائي، على الرغم من أنه من حيث المبدأ يمكن إعادة تدوير جزء من الفائض منزوع الغازات، على سبيل المثال 50 % من الحجم أو أقل، تحديداً أقل من 10 % من الحجم أو أقل. ويعتبر إجراء طريقة وفقاً للاختراع بدون إعادة تدوير أو من خلال إعادة جزء هامشي فقط من حجم الفائض منزوع الغازات مفيداً لأن التدفق الخاضع لإزالة الميثان يزيد بزيادة إعادة التدوير. وتعني زيادة التدفق بوجه عام الحاجة إلى المزيد من المعدات أو معدات أكبر. كذلك، فإن هذا يزيد من تعقيد العملية.

بشكل مفضل، يتم تزويد النظام الوارد في الاختراع بمفاعل للمعالجة اللاحقة للفائض اللاهوائي مزوداً بجهاز تهوية. ويتم بشكل مفيد استخدام جهاز التهوية، ليس فقط لاستخلاص الميثان

المذاب، ولكن أيضاً لأكسدة واحد أو أكثر من مركبات الكبريت (مركبات الكبريت العضوية، H_2S). ويمكن اختيار جهاز التهوية وظروف التشغيل على أساس تكنولوجيا معروفة في حد ذاتها، على سبيل المثال على النحو المبين في Metcalf and Eddy, "Wastewater Engineering - Treatment and Reuse" 2003, McCraw Hill publishing , section 5-12 Aeration systems pp 430 – 456.

ويمكن بشكل محدد استخدام طور الغاز الذي تم الحصول عليه بإخضاع فائض السائل للتهوية، كهواء احتراق لحرق الغاز الحيوي المجمَّع (كطور غاز) من عملية الانحلال اللاهوائي.

وفي نموذج يتم فيه تصميم نظام التفاعل الوارد في الاختراع بحيث يكون له طور غاز مشتمل على الهواء والميثان يتم استخدامه كهواء احتراق لوحدة حرق غاز حيوي، وبشكل محدد وحدة يتم فيها استخدام حرارة التفاعل المنطلقة بفعل الاحتراق لتوليد الطاقة أو الحرارة، يفضل تزويد النظام بصهريج لدخول هواء الاحتراق، حيث يشتمل الصهريج المذكور كذلك على مدخل للهواء (المحيط)، ومن خلاله يمكن إدخال هواء المدخل (المحيط) في صهريج دخول هواء الاحتراق في الفترات التي يكون فيها هواء الاحتراق الموفَّر بواسطة طور الغاز المشتمل على الهواء والميثان لحرق كل الغاز الحيوي المراد استخدامه في إنتاج الطاقة غير كاف. كذلك يمكن أن يشار إلى الهواء المدخَل من خلال هذا المدخل كهواء مكمِّل. ويشتمل الصهريج كذلك على مخرج لهواء الاحتراق وهو المخرج الذي يمكن من خلاله توجيه هواء الاحتراق إلى وحدة احتراق حيث يراد حرق الغاز الحيوي، ويتم على هذا النحو إنتاج الطاقة.

وفي نموذج يتم فيه استخدام طور الغاز المشتمل على الهواء والميثان كهواء احتراق في مشعل حيث يتم إشعال الغاز الحيوي، يفضل تزويد المشعل بمدخل لإدخال الهواء الإضافي (الهواء المكمِّل، العنصر 58 في شكل 1 وفي شكل 2)، في المشعل في الأوقات التي يتم فيها توفير هواء غير كاف

من خلال طور الغاز المشتمل على الهواء والميثان لضمان الاحتراق الكامل للغاز الحيوي. يشتمل هذا المشعل على موقد داخل غلاف (مشعل مغلق)، حيث يمكن أن يكون هذا الغلاف بشكل أساسي عبارة عن أنبوب. ويتاح للهواء الدخول بحرية من الفتحات التي في طرف سفلي من الغلاف، بشكل يكفي لدخول الكمية المطلوبة من الهواء إذا كان هواء الاحتراق غير كاف أو كان غير موجود.

وفي نموذج مفيد، يتم توفير جهاز تجميع بالتفريغ لاستخلاص الميثان. وفي هذا الجهاز يمكن إخضاع الفائض للاستخلاص بالتفريغ، وعلى هذا النحو يتم نقل الميثان من الفائض إلى طور الغاز. ويعتبر الاستخلاص بالتفريغ مناسباً بشكل خاص للحصول على طور غاز بمحتوى مرتفع من الميثان، عادة فوق الحد الأدنى للانفجار، تحديداً فوق الحد الأقصى للانفجار، وبشكل أكثر تحديداً محتوى من الميثان يتراوح بين 15 و80 بالحجم %. وعلى هذا النحو، تعتبر هذه الآلية مناسبة تحديداً لتوفير طور غاز يمكن استخدامه كوقود احتراق. ويشتمل الاستخلاص بالتفريغ على إخضاع فائض السائل لضغط دون الضغط الجوي، عادة لضغط يبلغ 0.8 بار أو أقل، تحديداً ضغط يبلغ 0.5 بار أو أقل. ولظروف عملية، يمكن أن يكون الضغط الأقل من الضغط الجوي تحديداً عبارة عن 0.1 بار أو أكثر، أو 0.25 بار أو أكثر، خصوصاً في نموذج مشتمل على (استخدام) مفاعل UASB.

بشكل مفضل، يتم إخضاع فائض السائل من خطوة الاستخلاص بالتفريغ للتهوية، لمزيد من استخلاص الميثان المذاب في فائض السائل من خطوة الاستخلاص بالتفريغ.

وفي نموذج مفيد يحتوي نظام المفاعل (المستخدم) وفقاً للاختراع على مجرى بين مخرج الغاز الحيوي المنتَج في المفاعل اللاهوائي ووحدة إنتاج الطاقة من الميثان، حيث يشتمل المجرى على مقياس لتدفق الغاز واختيارياً مستشعر ميثان. ويمكن توفير مقياس أو مستشعر التدفق هذا على سبيل

المثال في أي من المجاري 41، 45 و 49 على النحو المبين في شكل 1 و 2) لنقل الغاز الحيوي من المفاعل اللاهوائي (1) إلى مشعل (22) أو وحدة لاستخلاص الطاقة (23).

ويعتبر وجود مقياس التدفق هذا، واختيارياً مستشعر الميثان، مفيداً بشكل خاص في تحسين تنظيم تدفق هواء الاحتراق إلى داخل وحدة إنتاج الطاقة.

وعلى أساس معدل التدفق، يمكن تقدير كمية الأكسجين (الهواء) المطلوبة لحرق الغاز الحيوي، ويمكن تنظيم معدل تدفق هواء الاحتراق وفقاً لذلك. ويعتبر وجود مقياس معدل تدفق في المجرى لنقل الغاز الحيوي المؤدي من المفاعل اللاهوائي (41) مفيداً لأنه يتيح التغذية الراجعة المباشرة لمعدل إنتاج الميثان في المفاعل اللاهوائي. ويعتبر وجود مقياس تدفق في مجرى نقل الغاز الحيوي خلاله بشكل أكبر (المجرى 45 المؤدي من وعاء تخزين الغاز الحيوي 44 أو مجرى 49 من وحدة معالجة الغاز الحيوي) مفيداً لأنه يقيس معدل التدفق الفعلي نحو المشعل 22 و/ أو وحدة استخلاص الطاقة 23، ومن ثم يتم توفير المزيد من البيانات اللحظية لتنظيم معدل تدفق هواء الاحتراق.

تحديداً عند التشغيل تحت ظروف الحالة الثابتة، تكون تركيبة الغاز الحيوي ثابتة نسبياً. وعلى هذا النحو، يمكن في المعتاد أن يتم تحديد دقيق بما يكفي لمعدل تدفق هواء الاحتراق دون الحاجة لمراقبة تركيز الميثان في الغاز الحيوي. وفي نموذج مفيد، يشتمل واحد أو أكثر من المجاري (المزودة بمقياس تدفق) على مستشعر ميثان، حيث يتيح زيادة الدقة في تحديد معدل تدفق هواء الاحتراق المطلوب، كما أنه في هذا النموذج يتعين أخذ تذبذبات تركيز الميثان في الاعتبار.

كذلك، يمكن أن يشتمل نظام المفاعل (المستخدم) وفقاً للاختراع على مجرى لنقل طور الغاز من وحدة استخلاص غاز الميثان إلى وحدة إنتاج الطاقة من الميثان حيث يشتمل المجرى على مقياس تدفق غاز واختيارياً مستشعر ميثان.

في الحالة التي يشتمل فيها (جزء من) هواء الاحتراق على الميثان (مستخلَص من فائض السائل)، يمكن أخذ تركيز الميثان في هواء الاحتراق في الاعتبار أيضاً، عند تحديد معدل تدفق هواء الاحتراق المطلوب. لذا يمكن توفير مقياس معدل تدفق في مجرى لنقل طور الغاز المشتمل على ميثان مستخلَص من أية وحدة لاستخلاص الميثان. وفي ظروف الحالة الثابتة، يكون تركيز الميثان ثابتاً نسبياً، لكن – في حالة الرغبة في ذلك – يمكن توفير مستشعر ميثان أيضاً، وعلى هذا النحو يمكن أخذ تذبذبات تركيز الميثان في الاعتبار. وتتعلق ميزة أخرى لمستشعر الميثان في مجرى لنقل طور الغاز المشتمل على ميثان مستخلَص من أية وحدة لاستخلاص الميثان بالأمان. ويمكن استخدام هذا المستشعر لمراقبة ما إذا كان تركيز الميثان عند أية نقطة زمنية يصل إلى قيمة بين الحدين الأدنى والأقصى للانفجار، وعلى هذا النحو يمكن اتخاذ إجراءات ليكون تركيز الميثان خارج هذا النطاق، ومن ثم تفادي خطورة الانفجار المحتملة. كذلك يمكن توفير مستشعر أكسجين لهذا الغرض.

بعد ذلك، يتم التمثيل لاستخدام مقاييس التدفق في طريقة يتم فيها تنظيم معدل تدفق هواء الاحتراق بالإشارة إلى الحالتين 1 و2 المذكورتين أعلاه وشكلي 1 و2.

الحالة 1 (استخدام هواء التهوية المستخلص والتهوية المسبقة لعادم الغاز كهواء احتراق)

يمكن توفير مقياس تدفق في واحد على الأقل من المجاري 41، 45 و49. وعلى أساس معدل تدفق الغاز الحيوي إلى الجهاز لإنتاج الطاقة (جهاز احتراق مثل مشعل، محرك غازي إلخ)، يتم تقدير كمية الأكسجين (والهواء) المطلوبة للاحتراق.

ويمكن إضافة قيمة مضاعِفة معينة (أكبر من 1.0) (قابلة للضبط بواسطة المشرف على العمليات) لتعويض طلب الأكسجين الإضافي الناتج عن وجود الميثان في هواء الاحتراق

وانخفاض محتوى الأكسجين (مقارنة بالهواء). يتعلق هذا بكل من هواء الاحتراق من نظام تجميع الفائض 3 وعادم الغاز من وحدة التهوية المسبقة (16).

يتم قياس معدل تدفق الهواء إلى وحدة التهوية المسبقة أيضاً (في مجرى من 64 إلى 16). على أساس الأكسجين (الهواء) المطلوب المحسوب والتدفق إلى الوحدة 16، يمثل الفارق نقطة معينة لمعدل تدفق غاز التهوية (21 + 17).

إذا لم يكن هناك تدفق تيار فاقد إلى نظام المفاعل (وعلى هذا النحو لا يكون هناك إنتاج من الغاز الحيوي)، تستمر التهوية عادة عند معدل منخفض نسبياً، مقارنة بالفترات التي يكون فيها تدفق تيار فاقد. بعد المعالجة في وحدة معالجة غاز تهوية، عادة يتم بعد ذلك تصريف غاز التهوية المعالج إلى الجو.

الحالة 2 (استخدام غاز التهوية المستخلص كغاز حيوي (وقود احتراق) واستخدام عادم الغاز السابق على التهوية كهواء احتراق)

مقارنة بالحالة 1، تكون كمية طور الغاز الذي يتم الحصول عليه في وحدة استخلاص الميثان والمراد استخدامه كهواء احتراق بوجه عام أقل بكثير. وفي حالة استخدام إعداد كالمبين في شكل 2، حينئذ يتم استخدام عادم الغاز من الوحدة 16 فقط بشكل مثالي كهواء احتراق. لا يعتمد تشغيل هذه الوحدة عادة على معدل احتراق الميثان الفعلي، حيث يتم أيضاً استخدام هذه الوحدة في المعتاد لأكسدة الكبريتيد، وهو ما يحدث عادة خلال استخدام الطريقة. وفي اللحظات التي لا يكون فيها احتراق للميثان، يمكن معالجة عادم الغاز في وحدة غاز تهوية فقط وتصريفه إلى الجو.

في الأوقات التي يتوقف فيها تدفق تيار الفاقد إلى داخل المفاعل أو يصبح منخفضاً للغاية، يقل مستوى السائل في المفاعل وقد يدخل الهواء في نظام تجميع الفائض، على سبيل المثال مداخل

الأحواض هـ، و في شكل 3. ويعتبر دخول الهواء في خط الغاز الحيوي غير مرغوب فيه لأنه قد يؤدي إلى تكون خليط انفجاري بين الميثان والأكسجين. لذا يفضل اتخاذ الإجرائين الاحتياطيين لمنع هذا الدخول للهواء في نظام تجميع الفائض (على سبيل المثال على النحو المبين في شكلي 5 و6) أو، إذا لم يتم اتخاذ الإجرائين الاحتياطيين المبينين أعلاه (شكلي 5 و6)، عند انخفاض التدفق أو عدم وجود تدفق يتوقف استخلاص غاز التهوية من المجرى 4 والحقن في مجرى الغاز الحيوي 41 أو بشكل بديل، يتم توجيهه إلى معالجة غاز التهوية ثم تصريفه إلى الجو.

ويمكن اتخاذ هذا الإجراء الاحتياطي عند مستوى مركزي (أي أسفل نقطة تعيين معدل تدفق معين) أو عند مستوى مفاعل (على سبيل المثال باستخدام محول مستوى بسيط (مثل الصمام الذي بعوامة أو المحبس الكروي المستخدمين في خزانات كسح المراحيض) يوقف استخلاص غاز التهوية عند أدنى مستوى معين. وكإجراء تأميني ثانوي يمكن تركيب إما مستشعرات الميثان أو مستشعرات الأكسجين في المجرى 53، 55 أو 41 الذي يتم إطلاقه عند نقطة تعيين معينة وإيقاف حقن غاز التهوية في مجرى الغاز الحيوي 41.

كذلك يمكن أن يستمر استخلاص الميثان من الوحدة 8 حين يتوقف تدفق تيار الفاقد في المفاعل أو يصير منخفضاً، حيث يتم عادة توفير موانع تسريب الماء التي تمنع دخول الهواء في هذه الوحدة.

عناصر الحماية

1- طريقة لاستخلاص الميثان من فائض سائل مفاعل حيث يكون قد تم إخضاع تيار فاقد مشتمل على واحدة أو أكثر من المواد العضوية لعملية انحلال لاهوائي تم فيها إنتاج غاز مفاعل حيوي، مشتمل على الميثان، من المادة العضوية الواحدة أو أكثر المذكورة، فائض السائل المشتمل على الميثان المذاب، حيث تشتمل الطريقة على نقل الميثان المذاب من الفائض إلى طور غاز واستخدام الميثان في إنتاج الطاقة.

2- طريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث يتم إخضاع الميثان لتفاعل أكسدة، باستخدام وحدة حيث يتم استخلاص طاقة التفاعل المنطلقة خلال الأكسدة أو حيث تتم أكسدة الميثان باستخدام مشعل.

3- طريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 1، حيث يتم إمرار الفائض من المفاعل خلال قناة تجميع، وتشتمل قناة التجميع على فائض سائل وطور غاز، تحديداً الهواء، ويكون بالقناة فتحات يتم من خلالها إدخال فائض السائل في قناة التجميع وملامسته بطور الغاز، وفي قناة التجميع يتم نقل الميثان من الفائض إلى طور الغاز.

4- طريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 3، حيث يتم إدخال طور الغاز والفائض، اللذين مرا خلال قناة التجميع، في مجمِّع، وفيه يتم فصل طور الغاز عن الفائض.

5- طريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث يتم إدخال الفائض في جهاز استنصال غاز، حيث يتم استصال الميثان من الفائض، وعلى هذا النحو يتم نقل الميثان من فائض السائل إلى طور الغاز.

6- طريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث يشتمل النقل على إخضاع فائض السائل للتهوية، ومن ثم يتم تكوين طور غاز مشتمل على الهواء والميثان.

7- طريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية 3-5، حيث يتم استخدام طور الغاز المشتمل على

الهواء والميثان كهواء احتراق لحرق الغاز الحيوي الذي تم الحصول عليه من عملية الانحلال اللاهوائي.

8- طريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 7، حيث يتم إدخال طور الغاز المشتمل على الهواء والميثان والمراد استخدامه كهواء احتراق في صهريج دخول هواء احتراق، حيث يشتمل الصهريج المذكور كذلك على مدخل للهواء المحيط، يتم من خلاله إدخال الهواء المحيط في صهريج دخول هواء الاحتراق في الأوقات التي يكون فيها هواء الاحتراق الموفَّر بواسطة طور الغاز المشتمل على الهواء و الميثان لحرق كل الغاز الحيوي المراد استخدامه في إنتاج الطاقة غير كاف، يشتمل الصهريج أيضاً على مخرج لهواء الاحتراق حيث يتم من خلال ذلك المخرج توجيه هواء الاحتراق إلى وحدة احتراق حيث يتم حرق الغاز الحيوي، وعلى هذا النحو يتم إنتاج الطاقة.

9- طريقة وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، حيث يتم إخضاع الفائض للاستخلاص بالتفريغ، ووعلى هذا النحو يتم نقل الميثان من الفائض إلى طور الغاز.

10- طريقة وفقاً لعنصر الحماية رقم 8 أو 9، حيث يتم دمج طور الغاز المشتمل على الميثان المنقول مع الغاز الحيوي الذي تم تجميعه كطور غاز من المفاعل ثم تم استخدامه لاستخلاص الطاقة أو إشعالها.

11- مفاعل نظام لتحضير الغاز الحيوي بالانحلال اللاهوائي لواحدة أو أكثر من المواد العضوية، حيث يشتمل النظام على مفاعل، ويكون المفاعل مزوداً بنظام لتجميع غاز حيوي ومخرج لغاز حيوي منتَج في المفاعل، مع وسيلة سحب الفائض لسحب فائض السائل من المفاعل، ومع وحدة استخلاص لغاز الميثان من أجل استخلاص غاز الميثان من فائض السائل، وتشتمل وحدة استخلاص غاز الميثان على مدخل لفائض السائل، ويكون هذا المدخل أثناء الاستخدام على الأقل متصلاً بطريق المائع بوسيلة سحب الفائض، وتشتمل

وحدة استخلاص غاز الميثان كذلك على مخرج لطور غاز مشتمل على الميثان ومخرج لفائض سائل.

12- مفاعل نظام وفقاً لعنصر الحماية رقم 11، حيث تتم تهيئة مخرج طور غاز في وحدة استخلاص غاز الميثان ومخرج الغاز للغاز الحيوي للاتصال بطريق المائع مع وحدة لإنتاج الطاقة من الميثان، على الأقل أثناء تشغيل النظام.

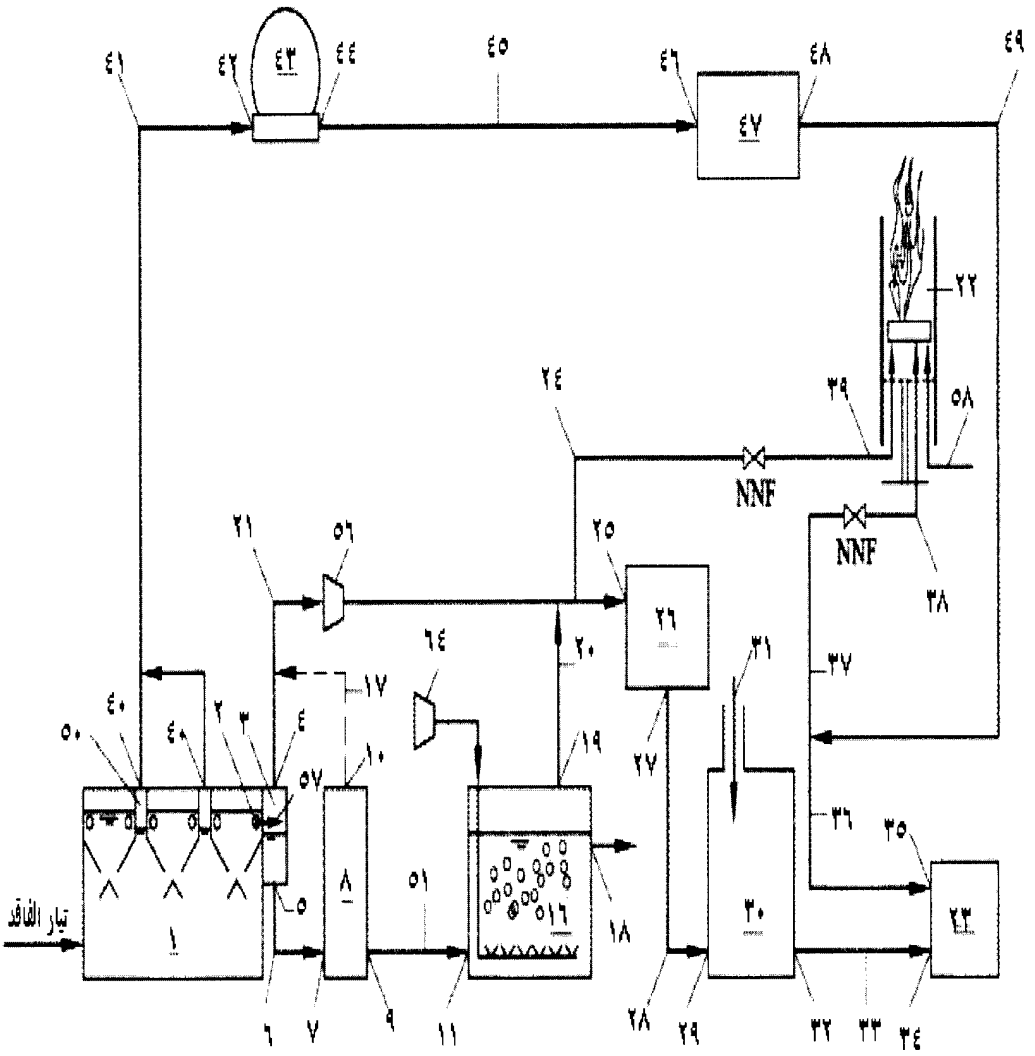
13- مفاعل نظام وفقاً لعنصر الحماية رقم 12، حيث يتم توفير مجرى بين مخرج الغاز الحيوي المنتج في المفاعل اللاهوائي، ووحدة إنتاج الطاقة من الميثان، حيث يشتمل المجرى على مقياس تدفق غاز واختيارياً مستشعر ميثان.

14- مفاعل نظام وفقاً لعنصر الحماية رقم 12 أو 13، حيث يوجد مجرى لنقل طور الغاز بين وحدة استخلاص غاز الميثان ووحدة إنتاج الطاقة من الميثان حيث يشتمل المجرى على مقياس تدفق غاز واختيارياً مستشعر ميثان.

15- مفاعل نظام وفقاً لأي من عناصر الحماية 11-14، حيث تشتمل وسائل سحب الفائض على قنوات تجميع، ويكون بالقنوات فتحات لإدخال فائض السائل في قنوات التجميع، ومخرج لفائض السائل، حيث يكون المخرج، على الأقل أثناء تشغيل النظام، متصلاً بطريق المائع بوحدة استخلاص الميثان، وتشتمل قنوات التجميع على مدخل لطور غاز، حيث يمكن أن يكون المدخل عبارة عن واحدة أو أكثر من الفتحات لفائض السائل أو مدخل منفصل.

16- نظام مفاعل وفقاً لأي من عناصر الحماية 11-15، حيث تشتمل وحدة استخلاص غاز الميثان على جهاز يتم اختياره من مجموعة أجهزة التهوية، أجهزة استنصال الغاز وأجهزة تجميع الغازات بالتفريغ.

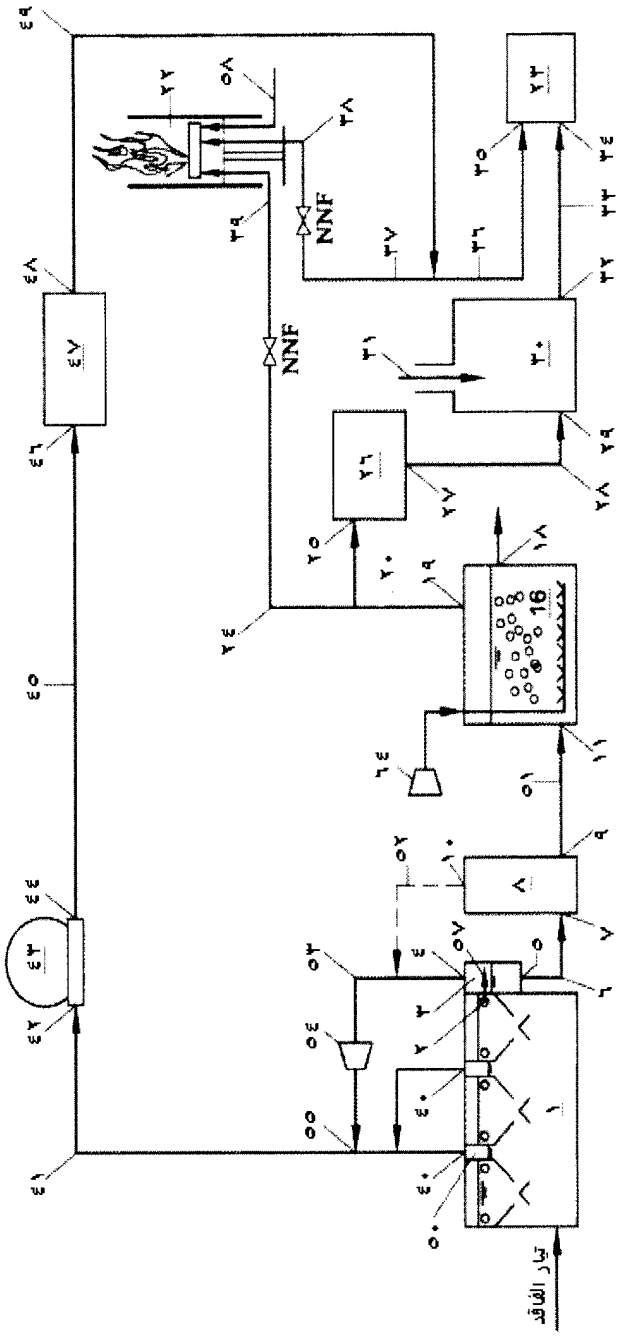
MA 34879B1



شكل ١

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	4	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب	سمر اللباد		

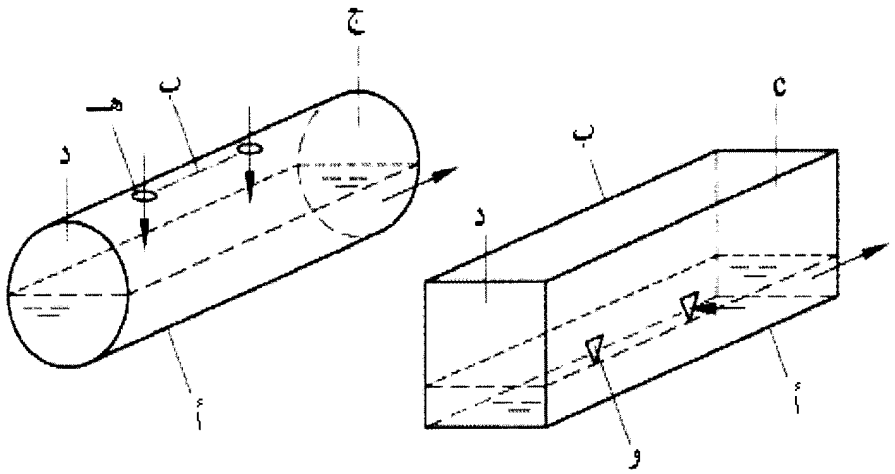
MA 34879B1



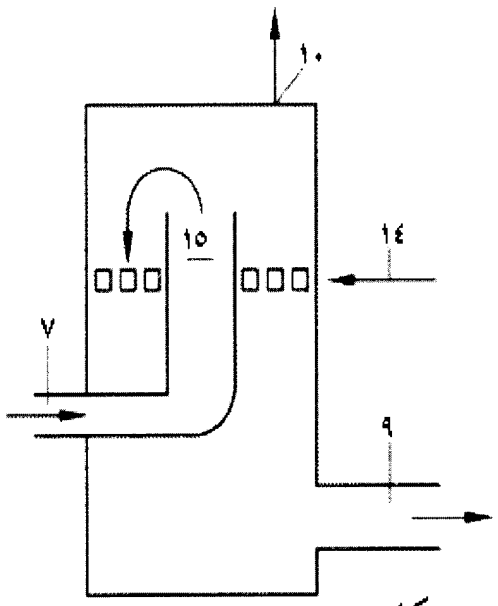
شكل ٢

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	4	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب	سمر اللباد		

MA 34879B1



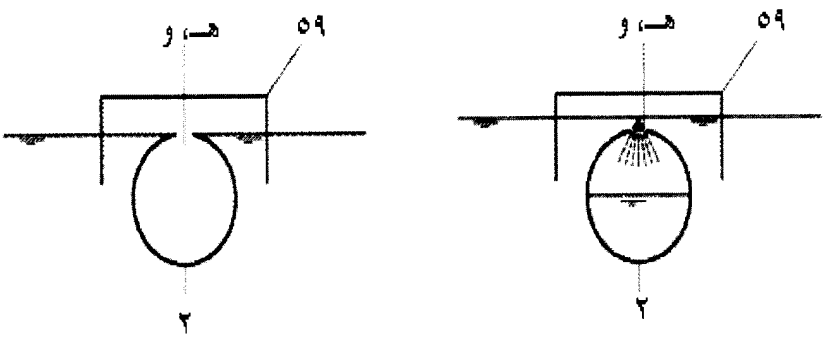
شكل ٣



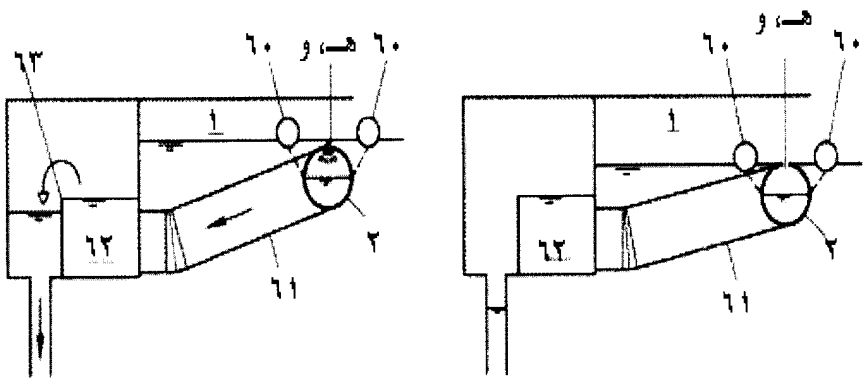
شكل ٤

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	4	رقم اللوحة	3
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب	سمر اللباد		

MA 34879B1



شكل ٥



شكل ٦

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	4	رقم اللوحة	4
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب	سمر اللباد		