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 35235 B1

(51) Cl. internationale :
F01K 23/00

(43) Date de publication :
03.07.2014

(21) N° Dépôt :
36390

(22) Date de Dépôt :
04.11.2013

(30) Données de Priorité :
06.11.2012 IT MI2012A001882

(71) Demandeur(s) :
ITALCEMENTI S.P.A, VIA G CAMOZZI 124 I-24121 BERGAMO (IT)

(72) Inventeur(s) :
CINTI Giovanni ; DONATI Andrea

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

(54) Titre : **UN PROCEDE INTEGRE POUR LA PRODUCTION DE L'ENERGIE ELECTRIQUE ET DISPOSITIF LIE**

(57) Abrégé : UN PROCÉDÉ Intégré pour la production d'électricité et des appareils associés, par l'intégration de la récupération de la chaleur perdue provenant d'une usine pour la production d'une installation de clinker et la récupération de chaleur de procédé solaire concentrée (CSP), qui prévoit les éléments suivants étapes suivantes: a) la récupération de la chaleur perdue provenant du processus de gaz passent à travers un gaz de traitement par un échangeur de chaleur à l'alimentation d'un cycle de Rankine, dans lequel le fluide de transport est de l'huile diathermique b) une partie du fluide de transport utilisé dans l'étape a) est dérivée et amenée en contact avec un fluide diathermique à partir du système qui fonctionne selon CSP c) ladite partie d'amenée de fluide à partir de l'étape b), à une température élevée, est transféré à la récupération de la chaleur perdue dans les gaz de procédé.

(عملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية وجهاز خاص بذلك)

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بالكشف عن عملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية بالتكامل فيما بين استعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث واستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP), تتضمن الخطوات التالية:

أ) استعادة الحرارة المهدورة من غازات معالجة من خلال تمرير غاز المعالجة بمبادل حراري والذي يغذى دورة رانكلين حيث يكون مائع النقل هو زيت منفذ للحرارة؛

ب) انحراف جزء من مائع النقل المستخدم في الخطوة ا) ويوضع في وضع تلامس مع المائع المنفذ للحرارة الذي يأتي من المحطة التي تعمل طبقاً لتكنولوجيا CSP؛

ج) إرسال الجزء المذكور من مائع النقل, الذي يأتي من الخطوة ب) وله درجة حرارة مرتفعة, مرة ثانية إلى نظام الاستعادة للحرارة المهدورة لغاز المعالجة.

كذلك تم الكشف عن الجهاز الخاص بذلك.

03 JUIL 2014

(عملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية وجهاز خاص بذلك)

الوصف الكامل

المجال التقني:

يتعلق الاختراع الحالي بعملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية وجهاز خاص بذلك.

وبصفة خاصة أكثر, يشير الاختراع الحالي إلى عملية جديدة ومبتكرة لتحسين استعادة القدرة الكهربائية, المستخدمة لعملية إنتاج الخبث.

أ. الخلفية التقنية:

عملية الإنتاج للخبث وبالتالي للاسمنت تتضمن على المستوى الصناعي مجموعة من الأطوار المتصلة والمتوالية ببعضها البعض, وخطوة عجن المواد الخام هي الخطوة التي غالباً ما تُميز عملية الإنتاج ككل.

يتم البدء بطور العجن مع ذلك من خلال الأطوار التالية: استخراج المواد الخام من المنجم, خلط المواد الخام بنسب مناسبة للحصول على الخليط الخام من الخبث للاسمنت وطور طحن الخبث بالمواد التصحيحية مثل الجبس, الحجر الجيري، والخبث والبوزلان.

الدورة التكنولوجية في مجملها وطور العجن بصفة خاصة قد تعرضت على مر الوقت إلى اثنان من التحولات الأساسية: الأول يتعلق بالعملية نفسها. في واقع الأمر, ما يسمى بالتكنولوجيا "الرطبة", حيث تتم تغذية الخليط الخام للفرن في صورة حمأة مائية, تم استبدالها بالتكنولوجيا "الشبه رطبة", حيث تتم تغذية الخليط الخام للفرن في صورة حبيبات تم الحصول عليها من خلال

إضافة كميات محدودة من الماء للخليط الخام الجاف المطحون, للوصول فيما بعد عند ما يسمى حالياً التكنولوجيا "الجافة", حيث تتم تغذية الخليط الخام للفرن في صورة أتربة.

يتعلق الاختراع الحالي بشكل دقيق للعملية "الجافة" لإنتاج الخبث.

كما تم التنويه فيما سبق, بالعملية الجافة, المواد الخام (الطين والجير), يتم طحنها ومُجانستها بجهاز الطحن, يتم تغذيتها لأعلى برج الإعصار لما قبل التسخين, حيث يتم تسخين المسحوق الخام حتى درجة حرارة حوالي 1000 درجة مئوية, لاستغلال محتوى الطاقة الحرارية لغاز الاحتراق الأتي من الفرن.

يتكون برج الإعصار عادة من 4 أو 5 أعاصير, حيث يتم جعل طور المواد الصلبة والغازية في وضع تلامس قوي للوصول إلى مبادلة حرارية فعالة جداً. كما هو موضح فيما سبق, فإن طور عجن المواد الخام بالطور والتي تميز عملية الإنتاج ككل والتطور الأحدث لطور العجن يتعلق بالإدخال لوحدة التكليس. بوحدة التكليس, المصنوعة بواسطة حجرة رأسية مثبته فيما بين الفرن وبرج الإعصار قبل التسخين, التي تقوم بإدخال الجزء الأكبر من الطاقة المطلوبة للعملية, الطاقة المذكورة تكون ضرورية للتسخين ونزع الكربنة للأحجار الجيرية الموجودة بالخليط الخام. يتوقف هذا على العامل الفعلي حيث يتم تنفيذ تفاعل نزع الكربون بصورة تامة إلى حد كبير حيث يتم إعطاء الطاقة الحرارية غالباً عن طريق موقد.

على حسب عدد الأعاصير المكونة لبرج الإعصار, تتراوح درجة حرارة الغازات المنطلقة من حوالي 300 درجة حتى 350 درجة مئوية. هذا المحتوى من الحرارة المتخلفة من الغازات المنطلقة من الفرن وتم مرورها على برج الإعصار يتم استخدامه بجهاز الطحن للمواد الخام لتجفيف مكوناته ونزع الماء المصاحب للمواد الخام بشكل طبيعي ليتم طحنه.

قبل دخول المواد الخام إلى جهاز الطحن, يتم عادة تبريد تدفق الغاز ببرج تكييف للوصول إلى أفضل درجة حرارة (150-250 درجة).

يتم تمييز التدفق الغازي المنطلق من برج الإعصار عادة بأن محتوى الأكسجين يكون مساوي لحوالى 3% وبالقسمة على محتوى CO_2 يساوى 30/20% (CO_2 الواصل من أكسدة الوقود ومن التكوينات الجيرية).

محتوى الأتربة بالتدفق الغازي يصل لقيمة حوالي 60 جرام/متر مكعب, حتى عند تميز برج الإعصار بالإعصار الأخير والذي إعصار إزالة الأتربة.

المسحوق الخام, مغادرة وحدة التكليس, دخول الفرن الدوار, حيث المكونات الأساسية للخبث, هي في الأساس سيليكات الكالسيوم والومينات الكالسيوم, يتم تشكيلها.

في الواقع, بالاستفادة من الوقود الذي يتم إدخاله عند أعلى الفرن, تصل المادة الخام إلى درجة حرارة 1500/1400 درجة مئوية كافية لإنتاج الخبث. الانحراف البسيط للفرن بالاشتراك مع دورانه البطيء يسمح بحركة كتلة المادة من داخل إلى خارج الفرن.

بالتالي يتم إنتاج الخبث, بترك الفرن, يقع أعلى شبكة مثقبة متحركة والتي تنقل المادة, بينما يتم تبريدها إلى لأسفل بواسطة بخار الهواء المحيط النقي.

يتم استخدام جزء من هواء التبريد, يتم تسخينه بشكل مسبق بواسطة الخبث الساخن, كهواء احتراق للوقود الموجود بالفرن (هواء ثانوي) وبوحدة التكليس (هواء ثالث).

الخبث عند درجة حرارة من 100/80 يتم إرساله إلى التخزين ومن ثم يتم طحنه وخلطة مع الإضافات لكي يتم تشكيل الجودة المطلوبة من الاسمنت.

لا يمكن استخدام كمية هائلة من الهواء, الآتية من تبريد الخبث, عند درجة حرارة حوالي 300 درجة مئوية, كهواء احتراق بالعملية وبالتالي تكون متاحة لاستعادة الحرارة المهدورة أو قد يتم إطلاقها بالغلاف الجوي, شريطة أن تكون منزوعة الأتربة من خلال المرشحات الملائمة.

ب- عيوب الفن السابق

يلعب محتوى الرطوبة للمواد الخام دور محدد في إدارة تدفقات الحرارة وبالتالي في إمكانية التنبؤ واتخاذ قرار استعادة الحرارة المهدورة بغرض توليد القدرة الكهربائية.

في الواقع, في حالة الرطوبة العالية بالمواد الخام, يتم استخدام الحرارة الآتية من تدفق الغاز من برج الإعصار ومن طور تبريد الخبث, على الترتيب, بجهاز طحن المسحوق الخام (الطاحونة), فقط للتحكم بدرجة الرطوبة بكل من المسحوق الخام والاسمنت.

بالتالي يتم زيادة كمية الحرارة المستعادة من العملية أو تخفيضها على حسب الرطوبة للمواد الخام التي تغذى لأجهزة الطحن.

كذلك, من الهام تذكر أن ظروف تدفق غاز المعالجة قد تتغير عندما يقوم الفرن بتغيير معدل الإنتاج للخبث وعند تغير خواص المواد الخام.

كذلك بأخذ الكمية الكبيرة من الأتربة بعين الاعتبار في تدفق الغاز, من الجوانب الأكثر حساسية لاستعادة الحرارة المهدورة هي سعة فصل ونزع الأتربة عن تدفق الغاز.

يتم فصل الأتربة بواسطة الجاذبية الأرضية في غلاف للمبادل الحراري واهتمام كبير يجب الاعتناء به عند تصميم مقاعد الأنبوب لكي يتم تفادي تراكم الأتربة ولكي يتم إعاقة الانتقال الحراري ككل.

وبناءاً على ذلك, بكل فراغ, حيث قد يتراكم الأتربة, يجب تزويده بصناديق وأجهزة إخلاء مثل صمامات مزدوجة أو صمامات دوارة ملائمة لتفريغ المواد الصلبة بينما يتم الحفاظ على النظام المحكم. يعتبر ذلك إلزامي, نظراً لان النظام بأكمله, يشكل خط حرق, يتم الاحتفاظ به تحت ضغط سالب. ولنفس السبب, يجب أن يتم صنع كل الاغلفة والأنابيب بنظام محكم ضد تسرب الهواء.

بالتالي يجب تصميم نظام استعادة الحرارة المهدورة على أساس التركيبة, المعدل ودرجة الحرارة لتدفق الغاز المتاح ومعرفة كمية الحرارة الضرورية لأجهزة الطحن.

استعادة الحرارة المهدورة من تدفق غاز المعالجة وتوليد القدرة هي تجربة شائعة بصناعة الاسمنت.

توجه هذه التجربة هو إلى حد كبير لتخفيض استهلاك الطاقة بتحويل الحرارة الفائضة والتي من المفترض بشكل بديلا ن يتم إطلاقها بالهواء, بالقدرة الكهربائية.

الطريقة الأكثر شيوعاً لتحقيق هذه النتيجة هي تثبيت غلاف عند مخرج الفرن والمبرد وانابيب مبادل حرارى ملائمة لتوليد البخار الساخن بشكل فائق بصورة طفيفة ليتمدد بتربين تكثيف مقترن بالمولد الكهربائي.

كما هو معروف جيداً, يميل البخار أثناء التمدد إلى التكثف بشكل جزئي والقطرات المتكونة, التي تمر عبر التربين, قد تُدمر مادة الشفرات. لهذا السبب, يتم تسخين البخار بدرجة فائقة إلى أقصى امتداد ممكن ويتم تنظيم تمدد البخار لكي لا يتم تجاوز نسبة تكثيف البخار بشكل مفرط.

الانخفاض في درجة حرارة تدفق غاز المعالجة المهدورة, هى نتيجة لاستخدام دورة رانكلين العضوية (ORC) التي تُغذى بواسطة طور أحادي لسائل حراري يعمل في دائرة مغلقة. تعتمد تكنولوجيا

ORC على تربين تكثيف حيث يكون المائع الحفاز هو مركب عضوي, له خواص تبخر عند درجة حرارة منخفضة نسبياً ويتمدد بالتربين بدون الحاجة إلى التسخين الفائق.

ونتيجة لذلك, يعمل التربين بشكل سهل بدون أي ضغوط ناجمة عن ظروف درجة الحرارة, الضغط و الرطوبة للبخار.

محددات التكنولوجيات المتاحة حالياً هي الكفاءة المنخفضة وتكاليف الإنشاء العالية.

الكفاءة المنخفضة بالأساس ناتجة عن مستوى درجة الحرارة المنخفض للحرارة المتاحة من خط الحرق. عامة, درجة الحرارة المنخفضة لتدفق غاز الاحتراق يعيق الفاعلية الديناميكية الحرارية. علاوة على ذلك الكفاءة المنخفضة للدورة تجعل من الضروري إنفاق كمية هائلة من الحرارة بدرجة حرارة الغرفة, مع اللجوء إلى معدات ضخمة ومكلفة.

لكي يتم حل هذه المشكلة, تم تقديم التكنولوجيا ومعدات جديدة قيد التطوير, على الرغم من أن حد الديناميكية الحرارية لا يزال واضحاً.

بالتالي المعالجات وفقاً لحالة الفن لتقديم السلبيات المذكورة أعلاه.

ج- ما هو جديد بخصوص الاختراع (التحسينات)

اكتشف مقدم الطلب وبصورة مفاجئة عملية تكاملية لاستعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث ولإنتاج القدرة الكهربائية, قادرة على تخطي سلبيات المعالجات وفقاً لحالة الفن الحالي, كذلك من الممكن استخدامها مباشرة بموضع إنتاج الخبث وتكاملية كذلك بمحطات توليد القدرة الكهربائية الحالية لإنتاج الخبث.

توجه الاختراع الحالي هو تحقيق عملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية بالتكامل فيما بين استعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث واستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP).

بصفة خاصة, تكامل تكنولوجيا تركيز الطاقة الشمسية (المعروفة باسم تركيز الطاقة الشمسية) بالعملية التقليدية لاستعادة الحرارة المهدورة, قد سمحت بصورة مفاجئة بتحقيق الظروف المثالية لعمل محطات القدرة بكفاءة عالية لإنتاج القدرة الكهربائية. هذه المحطات ملائمة بالتالي لتوليد القدرة الكهربائية عبر التكامل بين الحرارة المهدورة المتحصل عليها من عملية إنتاج الخبث والحرارة المتولدة بواسطة التعرض للأشعة الشمسية.

تتكون محطات CSP في الأساس من وحدات تركيز طاقة شمسية عديدة مصممة لاستعادة الحرارة من مائع منفذ للحرارة يتدفق بداخل مستقبل.

يتم انتقال الحرارة بالتعرض للأشعة ما بين الشمس وسطح المستقبل. يتم تعزيز تعرض المستقبل للأشعة الشمسية بإضافة مرايا وعدسات مصممة لتركيز أشعة الشمس على سطح صغير من المستقبل. عامل التركيز يكون مساوي للمعدل بين السطح المعرض للأشعة من المرايا والسطح حيث يتم تركيز هذا الإشعاع.

يتم تسخين مائع أساسي منفذ للحرارة يتم تدويره داخل المستقبل, ويتم نزع الحرارة المتولدة عن طريق تركيز أشعة الشمس. ينقل المائع المنفذ للحرارة الحرارة إلى المائع الثانوي والذي يكون بشكل طبيعي هو المائع الحفاز لدورة بخار رانكلين العيارية. في بعض الحالات, من الممكن التنبؤ بالموضع البيني للمائع الثالث المنفذ للحرارة, بينما بعض التكنولوجيات الموجودة تسمح بالتسخين المباشر والتبخير للبخار بالمستقبل.

يتم انتقاء المائع الأساسي المنفذ للحرارة المستخدم بصورة طبيعية من بين زيوت صناعية, أملاح منصهرة, معادن الكالين, هواء, على حسب درجة حرارة التشغيل القصوى. بفضل التطورات الأخيرة لأجهزة التركيز (المرايا والعدسات), من الممكن الوصول إلى درجة حرارة أعلى من 600 درجة مئوية.

يتم تجهيز محطات CSP بشكل طبيعي بمجمع حرارة حيث يكون من الممكن تجميع الحرارة المتولدة بواسطة محطة لتركيز الطاقة الشمسية لعدة ساعات. هذا الجانب هام جداً حيث انه هناك حاجه إلى أقصى إنتاج للقدرة بعدد ساعات معين من النهار أو عندما يكون من المهم الحفاظ على استقرار إنتاج الطاقة. عندما يكون مجمع الحرارة كبير بما فيه الكفاية, يكون من الممكن الاحتفاظ بتشغيل مولد القدرة بشكل مستمر طوال النهار والليل.

يسمح ما سبق ذكره بتحقيق عملية ومحطة توليد قدرة كهربائية أكثر إثارة للاهتمام من وجهة النظر الإيكولوجية والاقتصادية.

بصفة خاصة, كهدف أول للاختراع الحالي عملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية بالتكامل فيما بين استعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث واستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP), تشمل الخطوات التالية:

أ) استعادة الحرارة المهدورة من غازات معالجة من خلال تمرير غاز المعالجة بمبادل حراري والذي يغذى دورة رانكلين حيث يكون مائع النقل هو زيت منفذ للحرارة؛

ب) انحراف جزء من مائع النقل المستخدم في الخطوة ا) ويوضع في وضع تلامس مع المائع المنفذ للحرارة الذي يأتي من المحطة التي تعمل طبقاً لتكنولوجيا CSP؛

ج) إرسال الجزء المذكور من مائع النقل, الذي يأتي من الخطوة ب) وله درجة حرارة مرتفعة, مرة ثانية إلى نظام الاستعادة للحرارة المهدورة لغاز المعالجة.

العملية التكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية بالتكامل فيما بين استعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث واستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP), تحصل بالتالي على استعادة الحرارة المهدورة الكلية من خلال دورة رانكلين لمائع عضوي (ORC).

بتفصيل أعمق, يتم تثبيت غلاف مبادل حرارى انبوبى لاستخلاص تدفق الغاز من الفرن ونزع الحرارة المهدورة لتدفق غاز المعالجة بواسطة تسخين الزيت المنفذ للحرارة. ينقل الزيت الساخن الحرارة المستعادة من تدفق غاز المعالجة إلى محطة القدرة لإنتاج القدرة الكهربائية اعتماداً على دورة رانكلين لمائع عضوي (ORC).

يتم صنع تكامل محطة تركيز الطاقة الشمسية (CSP) بحلقة من موائع النقل من خلال الخطوة ب) للعملية بواسطة تشتيت كمية معينة من الزيت من الحلقة الأساسية.

الحلقة الأساسية, توصيل الزيت الساخن إلى نظام الـ ORC, يتم توزيعه بخط أنابيب يحول جزء من التدفق للزيت المنفذ للحرارة إلى حقل الطاقة الشمسية. تدفق الزيت المنفذ للحرارة المحول للتدفق الأساسي يتراوح من 30 حتى 50% من الحجم فيما يتعلق بالتدفق الأساسي لمائع النقل, أساسا من الزيت المنفذ للحرارة ويتم التنظيم وفقاً لكمية الحرارة المتولدة بواسطة وحدات الطاقة الشمسية.

تسمح المضخة بسرعة متغيرة بتنظيم التدفق لكي يتم تجاوز أقصى درجة حرارة مسموح بها للزيت والتي يتم تمثيلها في التطبيق الحالي تكون مساوية 300 درجة مئوية.

يتم تنفيذ الانتقال الحراري من CSP إلى الزيت بغلاف إضافي وانابيب مبادلات حرارية حيث يتم تدوير الزيت بجانب الأنابيب والمائع المنفذ للحرارة بجانب الغلاف. أعطى المائع المنفذ للحرارة, الحرارة إلى الزيت, يترك المبادل الحراري ويعود إلى وحدات الطاقة الشمسية, بينما يتم تسخين الزيت, بواسطة خلايا الطاقة الشمسية, العودة إلى الحلقة الأساسية عند أعلى درجة حرارة. يتم إضافة الحرارة المتولدة بواسطة وحدات الطاقة الشمسية إلى الحرارة المستعادة من تدفق غاز المعالجة الأتي من خط إنتاج الخبث, يساهم في زيادة إنتاج القدرة الكهربائية والفاعلية الكلية لتحويل الحرارة إلى قدرة كهربائية.

يتم استخدام القدرة المحددة لتكنولوجيا الـ CSP لتوليد حرارة عالية جداً لتحسين كفاءة عملية تحويل الحرارة إلى قدرة كهربائية.

تتأثر كفاءة توليد القدرة الكهربائية بمستوى درجة الحرارة عندما تكون الحرارة المهدورة من العملية الصناعية متاحة. من حيث المبدأ انخفاض درجة الحرارة لمصدر الحرارة, الأقل هي كفاءة التحول. مع إمكانية وجود مصدر للحرارة عند حوالي 600 درجة مئوية, مثلها في ذلك مثل محطات الطاقة الشمسية الأكثر تقدماً, من الممكن أن يتم تحسين الفعالية الحرارية بصورة كبيرة فيما يتعلق بإنتاج القدرة الكهربائية باستخدام الحرارة المهدورة فقط الناجمة عن محطة إنتاج الخبث, تقترب من قيم كفاءة تقترب من 20/18%.

بشكل اكثر دقة للعملية التكاملية وفقاً للاختراع الحالي كفاءة ديناميكية حرارية حوالى 20-25%.

يتعلق الاختراع الحالي كذلك بجهاز لتنفيذ العملية التكاملية وفقاً للاختراع الحالي.

بصفة خاصة, تسمح العملية التكاملية والجهاز وفقاً للاختراع الحالي بتحسين عملية الاستعادة للحرارة المهدورة والحرارة الآتية من محطات الطاقة الشمسية, بتحقيق تحسن بالكفاءة الكلية للنظام التكاملي اكبر من المجموع البسيط لاثنان من وحدات الاستعادة.

كهدف إضافي للاختراع الحالي جهاز لإنتاج القدرة الكهربائية بواسطة عملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية بالتكامل فيما بين استعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث واستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP), تتميز بان الجهاز المذكور يتضمن دورة رانكلين لاستعادة الحرارة المهدورة لغاز المعالجة حيث يتم إرسال مائع النقل لدورة رانكلين إلى نظام استعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP).

د- الوصف التفصيلي للاختراع

يتم تمثيل العملية التكاملية وفقاً للاختراع الحالي من خلال الشكل 1.

يوضح شكل 1 منظر تخطيطي للعملية والجهاز وفقاً للاختراع الحالي.

بالمرجعية للشكل 1, بالحلقة الأساسية 1, إحضار الزيت الساخن من المبادل الحراري 2 إلى النظام ORC 3, هناك خط أنابيب متوقع 4, يحول جزء من تدفق الزيت الساخن إلى الغلاف وانابيب المبادل الحراري 5 لنظام CSP. مضخة متغيرة السرعة (غير موضحة بالشكل 1) تسمح بمضابطة تدفق مائع النقل بطريقة حيث لا يتم تجاوز أقصى درجة حرارة مسموح بها للزيت.

يتم تنفيذ انتقال الحرارة من تدفقات غاز المعالجة الناتج عن محطة إنتاج الخبث إلى الزيت, كما هو مذكور أعلاه, من خلال المبادل الحراري 2 حيث يتم تدوير الزيت بجانب الأنبوب وغاز المعالجة بجانب الغلاف. بصفة خاصة أكثر, يتم تغذية الغازات الساخنة في 6, تعطى الحرارة إلى الزيت وتخرج المبادل الحراري 2, من خلال الخط 7. الزيت البارد, يدخل إلى المبادل الحراري 2

عند درجة حرارة حوالي 140/120 درجة مئوية في 8, يتم تسخينه بواسطة تدفق غاز المعالجة, يتم إرساله إلى الحلقة الأساسية 1 عند درجة حرارة حوالي 240/220 درجة مئوية.

يتم تنفيذ انتقال الحرارة من نظام CSP إلى الزيت عبر غلاف إضافي وانابيب مبادلات حرارية 5, حيث يتم تدوير الزيت بجانب الأنابيب والمائع المنفذ للحرارة بجانب الغلاف. يتم تغذية المائع المنفذ للحرارة, عبر الخط 9, يعطى الحرارة إلى الزيت, ويخرج المبادل الحراري 5 عبر الخط 10 ويعود إلى وحدات الطاقة الشمسية. يتم تسخين الزيت, بواسطة حرارة الخلايا الشمسية, ثم تعود عبر الخط 11 إلى الحلقة الأساسية 1 عند درجة حرارة أعلى.

هـ- كيفية الاستفادة من الاختراع

لتوضيح أفضل للاختراع, يتم إعطاء المثال التوضيحي التالي الغير مقيد.

مثال 1

تكامل CSP/ORC – مثال عددي يتم تنفيذه بمحطة قدرة ايت باها.

بمحطة إنتاج الخبث ايت باها, يتم تجهيز خط إنتاج الخبث بنظام استعادة للحرارة المهدورة لبرج الإعصار ونظام إنتاج القدرة الكهربائية.

بشكل أكثر دقة, تم استخدام الزيت المنفذ للحرارة لنقل الحرارة المهدورة من تدفق غاز المعالجة إلى جهاز إنتاج القدرة الكهربائية, باستخدام تكنولوجيا دورة رانكلين العضوية (ORC) لإنتاج القدرة الكهربائية.

تم تدوير الزيت المنفذ للحرارة عند معدل حجم 180 متر مكعب/ساعة (يُناظر معدل كتلة 46كجم/ثانية) وأقصى درجة حرارة للزيت عند مخرج المبادل الحراري تكون مساوية لحوالى 220 درجة مئوية.

بالتالي 220 درجة مئوية كانت هي درجة حرارة الزيت عند المدخل للنظام ORC, بينما درجة حرارة للزيت عند المخرج للنظام ORC كانت مساوية لدرجة 120 مئوية. عند تشغيل خط إنتاج الخبث عند اقل سعة له حوالي 5000 طن/يومياً, فإن الطاقة الحرارية المستعادة تكون مكافئة لحوالى 12.000 كيلو وات. عند هذه الظروف, فإن الخرج الصافي للنظام لإنتاج القدرة الكهربائية يكون 1200 كيلو وات بكفاءة كلية صافية حوالي 10%.

لتكامل محطة القدرة CSP بالحلقة الأساسية وكذلك لاستغلال السعة الحدية لنظام الـ ORC, يتم استخلاص بخار حوالي 60 متر مكعب/ساعة من الزيت الساخن عند درجة حرارة 220 درجة مئوية من الحلقة الأساسية وإرسالها إلى مبادل حرارى إضافي ملائم لنقل الحرارة المتولدة بواسطة محطة الطاقة الشمسية إلى الزيت.

ولكي يتم تفادي التسخين الفائق للزيت وجعل العمل أكثر انسيابية للنظام التكاملي, يتم تجهيز المحطة الشمسية بمجمع حرارة ملائم لتجميع الحرارة أثناء وقت النهار وإطلاقها أثناء الليل.

في فصل الصيف (من ابريل إلى أكتوبر) يتم توليد متوسط قدرة حرارية حوالي 3000 كيلو وات من خلال محطة الخلايا الشمسية من الساعة 8.00 صباحاً حتى 6.00 مساء (10 ساعات).

باعتبار انه قد تم تجميع هذا الجزء من الحرارة المتولدة بمجمع الحرارة وان معدل انتقال الحرارة إلى الزيت تم الاحتفاظ به عبر 24 ساعة, فإنه يتم الحصول على متوسط مستمر لقدرة حرارية متبادلة حوالي 1250 كيلو وات, قيمة مماثلة للكمية الكلية المتحصل عليها, التي يتم حسابها

كالتالي: بواسطة ضرب متوسط القدرة لأشعة شمسية 3000 كيلو وات لرقم متوسط لساعات التعرض للأشعة الشمسية (10 ساعات):

3000 كيلو وات x 10 = 30000 كيلو وات بالساعة من الطاقة المستعادة.

بتقسيم هذه الطاقة على 24 ساعة, ويكون هذا ممكناً بالاستفادة من وجود مجمع الحرارة بأحجام ملائمة, يتم الحصول على قدرة كهربائية متوسطة منقولة إلى الزيت, مماثلة للقدرة الكلية للقدرة الحرارية المخزنة وهى 30000 كيلو وات بالساعة / 24 = 1250 كيلو وات.

بالتالي, باعتبار أن تدفق 60 متر مكعب/ساعة من الزيت, مناظر لـ 15 كجم/ثانية من الزيت عند درجة حرارة 220 درجة مئوية, متوسط القدرة الحرارية حوالي 1250 كيلو وات ومتوسط الحرارة المعينة للزيت, مساوي 2.6 كيلو جول/كجم, يتم الحصول على زيادة في درجة حرارة الزيت لحوالى 32 درجة (1250/ (15 x 2.6)).

يعود الزيت إلى الحلقة الأساسية عند درجة حرارة 252 درجة مئوية (220 + 32) ويتم خلطه مع الزيت عند درجة حرارة 220 درجة مئوية والناتج النهائي يكون بزيادة كلية لدرجة حرارة الزيت قبل الدخول إلى نظام الـ ORC.

باعتبار أن حوالي 3/1 من معدل تدفق زيت الحلقة الأساسية قد انحرف, فإن الناتج الكلي للعملية هو زيادة متوسط درجة حرارة الزيت 10 درجات مئوية: أخيراً, يتم إيصال الزيت إلى درجة حرارة حوالي 230 درجة مئوية (220 + 10).

التأثير المشترك للحرارة الإضافية المستعادة من محطة الطاقة الشمسية CSP وزيادة درجة الحرارة عند مدخل النظام لإنتاج القدرة الكهربائية يسمح بزيادة إنتاج القدرة الكهربائية والكفاءة الكلية لدورة الديناميكية الحرارية.

وفقاً للتطورات المنفذة, فإن الحرارة الكلية المنقولة إلى نظام إنتاج القدرة الكهربائية كانت مساوية لحوالى 13156 كيلو وات والكفاءة الكلية تحركت من 10 حتى 12%, وبالتالي فإنه يتم توليد كمية صافية حوالي 1.580 كيلو وات من القدرة الكهربائية (بزيادة حوالي 30%).

تمثل أشكال 2 و 3 مخطط للعملية بالأرقام المشار إليها أعلاه, بخصوص استعادة للحرارة المهدورة لغاز المعالجة, على الترتيب بتكامل وبدون مع استعادة الحرارة التي تأتي من محطة تركيز الطاقة الشمسية CSP.

عناصر الحماية

1- عملية تكاملية لإنتاج القدرة الكهربائية بالتكامل فيما بين استعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث واستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP), تتضمن الخطوات التالية:

أ) استعادة الحرارة المهدورة من غازات معالجة من خلال تمرير غاز المعالجة بمبادل حراري والذي يغذى دورة رانكلين حيث يكون مائع النقل هو زيت منفذ للحرارة؛

ب) انحراف جزء من مائع النقل المستخدم في الخطوة أ) ويوضع في وضع تلامس مع المائع المنفذ للحرارة الذي يأتي من المحطة التي تعمل طبقاً لتكنولوجيا CSP؛

ج) إرسال الجزء المذكور من مائع النقل, الذي يأتي من الخطوة ب) وله درجة حرارة مرتفعة, مرة ثانية إلى نظام الاستعادة للحرارة المهدورة لغاز المعالجة.

2- العملية التكاملية وفقاً لعنصر الحماية 1, تتميز بأنه بالخطوة ب) جزء مائع النقل المستخدم في الخطوة أ), والذي ينحرف ويوضع في وضع تلامس مع المائع المنفذ للحرارة الذي يأتي من المحطة التي تعمل طبقاً لتكنولوجيا CSP, يتراوح من 30 وحتى 50% من الحجم فيما يتعلق بالتدفق الأساسي لمائع النقل.

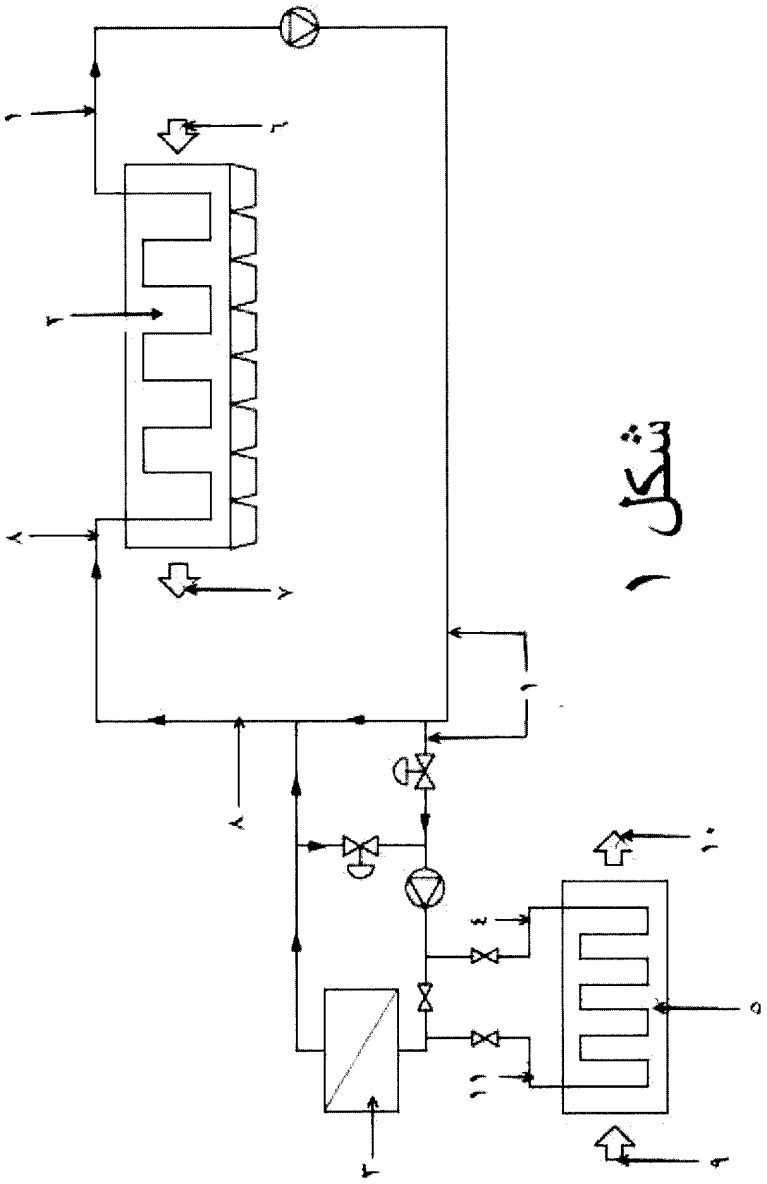
3- العملية التكاملية وفقاً لأياً من عناصر الحماية المنصوص عليها, تتميز بأنه يتم مضابطة تدفق مائع النقل بطريقة حيث لا يتم تجاوز أقصى درجة حرارة مسموح بها للزيت.

4- جهاز لإنتاج القدرة الكهربائية بواسطة عملية تكاملية لنظام لاستعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث ونظام لاستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP), تتميز بان الجهاز المذكور يتضمن دورة رانكلين لاستعادة الحرارة المهدورة لغاز المعالجة حيث يتم إرسال مائع النقل إلى نظام لاستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة

الشمسية (CSP).

5- جهاز وفقاً لعنصر الحماية 4, يتميز بأن دورة رانكلين لاستعادة الحرارة المهدورة لغاز المعالجة هي دورة CSP.

MA 35235B1

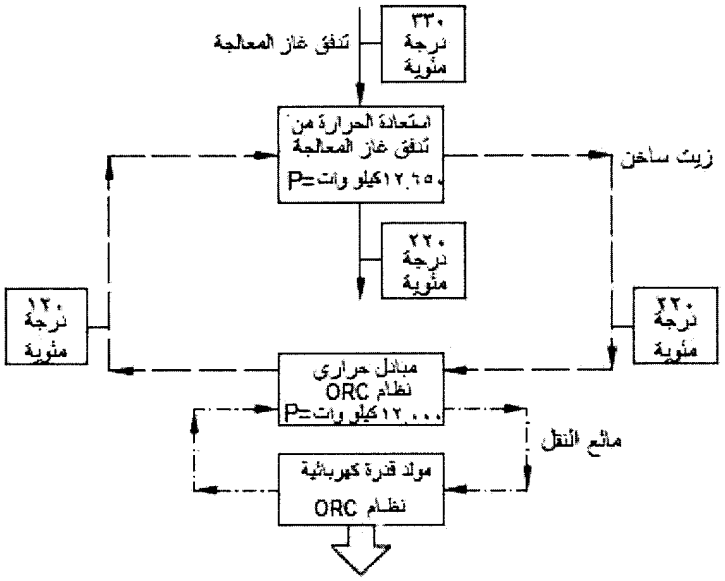


شكل ١

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	3	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

MA 35235B1

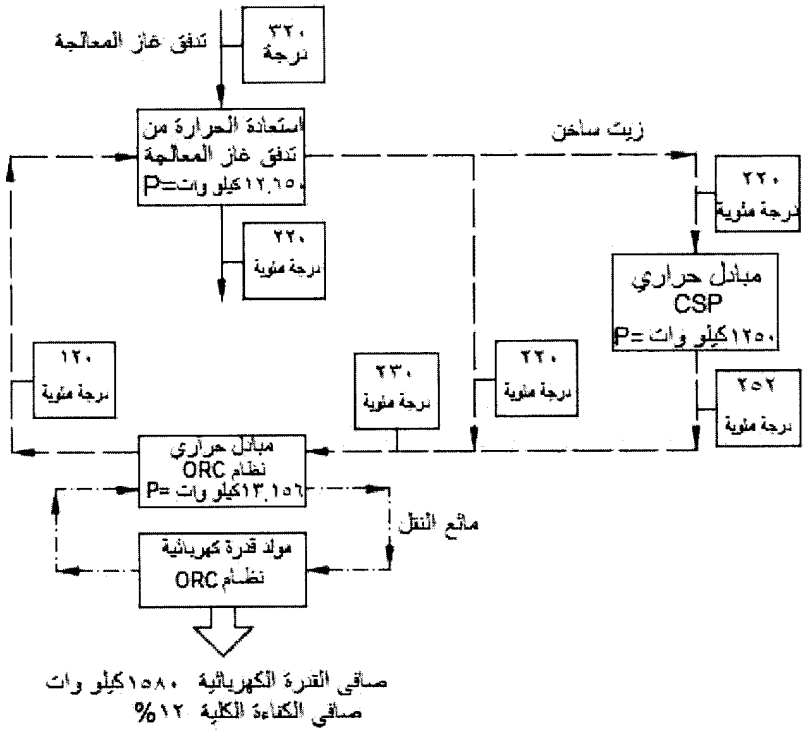
شكل ٢



اتزان الحرارة	
حرارة تدفق غاز المعالجة	١٦٥٠ كيلو وات
حرارة الزيت الساخن	١١٩٦٠ كيلو وات
التبدد	٦٩٠ كيلو وات

أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	3	رقم اللوحة	2
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

شكل ٣



اتزان الحرارة	
الحرارة من تدفق غاز المعالجة + CSP	١٣٩٠٠ كيلو وات
مبادل حراري ORC	١٣١٥٦ كيلو وات
التبدد	٧٤٤ كيلو وات

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