ROYAUME DU MAROC

OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE
---

(19)

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

(12) **BREVET D'INVENTION**

(11) N° de publication :
MA 61699 A1

(43) Date de publication :
27.09.2023

(51) Cl. internationale :
E21B 43/24; E21B 43/243; E21B 43/295; E21B 43/24; E21B 43/243; E21B 43/295

(21) N° Dépôt :
61699

(22) Date de Dépôt :
14.12.2021

(30) Données de Priorité :
18.12.2020 US 63/127,754

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/CA2021/051803 14.12.2021

(71) Demandeur(s) :
PROTON TECHNOLOGIES INC, #300,140-8th Avenue SW, Calgary, Alberta T2P (CA)

(72) Inventeur(s) :
GATES, Ian D. ; WANG, Jingyi ; STREM, Grant D.

(74) Mandataire :
SABA & CO., TMP

(54) Titre : **PROCÉDÉS DE RÉORIENTATION D'OPÉRATIONS DE RÉCUPÉRATION THERMIQUE D'HYDROCARBURES POUR LA PRODUCTION DE GAZ DE SYNTHÈSE**

(57) Abrégé : L'invention concerne des procédés de réorientation d'opérations de récupération thermique d'hydrocarbures dans lesquels le gisement, qui a été préalablement traité avec de la vapeur pour la mobilisation d'hydrocarbures, est en outre traité avec un oxydant pour induire une ou plusieurs réactions parmi un craquage thermique (thermolyse), une gazéification, un procédé au gaz à l'eau et une aquathermolyse pour générer un gaz de synthèse à l'intérieur du gisement, ledit gaz de synthèse ou ses composants constitutifs pouvant ensuite être extraits.

المخلص

طرق لإعادة استخدام عمليات استرداد هيدروكربون حراري حيث تتم معالجة المكمن، الذي سبق معالجته بالبخار لتعبئة الهيدروكربون، بمؤكسد للحث على واحد أو أكثر من التكسير الحراري (التحلل الحراري)، التغويز، تحول الماء إلى الغاز، وتفاعلات التحلل الحراري المائي لتوليد غاز اصطناعي داخل المكمن، والذي يمكن بعد ذلك أن يتم إنتاج الغاز الاصطناعي أو المكونات المقومة الخاصة به إلى السطح.

المجال التقني للاختراع

يتعلق المجال التقني بإنتاج منتجات قيمة من مكامن الهيدروكربون، وبشكل خاص بالطرق الثانوية أو الثلاثية لمعالجة المكامن.

خلفية الاختراع

تتوافر مكامن الهيدروكربون بكثرة على مستوى العالم ويتم استخدام العديد من التقنيات لإنتاج النفط أو الغاز من هذه المكامن بما في ذلك العمليات الأولية وكذلك عمليات استرداد النفط المحسن مثل الغمر المائي والغمر البخاري والغمر الكيميائي لإنتاج هيدروكربون إضافي من المكامن.

بالنسبة لأنواع النفط المختلفة بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر النفط الثقيل والنفط الثقيل الإضافي (البيتومين)، تتحدى عوامل المكمن المختلفة أو تضعف إنتاجية النفط بما في ذلك ما إذا كان النفط شديد اللزوجة عند شروط المكمن الأصلية، وكذلك أنواع النفط المختلفة بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر تتم معالجة النفط الثقيل والبيتومين بشكل شائع حرارياً لتقليل اللزوجة وربما زيادة ضغط المكمن بحيث يتدفق الهيدروكربون بسهولة في المكمن ويمكن أن يتم إنتاجه إلى السطح. في معظم الطرق الحرارية، يتم حقن البخار في المكمن لتسخين النفط الثقيل أو البيتومين لخفض لزوجته بحيث يمكن أن يتم إنتاجه إلى السطح. في بعض الحالات، يتم استخدام طرق تسخين إضافية بديلة أخرى غير البخار أو يتم استخدام طرق بالإضافة إلى البخار والتي قد تتضمن حقن المواد الخافضة للتوتر السطحي أو الموائع القابلة للامتزاج، أو العديد من الطرق الأخرى.

يعتبر تصريف الجاذبية بمساعدة البخار (SAGD) إحدى عمليتي الاسترداد الذي أساسه البخار الأكثر شيوعاً لإنتاج البيتومين. يوضح الشكل 1 و 2 عملية SAGD التقليدية 1. في عملية استرداد حراري SAGD مثل العملية الموضحة 1، يتم حفر بئر إنتاج 2 في منطقة منخفضة من المكمن المستهدف 3، ويتم حفر بئر حقن 4 فوق بئر الإنتاج 2 لحقن البخار 5 (مع أو بدون إضافات). عندما يتم حقن البخار 5 في المكمن 3 من خلال بئر الحقن المفتوح 4، فإنه يسخن ويعبأ الهيدروكربون المبيت داخل المكمن 3، والذي يتدفق الهيدروكربون المعبأ إلى الأسفل من

خلال المكمن 3 بسبب الجاذبية نحو بئر الإنتاج 2، يتم إنتاج مثل الموائع 8 (نفط، ماء وغاز) إلى السطح من خلال بئر الإنتاج المفتوح 2. تتشكل حجرة بخار مستنفدة للهيدروكربون 9 في المكمن 3 بسبب إجراءات الحقن والإنتاج حيث يتم تحرير الهيدروكربون من المكمن 3، كما هو موضح في منظر جانبي 6 ومنظر مقطع عرضي 7. كما يمكن رؤيته في الشكل 2، بمرور الوقت، تتوسع حجرة البخار 9 خارجياً من آبار الحقن والإنتاج 4، 2.

إن التحفيز الدوري بالبخار (CSS) هو عملية استرداد أساسه البخار أخرى شائعة الاستخدام لإنتاج البيتومين. في نظام CSS التقليدي، يتم استخدام بئر واحد (رأسي عادةً) لحقن البخار (مع أو مع الإضافات الخاصة بها) في المكمن المستهدف. ثم يُغلق البئر ويُسمح للحاقن بتسخين وتعبئة الهيدروكربون داخل المكمن. ثم يتم تحويل البئر إلى وضع الإنتاج واستخدامه لإنتاج الهيدروكربون المعبأ على السطح. مرة أخرى، تتشكل حجرة بخار حول البئر في المكمن حيث يتم تعبئة الهيدروكربون واسترداده.

تضيف العمليات المتغيرة الأخرى مذيباً أو غازاً غير قابل للتكثيف إلى البخار أثناء العملية لتعبئة المزيد من البيتومين أو لتحسين الفعالية الحرارية لعملية الاسترداد.

في وقت ما، يهبط معدل إنتاج النفط الثقيل أو البيتومين لعمليات الاسترداد الذي أساسه البخار، أو متغيرات منها باستخدام المذيبات أو الإضافات الغازية غير القابلة للتكثيف إلى البخار، إلى نقطة أن العملية ليست اقتصادية للتشغيل. من الشائع إيقاف تشغيل البئر في مثل هذه النقطة.

هناك حاجة لإيجاد خيارات أخرى لتمديد العمر المفيد والاقتصادي لعمليات الاسترداد الحراري هذه.

الوصف العام للاختراع

في جوانب عامة، تستخدم الطرق والأنظمة الموصوفة في هذه الوثيقة المكامن المبخرة مسبقاً من SAGD أو CSS أو عمليات الاسترداد الذي أساسه البخار ومتغيرات من هذه العمليات (على سبيل المثال، الحقن المشترك للمذيب أو للغاز غير القابل للتكثيف بالبخار) حيث يتم إيقاف حقن البخار ويتم حقن الهواء أو الأكسجين أو مؤكسد آخر في حجرة البخار في المكمن للتسبب بالأكسدة، التكسير الحراري (التحلل الحراري)، التحلل الحراري المائي، التغويز و/أو تفاعلات تحول الغاز إلى الماء، وغيرها من التفاعلات، لذلك يتم توليد غازاً اصطناعياً في المكمن، والذي

يمكن أن يتم إنتاج الغاز أو المكونات المقومة الخاصة به إلى السطح. قد يكون الاسترداد الذي أساسه البخار إما تقنية استرداد أولية أو ثانوية.

في جانب واسع أول للاختراع الحالي، يتم توفير طريقة لإعادة استخدام نظام استرداد هيدروكربون حراري لإنتاج غاز اصطناعي من جزء من مكمن مبخر بشكل لاحق بعد استكمال استرداد الهيدروكربون، نظام استرداد الهيدروكربون الحراري يشتمل على بئر واحد على الأقل من السطح إلى المكمن، الطريقة تشتمل على الخطوات التالية:

أ. تشغيل نظام استرداد هيدروكربون حراري لتعبئة واسترداد الهيدروكربون من المكمن من خلال الحقن بالبخار وإنتاج الهيدروكربون المعبأ باستخدام بئر واحد على الأقل، الذي ينتج في الجزء المبخر بشكل لاحق من المكمن المجاور لبئر واحد على الأقل يحتوي على مواد قابلة للأكسدة،

ب. استكمال الحقن بالبخار وإنتاج الهيدروكربون المعبأ؛

ج. حقن عامل مؤكسد في الجزء المبخر بشكل لاحق من المكمن من خلال بئر واحد على الأقل للتسبب في احتراق المواد القابلة للأكسدة؛

د. السماح باحتراق المواد القابلة للأكسدة للتسبب على الأقل في حدوث تكسير حراري، تحلل حراري مائي، تغويز، وتفاعلات تحول غاز إلى ماء داخل الجزء المبخر بشكل لاحق من المكمن لتشكيل غاز اصطناعي؛ و

هـ. إنتاج مكون مقوم واحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح من خلال بئر واحد على الأقل.

في بعض التجسيدات النموذجية للجانب الواسع الأول للاختراع الحالي، يتم الحقن المشترك لواحد على الأقل من بخار، مذيب، كربونات، ماء تفريغ الغلاية، هيدروكسيد الكالسيوم، ماء الصرف الصحي الخام، ماء البحر، وماء الفضلات مع عامل مؤكسد. يفضل اختيار العامل المؤكسد من الهواء والأكسجين.

في بعض التجسيدات النموذجية، يتم إغلاق بئر واحد على الأقل بعد الخطوة ج للسماح للاحتراق بالتسبب في واحد على الأقل من التكسير الحراري، التحلل الحراري المائي، التغويز، وتفاعلات تحول الغاز إلى الماء وفقاً للخطوة د.

يشتمل الغاز الاصطناعي بشكل مفضل على هيدروجين وأكاسيد كربون. يمكن أن تتكرر الخطوات من ج إلى هـ عندما يتم إنتاج المكون المقوم الواحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح من خلال بئر واحد على الأقل يهبط إلى ما دون حجم العتبة المحدد. عندما يكون المكون المقوم الواحد على الأقل هو الهيدروجين، يفضل أن تشتمل الطريقة أيضاً على الخطوة بعد الخطوة د باستخدام غشاء للسماح بإنتاج الهيدروجين فقط إلى السطح.

قد يكون نظام استرداد الهيدروكربون الحراري عبارة عن نظام صرف تثاقلي بمساعدة البخار ويمكن بعد ذلك أن يكون البئر الواحد على الأقل بئر حاقن وبئر منتج، ويمكن استخدام أي من البئر الحاقن والبئر المنتج أو كلاهما لخطوات حقن العامل المؤكسد وإنتاج مكون المقوم الواحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح. قد يشتمل نظام صرف تثاقلي بمساعدة البخار على بئر ردم واحد على الأقل وثم يشتمل البئر الواحد على الأقل على بئر ردم واحد على الأقل. قد يكون البئر الواحد على الأقل عبارة عن بئر أفقي، بئر رأسي، بئر منحرف، وبئر متعدد الأطراف واحد على الأقل. قد يكون البئر الواحد على الأقل بئر إتمام مزدوج، حيث تحدث خطوات حقن العامل المؤكسد وإنتاج المكون المقوم واحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح في أجزاء مختلفة من بئر الإتمام المزدوج. قد يشتمل البئر الواحد على الأقل أيضاً على أجهزة التحكم في التدفق للتحكم في مكان حدوث حقن العامل المؤكسد على طول بئر واحد على الأقل وإنتاج المكون المقوم واحد على الأقل من الغاز الاصطناعي.

يرد وصف تفصيلي للتجسيدات النموذجية للاختراع الحالي فيما يلي. من المفهوم، مع ذلك، أنه لا يجب أن يتم تفسير الاختراع على أنه مقتصر على هذه التجسيدات. يتم توجيه التجسيدات النموذجية إلى تطبيقات محددة للاختراع الحالي، بينما سيكون واضحاً لأولئك المهرة في المجال أن الاختراع الحالي يتسم بقابلية للتطبيق بما يتجاوز التجسيدات النموذجية المنصوص عليها في هذه الوثيقة.

الوصف المختصر للرسومات

في الرسومات المرافقة، التي توضح تجسيدات نموذجية للاختراع الحالي:

يوضح الشكلان 1 و 2 مراحل عملية SAGD من المجال السابق.

يوضح الشكل 3 مرحلة حقن عامل مؤكسد لأحد التجسيدات النموذجية للاختراع الحالي، حيث يتم حقن عامل مؤكسد في حجرة بخار تم إنشاؤها أثناء عملية استرداد أساسه البخار.

يوضح الشكل 4 مرحلة الإنتاج للتجسيد النموذجي وفقاً للشكل 3.

يوضح الشكل 5 تجسيداً نموذجياً آخر للاختراع الحالي، بعد إيقاف الاسترداد الذي أساسه البخار، حيث يتم حقن عامل مؤكسد في التشكيل ويتم إنتاج الغاز الاصطناعي من المكمن (مع موائع المكمن الأخرى) بشكل متزامن.

سيتم الآن وصف التجسيدات النموذجية بالرجوع إلى الرسومات المرافقة.

الوصف التفصيلي للتجسيدات النموذجية

من خلال الوصف التالي، يتم تحديد تفاصيل محددة من أجل توفير فهم أكثر شمولاً للأشخاص المهرة في المجال. ومع ذلك، قد لا يتم عرض العناصر المعروفة أو وصفها بالتفصيل لتجنب الحجب غير الضروري للكشف. لا يُقصد من الوصف التالي لأمثلة الاختراع أن يكون شاملاً أو مقيداً للاختراع بالشكل الدقيق لأي تجسيد نموذجي. ووفقاً لذلك، ينبغي النظر إلى الوصف والرسومات من منظور توضيحي، وليس تقييدي.

يتم توجيه الاختراع الحالي لإنتاج منتجات قيمة من المكامن التي تعرضت لاسترداد أولي أو ثانوي تنطوي على الحقن بالبخار الذي ينتج عنه حجرة بخار مستنفدة للهيدروكربون. بالتالي قد تستفيد الطرق الموصوفة هنا من الحرارة المستثمرة في المكمن (من الحقن بالبخار في المكمن) بالإضافة إلى وجود البخار في المكمن الذي يساعد، جنباً إلى جنب مع حقن مؤكسد، على تحقيق التغويز وتفاعلات تحول الماء إلى الغاز لإنتاج غاز اصطناعي في المكمن. يتم بعد ذلك إنتاج الغاز الاصطناعي أو جزء من الغاز الاصطناعي من المكمن ويمكن استخدامه كخام تغذية كيميائي للمنتجات الكيميائية، مثل الميثانول، الأمونيا، ألياف الكربون، أو كوقود لتوليد البخار أو إنتاج الكهرباء؛ على سبيل المثال، ضمن محركات الاحتراق الداخلي أو خلايا الوقود.

أثناء إنتاج الغاز الاصطناعي، يمكن أن يتم أيضاً إنتاج المنتجات البترولية المعبأة بما في ذلك النفط الثقيل أو البيتومين أو الميثان من المكمن.

بشكل عام، يصف الوصف الكامل الحالي طرق معالجة مكامن الهيدروكربون (النفط التقليدي، النفط الثقيل، مكامن رمال النفط، مكامن نفط الكربونات، الغاز الطبيعي، كبريتيدات الهيدروجين) التي خضعت سابقاً للمعالجة بالتيار، لاسترداد الغاز المركب، تم توضيح هذه المعالجة السابقة في طريقة SAGD واحدة نموذجية في الشكل 1 و2 ووصفها أعلاه. تتضمن الطرق النموذجية وفقاً للاختراع الحالي حقن الأكسجين أو تيار غني بالأكسجين في المكمن المبخر بشكل لاحق لحرق جزء من الموائع القابلة للأكسدة و/أو المواد الصلبة في المكمن، تصبح حجرة البخار الآن منطقة تفاعل للتغويز، تحول الماء إلى الغاز، التكسير الحراري (التحلل الحراري) و/أو التحلل الحراري المائي. يمكن أن يتم الحقن المشترك لتوصيل الأكسجين النقي أو غير النقي مع البخار و/أو مع الموائع الأخرى بما في ذلك المذيبات، أو بمفرده. يتمتع الحقن المشترك للبخار بميزة إضافية تتمثل في أن البخار عبارة عن مائع قابل للتكثيف ومائع ناقل للحرارة مفيد. خلال هذا الجزء من العملية، لا يلزم بالضرورة أن تكون الموائع لكن يمكن إنتاجها إلى السطح. بعد أن يتم تحقيق درجة الحرارة المستهدفة في المكمن، قد يتوقف حقن الأكسجين أو ينخفض، ويُسمح للمكمن بأن ينقع وخلال هذه الفترة يمكن استهلاك الأكسجين المتبقي في المكمن وتحدث تفاعلات التغويز وتفاعل تحول الماء إلى الغاز. يمكن أن تتضمن هذه المرحلة استمرار حقن الموائع الأخرى مثل البخار/الماء و/أو المذيبات. خلال هذه التفاعلات، يتم إنتاج أكاسيد الهيدروجين والكربون داخل المكمن. ينتج بئر الإنتاج عند فتحه للإنتاج خليطاً من الهيدروجين، أكاسيد الكربون، الماء (كجزء من الغاز الاصطناعي)، الغازات الهيدروكربونية، وكبريتيدات الهيدروجين إلى السطح. بدلاً من ذلك، إذا تم استخدام غشاء أو مرشح هيدروجين في القاع مثل غشاء من سبيكة البلاديوم أو مرشح أساسه الكربون، فقد يتم إنتاج الهيدروجين إلى السطح بنقاوة مرتفعة. بعد أن يهبط معدل إنتاج الغاز الاصطناعي و/أو الهيدروجين إلى قيمة العتبة، قد يبدأ حقن الأكسجين مرة أخرى أو يزيد ويمكن تكرار العملية عدة مرات من نفس المدة أو غيرها، حتى يهبط معدل إنتاج الغاز الاصطناعي الإجمالي إلى قيمة العتبة. وبالتالي، تنتج العملية غازاً اصطناعياً أو غازاً مخصباً بالهيدروجين من الهيدروكربونات والماء الموجودة داخل المكمن بسبب تقنيات الاسترداد السابقة التي أساسها البخار المطبقة على المكمن. يمكن حقن الماء أو البخار أو الوقود القابل للاحتراق أو منتجات الفضلات مثل المواد العضوية أو ماء الصرف الصحي، أو الموائع أو الجسيمات أو المحفزات الأخرى، أو الأيونات المذابة في المكمن بالأكسجين أو بشكل منفصل عنه.

في بعض التجسيدات النموذجية، يتم حقن مؤكسد في بئر واحد أو أكثر ويمكن تحقيق إنتاج غاز اصطناعي من بئر أو آبار أخرى. في تجسيد آخر، يمكن حقن المؤكسد في بئر ثم بعد فترة من الحقن، يتم إيقاف الحقن ثم يتم وضع البئر في الإنتاج لإنتاج غاز اصطناعي و/أو موائع مكمن أخرى بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر النفط أو الهيدروجين. داخل حقل نفط واحد، قد تتسبب الآبار المختلفة في حقن أو إنتاج بالتناوب أو بشكل متزامن أو بهدوء.

في مكمن SAGD بشكل لاحق، كما هو الحال في التجسيدات الموضحة، يمكن استخدام آبار الحقن والإنتاج لزوج بئر واحد إما مع توظيف أحد البئرين أو كليهما لحقن المؤكسد وتوظيف أحد البئرين أو كليهما للغاز الاصطناعي وإنتاج الموائع الأخرى، ويمكن إتمام الحقن والإنتاج بشكل متزامن أو بطريقة دورية، والتي قد تتضمن أي آبار ردم غير مقترنة التي يمكن استخدامها كجزء من النظام أو قائمة بذاتها. في العملية الدورية، بعد هبوط إنتاج الغاز الاصطناعي إلى معدلات غير تجارية، يمكن إعادة بدء العملية أو زيادتها عن طريق إعادة بدء أو زيادة حقن المؤكسد. قد تكون أنواع مختلفة من آبار الردم تنتج أو تحقن الموائع أو المواد الكيميائية المختلفة، بالتنسيق كنظام مع آبار أخرى قريبة أم لا. كما يمكن رؤيته، إذن، يمكن استخدام الآبار الموجودة من جهاز الاسترداد الحراري لحقن العامل المؤكسد (مع أو بدون بخار أو إضافات أخرى) وإنتاج الغاز الاصطناعي أو المكونات المقومة له (مثل، على سبيل المثال، الهيدروجين). بدلاً من ذلك، يمكن للمشغل استخدام جهاز الاسترداد الحراري الحالي ولكن مع حفر آبار إضافية للحقن و/أو الإنتاج، على سبيل المثال حفر آبار جديدة في الماء في المنطقة المنخفضة من المكمن أو في حجرة البخار التي تشكلت. يمكن استخدام آبار حقن البخار الموجودة لحقن الأكسجين/البخار المختلط حيث تتمتع الآبار بمواصفات كافية للمستوى المطلوب من الأكسجين، والذي يمكن التأكد منه بواسطة الشخص الماهر، ويمكن حقن الأكسجين في بعض آبار الحقن فقط حيث يتم توظيف آبار حقن متعددة، أو بطريقة دورية و/أو بطريقة تدريجية. لا تقتصر الطريقة على الآبار الأفقية مثل تلك المستخدمة في عمليات SAGD، ولكن يمكن أيضاً إجراؤها مع أي تكوينات جيدة بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر الآبار الرأسية والمنحرفة ومتعددة الأطراف عبر توليفات مختلفة من المسافات والمقاييس الزمنية. يمكن أن يحدث الحقن أو الإنتاج بالقرب من المناطق الأعلى من المكمن أو المناطق المنخفضة من المكمن بما في ذلك في بعض الحالات المناسبة إلى حد ما فوق وأسفل المكمن. يمكن أن يسمح الإتمام المزدوج داخل نفس فتحات الآبار بإنتاج مناطق من البئر في نفس الوقت أو أوقات

مختلفة من الحقن. يمكن استخدام أجهزة التحكم في التدفق بحيث يمكن تركيز الحقن أو الإنتاج بشكل متغير في أماكن مختلفة على طول حفرة بئر أفقية بحيث يتم، على سبيل المثال، حقن المؤكسد والبخار باتجاه الطرف الأمامي لأحد الآبار في زوج بئر، بينما يحدث الإنتاج باتجاه ميلان البئر المقترن الموافق.

يمكن إتمام الطريقة بحقن البخار في المكمن. يمكن حقن البخار بالتزامن مع أو بالتوازي مع أو بطريقة دورية مع حقن المؤكسد بأي نسب. علاوة على ذلك، يمكن أيضاً الحقن المشترك للمواد الكيميائية المعروفة للشخص الماهر مع عامل مؤكسد (مع أو بدون بخار) مما يسرع ترسيب الكربونات داخل المكمن، مما يسمح بتخزين بعض الكربون في شكل صلب في المكمن بدلاً من غاز.

تتضمن الكربونات الشائعة $CaC0_3$ و $CaMg(C0_3)_2$. يمكن أن يتضمن الحاقن على واحد أو أكثر من ماء تفريغ الغلاية، هيدروكسيد الكالسيوم، ماء الصرف الصحي الخام، ماء البحر، وتيارات ماء الفضلات، على النحو الذي يختاره شخص ماهر في المجال. يمكن إجراء هذا التسريع لتشكيل الكربونات أو غيرها من المواد الصلبة الكربونية في مشاريع مماثلة حيث يكون الهدف هو تسريع ترسيب أكاسيد الكربون في شكل تخزين صلب يمكن أن يساعد في تحسين قيود الحجم والضغط، وتخفيض تعبئة الكربون من خلال الأنظمة الجيولوجية من والتي قد تتسرب إلى السطح في النهاية. قد تتضمن التجسيدات مشاريع عزل الكربون، المعروفة أيضاً باسم مشاريع التقاط الكربون وتخزينه، والتي أصبحت شائعة استجابةً لمخاوف غازات الاحتباس الحراري وتلوث الهواء. في هذه الحالات، يمكن التقاط أكاسيد الكربون من مصدر غني بأكسيد الكربون مثل انبعاثات العادم من الفحم أو الغاز الطبيعي الذي يعمل بالوقود أو الكهرباء أو البخار أو الحرارة أو مولدات الطاقة، أو من طرق التقاط الهواء والحقن المباشر.

يمكن استخدام الغاز الاصطناعي أو الغاز المخصب بالهيدروجين الناتج من الطرق وفقاً للاختراع الحالي لتوليد الطاقة عن طريق احتراقه كوقود لتوليد البخار الذي يستخدم لتحويل التوربينات التي بدورها تولد الكهرباء. يتضمن تجسيد آخر استخدام الغاز الاصطناعي الناتج أو الغاز المخصب بالهيدروجين لاستخدامه في توليد الكهرباء داخل خلايا الوقود. يمكن أيضاً استخدام الغاز الاصطناعي أو الغاز المخصب بالهيدروجين كخام تغذية كيميائية، لتحديث الوقود أو تكريره، أو إنشاء منتجات أخرى بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر الميثانول أو

الأمونيا. يمكن أيضاً تغذية الغاز الاصطناعي أو الغاز المخصب بالهيدروجين في عملية إعادة تشكيل غاز الميثان بالبخار، مع أو بدون معالجة مسبقة أو زيادة من الإمدادات الأخرى للوقود الهيدروكربوني بما في ذلك على سبيل المثال لا الحصر الميثان، النفط، الفحم، أو الغاز الطبيعي، حيث يوجد فائض من أي هيدروجين يمكن استرداده مع أو بدون التنفيذ الكامل أو الجزئي لالتقاط الكربون و/أو عزله أو تخزينه.

في بعض تجسيدات الاختراع الحالي، يمكن أن توفر المعدات المتعلقة بتوليد الأكسجين فائدة إضافية. على سبيل المثال، تُستخدم وحدة فصل الهواء (ASU) بشكل شائع لاسترداد الأكسجين من مصدر هواء، والنيتروجين هو أحد المنتجات الثانوية من عملية الفصل. يتضمن الغاز الاصطناعي الناتج عن التجسيدات وفقاً للاختراع الحالي الهيدروجين الذي يمكن استرداده من الغاز الاصطناعي باستخدام تقنيات غشاء معروفة. يمكن بعد ذلك دمج النيتروجين مع الهيدروجين باستخدام الحرارة الفاضلة من العملية لإنتاج الأمونيا. مثال آخر هو التحلل الكهربائي لإنتاج المؤكسد والهيدروجين بالقرب من هذه المواقع والذي يستفيد من الميزة الاقتصادية لمخرج الأكسجين الذي يتم تنفيسه عادةً، ويمكن أيضاً استهلاك الهيدروجين الإضافي المصنوع من التحلل الكهربائي في الموقع، على سبيل المثال في إنتاج الكهرباء أو البخار أو تزويد مركبات خلايا الوقود بالوقود، أو يتم نقلها بعيداً عن طريق الأنابيب أو الأوعية عن طريق البر، السكك الحديدية، البارجة/السفينة، أو الطائرات مثل المركبات الفضائية، المركبات ذات التأثير الأرضي، الحوامة والطائرات الأخرى.

في تجسيد آخر، يمكن تمرير غاز اصطناعي منتج ساخن أو هيدروجين و/أو هيدروكربونات و/أو أكسيد ثنائي الهيدروجين خلال نظام تبادل حراري لاسترداد الحرارة. يمكن استخدام هذه الحرارة المسترجعة في أسفل مجرى ASU لتسخين تيار الأكسجين المفصول قبل الحقن، وبالتالي تحسين تفاعلات تشكيل الغاز الاصطناعي داخل المكمن. عن طريق تقليل حرارة تيار الهيدروجين، يمكن أن يساعد ذلك في تسييل الهيدروجين للنقل. يمكن أيضاً استخدام هذه الحرارة المسترجعة لتوليد الكهرباء أو غيرها من أنظمة الحرارة المتتالية مثل تخمير البيرة، تقطير الكحول، البيوت البلاستيكية، الحمامات الحرارية على الطراز الألماني، حمامات البخار على النظام الفنلندي، معالجة الطعام، أو استخدامات أخرى.

تستخدم الطرق الحالية مكمناً مبخر بشكل لاحق، أو أحجاماً مبخرة بشكل لاحق ضمن مكمن قد لا يزال يتعرض للحقن بالبخار في مكان آخر، وحقن مؤكسد في المكمن الذي عندما يؤكسد النفط (والغاز) في المكمن، يسخن المكمن إلى درجة حرارة حيث تحدث تفاعلات التغويز وتحول الماء إلى الغاز بين البترول والماء ضمن المكمن عن طريق حقن الأكسجين بشكل مستمر أو متقطع في المكمن للتسبب في حدوث تفاعلات احتراق في الموقع تؤدي إلى تسخين المكمن إلى درجة الحرارة المفضلة بين 400 و 700 درجة مئوية. قد يتم الوصول إلى نطاق درجة الحرارة هذا بشكل عابر أو تجاوزه على قياس خلالي أو ضمن مناطق المكمن ولا يستلزم أن يكون متوسط درجة حرارة المكمن بالكامل ضمن هذا النطاق.

أثناء تسخين المكمن ودرجة حرارة مرتفعة، تحدث تفاعلات التغويز وتحول الماء إلى الغاز وتفاعلات التحلل الحراري المائي مع الإنتاج اللاحق للهيدروجين، كبريتيد الهيدروجين، أول أكسيد الكربون، ثاني أكسيد الكربون والبخار (بخار الماء). عندما تحدث التفاعلات في المكمن، تتجمع مكونات الغاز ضمن مساحة المكمن ولكنها تميل إلى الارتفاع بسبب تأثيرات الطفو في المكمن حيث يتجمع النفط المعبأ حول بئر الحقن مما يحافظ على التفاعلات هناك وترتفع الغازات إلى أعلى باتجاه بئر الإنتاج في الأعلى بكثير وتتجمع في المكمن. يتم إنتاج الغاز الاصطناعي والموائع الأخرى من المكمن من خلال بئر الإنتاج. في تجسيد آخر، قد يكون بئر الحقن أيضاً في الجزء العلوي من المكمن ويتم حقنه بشكل متقطع أو مستمر، من المحتمل أن يكون بالتنسيق مع الإنتاج المتقطع أو المستمر من بئر الإنتاج.

عندما يتم حقن الأكسجين في المكمن، يتم إنشاء منطقة تفاعلية ضمن المكمن. تتميز المنطقة التفاعلية بالمنطقة ذات درجة حرارة أعلى من درجة حرارة المكمن الأصلية. في المنطقة التفاعلية، يمكن أن ترتفع درجة الحرارة فوق 450 درجة مئوية، وعند واجهة التفاعل يمكن أن تتجاوز درجة الحرارة 900 درجة مئوية. مع درجات حرارة تزيد عن 400 درجة مئوية، تحدث تفاعلات تغويز داخل المنطقة الساخنة التي تولد الهيدروجين الذي يمكن إنتاجه حصرياً بواسطة بئر الإنتاج العلوي إلى السطح. ضمن المنطقة الساخنة حول بئر الحقن، يتم تصريف النفط الساخن ويتراكم حول بئر الحقن مما يوفر المزيد من الوقود للتفاعلات التي تحدث حول بئر الحقن. في تجسيد آخر، يمكن أن تكون بئر إنتاج الغاز والنفط نفس البئر، على سبيل المثال إذا تم وضع مضخة كبيرة الحجم متعددة الأطوار مثل مضخة نفاثة أو فنتوري في مستوى منخفض في المكمن، أو أنواع أخرى من المضخات بما في ذلك دون الحصر مضخات التجويف التقدمي

أو المضخات الغاطسة الكهربائية التي يتم تغطيسها لسحب السوائل والمواد الصلبة أعلى سلسلة إنتاج منفصلة عن أنبوب إنتاج غاز أو غلاف بئر، ثم قد يكون مدخول الغاز الاصطناعي أو الغاز المخصب بالهيدروجين أقل في المكمن. قد يتضمن أو لا يتضمن هذا التجسيد ثقوب أو مناطق تدفق للداخل/تدفق للخارج أو مصافي مدخل/مخرج عند أكثر من ارتفاع للمكمن.

مفتاح هذه الطريقة هو إجراء تفاعلات تغويز في الموقع داخل مكمن حيث ينتج بئر عند الإنتاج غازاً اصطناعياً أو غازاً مخصباً بالهيدروجين إلى السطح.

يمكن استخدام الغاز الاصطناعي المتولد عن الطرق التي يتم تدريسها هنا لتوليد حرارة الطاقة، أو حرقه لإنتاج البخار الذي يمكن استخدامه لتوليد الطاقة، أو البخار لعمليات استرداد النفط الأخرى في الموقع، أو كمادة خام تغذية لإنتاج مواد كيميائية أخرى بما في ذلك بلاستيك الوقود، الميثانول، اليوريا، الهيدروجين، الكبريت، وما إلى ذلك. يمكن استخدام الهيدروجين المنفصل عن الغاز الاصطناعي لتشغيل إنتاج البخار، تسخين الخزان، نزع ماء المستحلب بمساعدة الحرارة، استرداد المادة المخففة، المبيدات الحيوية، معالجة موقع الانسكاب، والأنشطة الأخرى في المنشأة.

كما هو مبين في نظام إنتاج الغاز الاصطناعي النموذجي 10 الموضح في الشكل 3 منظر جانبي 26 ومنظر مقطع عرضي 28، يتدفق العامل المؤكسد 14 إلى منطقة التفاعل 18 (حجرة بخار SAGD سابقاً) للمكمن 16 من خلال بئر حقن مؤكسد 12 (والذي ربما كان في السابق بئر الإنتاج لنظام SAGD تقليدي) ويتفاعل مما يسمح باحتراق جزء من الموائع القابلة للأكسدة و/أو المواد الصلبة لإحداث التكسير الحراري (التحلل الحراري)، التحلل الحراري المائي، التغويز، و/أو تفاعلات تحول الماء إلى الغاز التي تحدث داخل المكمن 16 لتشكيل غاز اصطناعي 20. في هذه الخطوة، يمكن أن يستخدم أي من البئرين 22، 12 (الآبار العلوية أو السفلية) كبئر للحقن 12. كما هو مبين في الشكل 4، بعد حقن عامل مؤكسد كاف 14 أو وصول ضغط المكمن 16 إلى العتبة القصوى (الذي يحدده ضغط التكسير للمكمن 16 أو عن طريق التنظيم أو التفضيل)، يتوقف الحقن ويتم تشغيل بئر إنتاج الغاز 22 (والذي ربما كان في السابق بئر الحقن لنظام SAGD تقليدي) ويتم إنتاج الغاز الاصطناعي 20 وموائع المكمن الأخرى إلى السطح كغاز منتج 24. في هذه الخطوة، إما من البئرين 22، 12 (العلوي أو السفلي) لإنتاج بئر 22.

يمكن تكرار الطريقة الموضحة في الشكل 3 و4 بطريقة دورية – بعد توقف مرحلة الإنتاج في الشكل 4 عن إنتاج الغاز المنتج 24، يمكن استئناف حقن العامل المؤكسد 14 ويمكن تكرار العملية عدة مرات.

في نظام إنتاج غاز اصطناعي بديل آخر 30، كما هو موضح في الشكل 5 في المنظر الجانبي 48 ومنظر المقطع العرضي 50، بعد توقف عملية الاسترداد الذي أساسه البخار، يتم حقن العامل المؤكسد 34 من خلال بئر حقن المؤكسد 32 (والذي ربما كان في السابق بئر الإنتاج لنظام SAGD التقليدي) في منطقة التفاعل 38 (حجرة البخار SAGD سابقاً) للمكمن 36 والغاز المنتج 46 يتم إنتاجه من المكمن 36 مع موائع المكمن الأخرى من خلال بئر إنتاج الغاز 42 (والذي ربما كان في السابق بئر الحقن لنظام SAGD التقليدي) بشكل متزامن مع حقن عامل مؤكسد 34.

يعتبر ما سبق بمثابة توضيح فقط لمبادئ الاختراع الحالي. لا ينبغي أن يكون نطاق عناصر الحماية مقيداً بالتجسيدات النموذجية المنصوص عليها في ما سبق، ولكن يجب إعطاء التفسير الأوسع المتوافق مع الوصف الكامل ككل.

عناصر الحماية

1. طريقة لإعادة استخدام نظام استرداد هيدروكربون حراري لإنتاج غاز اصطناعي من مكمن مبخر بشكل لاحق بعد استكمال استرداد الهيدروكربون، نظام استرداد الهيدروكربون الحراري يشتمل على بئر واحد على الأقل من السطح إلى المكمن، الطريقة تشتمل على الخطوات التالية:

أ. تشغيل نظام استرداد هيدروكربون حراري لتعبئة واسترداد الهيدروكربون من المكمن من خلال الحقن بالبخار وإنتاج الهيدروكربون المعبأ باستخدام بئر واحد على الأقل، الذي ينتج في الجزء المستنفد للهيدروكربون المبخر بشكل لاحق من المكمن المجاور لبئر واحد على الأقل يحتوي على مواد قابلة للأكسدة، حرارة مستثمرة وبخار محقون؛

ب. إنهاء الحقن بالبخار وإنهاء تشغيل نظام استرداد هيروكربون حراري؛

ج. بعد إنهاء تشغيل نظام استرداد الهيدروكربون الحراري، يحقن عامل مؤكسد في الجزء المبخر بشكل لاحق من المكمن من خلال بئر واحد على الأقل لتشكيل منطقة تفاعل في الجزء المستنفد للهيدروكربون المبخر بشكل لاحق من المكمن والتسبب باحتراق المواد القابلة للأكسدة الموجودة فيها في وجود الحرارة المستثمرة والبخار المحقون؛

د. السماح باحتراق المواد القابلة للأكسدة في منطقة التفاعل للتسبب على الأقل في حدوث تكسير حراري، تحلل حراري مائي، تغويز، وتفاعلات تحول ماء–غاز داخل الجزء المستنفذ للهيدركربون المبخر بشكل لاحق من المكمن لتشكيل غاز اصطناعي؛ و

هـ. إنتاج مكون مقوم واحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح من خلال بئر واحد على الأقل.

2. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يتم الحقن المشترك لواحد على الأقل من بخار، مذيب، كربونات، ماء تفريغ الغلاية، هيدروكسيد الكالسيوم، ماء الصرف الصحي الخام، ماء البحر، وماء الفضلات مع العامل المؤكسد.

3. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يتم اختيار العامل المؤكسد من الهواء والأكسجين.

4. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يتم إغلاق بئر واحد على الأقل بعد الخطوة ج للسماح للاحتراق بالتسبب في واحد على الأقل من التكسير الحراري، التحلل الحراري المائي، التغويز، وتفاعلات تحول الغاز إلى الماء وفقاً للخطوة د.

5. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يشتمل الغاز الاصطناعي على هيدروجين وأكاسيد الكربون.

6. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 5 حيث يكون المكون المقوم الواحد على الأقل عبارة عن الهيدروجين، وتشتمل الطريقة أيضاً على الخطوة بعد الخطوة د باستخدام غشاء للسماح بإنتاج الهيدروجين فقط إلى السطح.

7. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يتم تكرار الخطوات من ج إلى هـ عندما يتم إنتاج المكون المقوم الواحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح من خلال بئر واحد على الأقل يهبط إلى ما دون حجم العتبة المحدد.

8. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يكون نظام استرداد الهيدروكربون الحراري عبارة عن نظام صرف تثاقلي بمساعدة البخار ويكون البئر الواحد على الأقل عبارة عن بئر حاقن وبئر منتج، ويتم استخدام أي من البئر الحاقن والبئر المنتج أو كلاهما لخطوات حقن العامل المؤكسد وإنتاج المكون المقوم الواحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح.

9. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 8 حيث يشتمل نظام الصرف التثاقلي بمساعدة البخار على بئر ردم واحد على الأقل ويشتمل البئر الواحد على الأقل على بئر ردم واحد على الأقل.

10. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يكون البئر الواحد على الأقل عبارة عن بئر أفقي، بئر رأسي، بئر منحرف، وبئر متعدد الأطراف واحد على الأقل.

11. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يكون البئر الواحد على الأقل عبارة عن بئر إتمام مزدوج، حيث تحدث خطوات حقن العامل المؤكسد وإنتاج المكون المقوم الواحد على الأقل من الغاز الاصطناعي إلى السطح في أجزاء مختلفة من بئر الإتمام المزدوج.

12. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 1 حيث يشتمل البئر الواحد على الأقل على أجهزة التحكم في التدفق للتحكم في مكان حدوث حقن العامل المؤكسد على طول بئر واحد على الأقل وإنتاج المكون المقوم الواحد على الأقل من الغاز الاصطناعي.

13. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 2 حيث يسرع الحقن المشترك لواحد على الأقل من بخار، مذيب، كربونات، ماء تفريغ الغلاية، هيدروكسيد الكالسيوم، ماء الصرف الصحي الخام، ماء البحر، وماء الفضلات ترسيب الكربونات الصلبة داخل الجزء المبخر بشكل لاحق من المكمن.

14. الطريقة وفقاً لعنصر الحماية 8 حيث يتم تزويد البئر المنتج بمضخة متعددة الأطوار تم تكوينها لضخ كل من الهيدروكربون المعبأ والمكون المقوم الواحد على الأقل من الغاز الاصطناعي.

15. طريقة لتوليد وتخزين الكربونات كمادة صلبة في مكمن تحت السطح، تشتمل الطريقة على الخطوات التالية:

أ. تشغيل نظام استرداد هيدروكربون حراري لتعبئة واسترداد الهيدروكربون من المكمن تحت السطح من خلال الحقن بالبخار وإنتاج الهيدروكربون المعبأ باستخدام بئر واحد على الأقل، الذي ينتج في الجزء المبخر بشكل لاحق من المكمن المجاور لبئر واحد على الأقل يحتوي على مواد قابلة للأكسدة، الحرارة المستثمرة والبخار المحقون؛

ب. إنهاء الحقن بالبخار وإنهاء تشغيل نظام استرداد الهيدروكربون الحراري؛

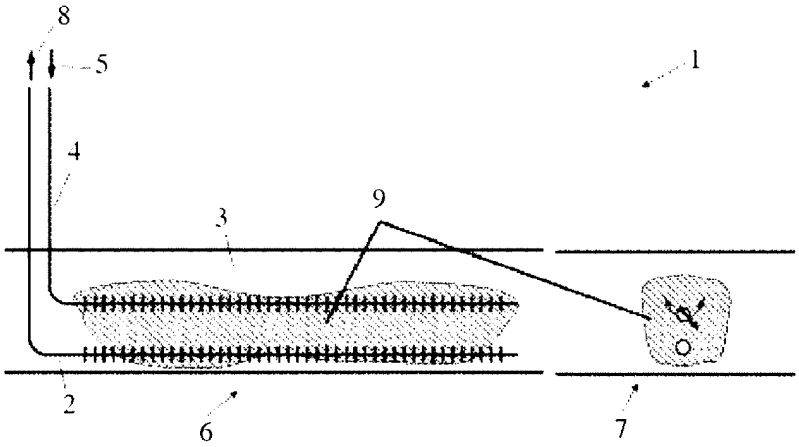
ج. بعد إنهاء تشغيل نظام استرداد الهيدروكربون الحراري، يحقن عامل مؤكسد في الجزء المبخر بشكل لاحق من المكمن من خلال بئر واحد على الأقل لتشكيل منطقة تفاعل في الجزء المستنفد للهيدروكربون المبخر بشكل لاحق من الممكن والتسبب باحتراق المواد المؤكسدة الموجودة فيها في وجود الحرارة المستثمرة والبخار المحقون؛

د. الحقن المشترك لواحد على الأقل من بخار، مذيب، كربونات، مياه تفريغ الغلاية، هيدروكسيد الكالسيوم، ماء الصرف الصحي الخام، مياه البحر، ومياه الفضلات مع العامل المؤكسد؛

هـ. السماح باحتراق المواد القابلة للأكسدة في منطقة التفاعل للتسبب على الأقل في حدوث تكسير حراري، تحلل مائي، تغويز، وتفاعلات تحول ماء–غاز داخل الجزء المستنفد للهيدروكربون المبخر بشكل لاحق من المكمن لتشكيل غاز اصطناعي؛

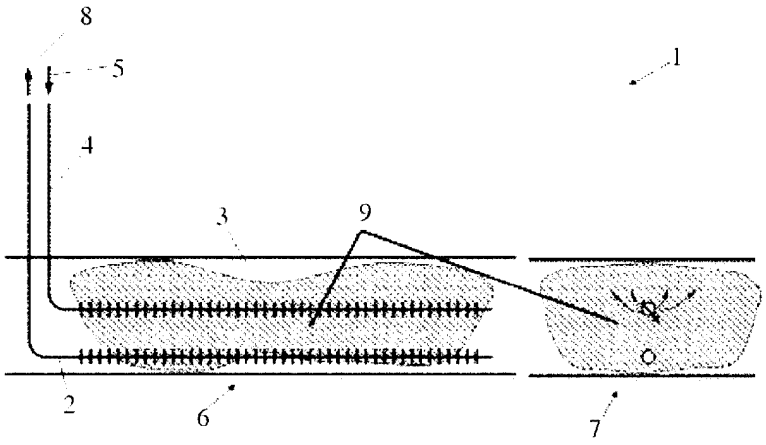
و. السماح لواحد على الأقل من بخار، مذيب، كربونات، ماء تفريغ الغلاية، هيدروكسيد الكالسيوم، ماء الصرف الصحي الخام، ماء البحر، وماء الفضلات بالتفاعل مع مقوم أول للغاز الاصطناعي لتشكيل كربونات صلبة؛ و

ي. إنتاج مكون مقوم ثانٍ من الغاز الاصطناعي إلى السطح من خلال بئر واحد على الأقل مع الاحتفاظ بالكربونات الصلبة في المكمن الجوفي.



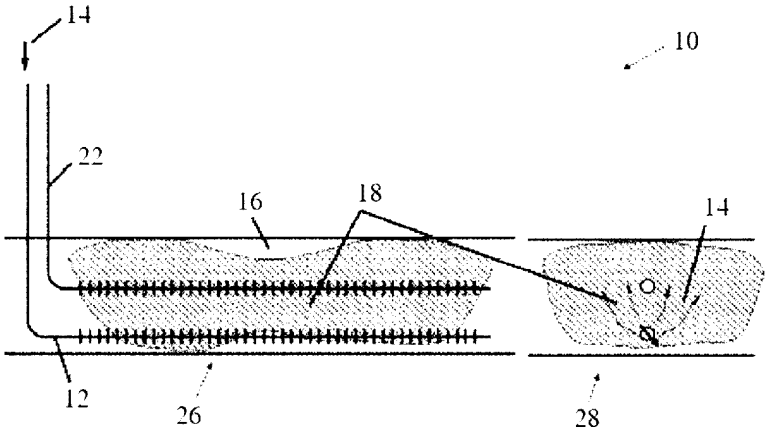
الشكل 1

المجال السابق

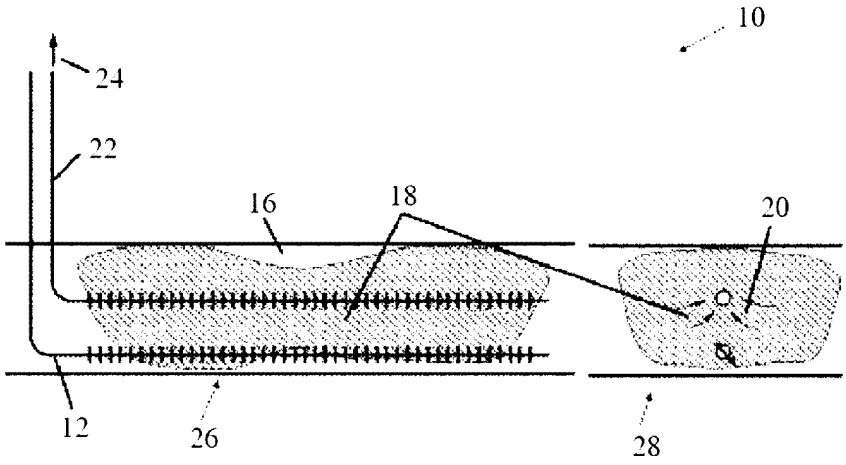


الشكل 2

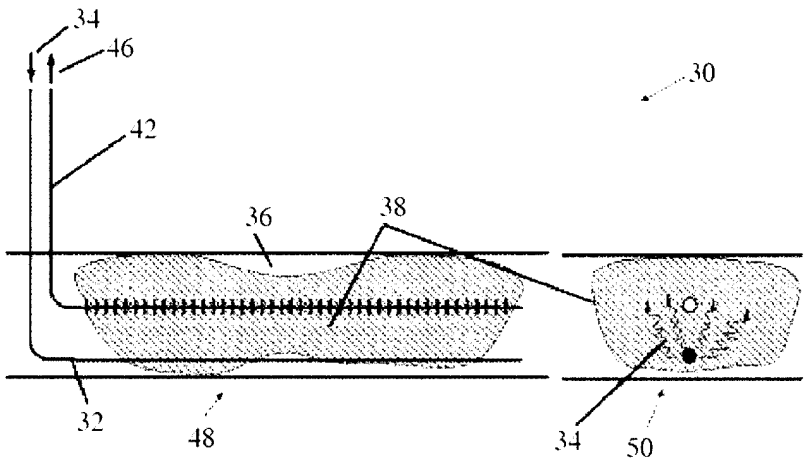
المجال السابق



الشكل 3



الشكل 4



الشكل 5

MA 61699A1

ROYAUME DU MAROC
OFFICE MAROCAIN DE LA PROPRIETE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

OMPIC

المملكة المغربية
المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

RAPPORT DE RECHERCHE AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

(Conformément aux articles 43 et 43.2 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13)

Renseignements relatifs à la demande	
N° de la demande : 61699	Date de dépôt :14/12/2021 Date d'entrée en phase nationale :13/07/2023
Déposant : PROTON TECHNOLOGIES INC	Date de priorité: 18/12/2020
Intitulé de l'invention : PROCÉDÉS DE RÉORIENTATION D'OPÉRATIONS DE RÉCUPÉRATION THERMIQUE D'HYDROCARBURES POUR LA PRODUCTION DE GAZ DE SYNTHÈSE	

Le présent document est le rapport de recherche avec opinion sur la brevetabilité établi par l'OMPIC conformément aux articles 43 et 43.2, et notifié au déposant conformément à l'article 43.1 de la loi 17-97 relative à la protection de la propriété industrielle telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les documents brevets cités dans le rapport de recherche sont téléchargeables à partir du site http://worldwide.espacenet.com, et les documents non brevets sont joints au présent document, s'il y en a lieu.

Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :

Partie 1 : Considérations générales
- ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport
- ☐ Cadre 2 : Priorité
- ☐ Cadre 3 : Titre et/ou Abrégé tel qu'ils sont définitivement arrêtés

Partie 2 : Rapport de recherche

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité
- ☐ Cadre 4 : Remarques de forme et de clarté
- ☐ Cadre 5 : Défaut d'unité d'invention
- ☐ Cadre 6 : Observations à propos de certaines revendications exclues de la brevetabilité
- ☒ Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Examinateur : Saad-eddine BOUDIH	**Date d'établissement du rapport** : 11/08/2023
Téléphone : 212 5 22 58 64 14/00	

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

Les pièces suivantes de la demande servent de base à l'établissement du présent rapport :

- Description
  12 Pages
- Revendications
  15
- Planches de dessin
  5 Pages

Partie 2 : Rapport de recherche

Classement de l'objet de la demande :

CIB : E21B43/24, E21B43/295, E21B43/243
CPC : E21B43/24, E21B43/295, E21B43/243

Plateformes et bases de données électroniques de recherche :

EPOQUENET, WPI, ScienceDirect, ORBIT

Catégorie*	Documents cités avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	N° des revendications visées
Y	**WO2017136924A1 ; PROTON TECH CANADA INC [CA] ; 17-08-2017** *Tout le document*	1-15
Y	**WO2019169492A1 ; PROTON TECH CANADA INC [CA] ; 12-09-2019** *Tout le document*	1-15
A	**CA2876765A1 ; SUNCOR ENERGY INC [CA] ; 09-03-2015** *Abrégé ; Revendications ; Paragraphes 98-125*	1-15
A	**US2013062058A1 ; SULTENFUSS DANIEL RAY [CA], DREHER JR WAYNE REID [US], CONOCOPHILLIPS CO [US] ; 14-03-2013**	1-15
A	**US9284827B2 ; CENOVUS ENERGY INC [CA] ; 15-03-2016**	1-15

***Catégories spéciales de documents cités :**

-« **X** » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
-« **Y** » document particulièrement pertinent ; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
-« **A** » document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
-« **P** » documents intercalaires ; Les documents dont la date de publication est située entre la date de dépôt de la demande examinée et la date de priorité revendiquée ou la priorité la plus ancienne s'il y en a plusieurs
-« **E** » Éventuelles demandes de brevet interférentes. Tout document de brevet ayant une date de dépôt ou de priorité antérieure à la date de dépôt de la demande faisant l'objet de la recherche (et non à la date de priorité), mais publié postérieurement à cette date et dont le contenu constituerait un état de la technique pertinent pour la nouveauté

Partie 3 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 7 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté	Revendications 1-15 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive	Revendications aucune Revendications 1-15	Oui Non
Application Industrielle	Revendications 1-15 Revendications aucune	Oui Non

Il est fait référence aux documents suivants. Les numéros d'ordre qui leur sont attribués ci-après seront utilisés dans toute la suite de la procédure

D1 : WO2017136924A1
D2 : WO2019169492A1

1. Nouveauté

Aucun des documents cités ci-dessus, considéré isolément, ne divulgue un procédé de réaffectation d'un système de récupération thermique d'hydrocarbures pour produire un gaz de synthèse à partir d'une partie étuvée d'un réservoir après l'arrêt de la récupération d'hydrocarbures comportant l'ensemble des étapes de la revendication 1. D'où l'objet de ladite revendication est nouveau au sens de l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, les revendications dépendantes 2-15 sont aussi nouvelles.

2. Activité inventive

2.1- Le document D1 qui est considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1, divulgue un procédé de réaffectation d'un système de récupération thermique d'hydrocarbures pour produire un gaz de synthèse à partir d'une partie étuvée d'un réservoir après l'arrêt de la récupération d'hydrocarbures, le système de récupération thermique d'hydrocarbures comprenant au moins un puits entre la surface et le réservoir, le procédé comprenant les étapes suivantes :
a. injecter un agent oxydant dans la partie post étuvée du réservoir à travers l'au moins un puits pour provoquer la combustion des matières oxydables ;
b. permettre à la combustion des matières oxydables de provoquer au moins l'une des réactions suivantes : craquage thermique, aquathermolyse, gazéification et déplacement eau-gaz dans la partie post étuvée du réservoir pour former un gaz de synthèse ;
c. produire au moins un composant du gaz de synthèse à la surface à travers l'au moins un puits.

L'objet de la revendication 1 diffère du procédé connu de D1 en ce qu'il :
- Faire fonctionner le système de récupération thermique d'hydrocarbures et production d'hydrocarbures mobilisés à l'aide d'au moins un puits, le résidu dans la partie étuvée du réservoir adjacente à au moins un puits contenant des matières oxydables ;
- Mettre fin à l'injection de vapeur et à la production d'hydrocarbures mobilisés ;

L'effet technique apporté par cette différence réside dans le fait de mobiliser et extraire les hydrocarbures du réservoir par injection de vapeur.

Le problème que la présente invention se propose de résoudre peut donc être considéré comme produire du gaz de synthèse à partir d'une partie du réservoir d'hydrocarbures après étuvage afin d'utiliser des réservoirs déjà étuvés et de prolonger la durée de vie utile et économique des opérations de récupération thermique.

La solution proposée dans la revendication 1 de la présente demande n'implique pas une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, le document D2 divulgue l'utilisation d'une configuration inversée de drainage par gravité au moyen de vapeur.

2.2- L'objet des revendications dépendantes 2-15 ne satisfait pas aux exigences de l'activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13. En effet, quelques caractéristiques additionnelles de ces revendications sont connues de D1 en combinaison avec D2. Les autres caractéristiques, divulguées dans les revendications 2-15, sont considérées comme des modifications qui sont à la portée de l'homme du métier et qu'il aurait été évident pour lui de modifier les éléments connus de D1 et D2 par des expériences de routine.

3. Application industrielle

L'objet de la présente invention est susceptible d'application industrielle au sens de l'article 29 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13, parce qu'il présente une utilité déterminée, probante et crédible.