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 35234 B1

(51) Cl. internationale :
H02J 7/00

(43) Date de publication :
03.07.2014

(21) N° Dépôt :
36389

(22) Date de Dépôt :
04.11.2013

(30) Données de Priorité :
06.11.2012 IT MI2012A001883

(71) Demandeur(s) :
ITALCEMENTI S.P.A., VIAG. CAMOZZI 124 24121 BERGAMO (BG) (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:

أ1) استعادة الحرارة المهدورة من غازات معالجة من خلال تعريض غازات المعالجة المذكورة لدورة رانكلين حيث يكون المائع الحفاز هو الماء وبخار الماء مع إنتاج بخار مُشبع عند درجة حرارة بين 250 و 275 درجة مئوية وعند ضغط بين 40 و 60 بار؛

أ2) إنتاج بخار مشبع إضافي تحت نفس الظروف من درجات الحرارة والضغط وفقاً للخطوة أ1) من خلال الحرارة المتولدة من CSP؛

ب) خلط التدفق من البخار المشبع الآتي من الخطوة أ1) و أ2) والتسخين الفائق للخليط إلى درجة حرارة بين 500 و 250 درجة مئوية.

ج) تغذية تربين تكثيف بتيار من البخار فائق التسخين عند ضغط بين 40 و 60 بار وعند درجة حرارة بين 500 و 520 درجة يأتي من الخطوة ب), تمدد نفس البخار مع توليد للقدرة الكهربائية.

كذلك تم الكشف عن الجهاز الخاص بذلك.

(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 وأنابيب 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 كفاءة تدوير البخار المشبع هى بالاساس نتيجة لمستوى درجة الحرارة المنخفضة للحرارة المتاحة من خط الحرق. بصفة عامة, تعيق درجة الحرارة المنخفضة لتدفق غاز الاحتراق

كفاءة الديناميكية الحرارية. علاوة على ذلك فإن الكفاءة المنخفضة للدورة تجعل من الضروري إنفاق كمية هائلة من الحرارة بدرجة حرارة الغرفة, مع اللجوء إلى معدات ضخمة ومكلفة.

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:

أ1) استعادة الحرارة المهدورة من غازات معالجة من خلال تعريض غازات المعالجة المذكورة لدورة رانكلين حيث يكون المائع الحفاز هو الماء وبخار الماء مع إنتاج بخار مُشبع عند درجة حرارة بين 250 و 275 درجة مئوية وعند ضغط بين 40 و 60 بار؛

أ2) إنتاج بخار مشبع إضافي تحت نفس الظروف من درجات الحرارة والضغط وفقاً للخطوة أ1) من خلال الحرارة المتولدة من CSP؛

ب) خلط التدفق من البخار المشبع الآتي من الخطوة أ1) و أ2) والتسخين الفائق للخليط إلى درجة حرارة بين 500 و 250 درجة مئوية.

ج) تغذية تربين تكثيف بتيار من البخار فائق التسخين عند ضغط بين 40 و 60 بار وعند درجة حرارة بين 500 و 520 درجة يأتي من الخطوة ب), تمدد نفس البخار مع توليد للقدرة الكهربائية.

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), بالتالي يتم الحصول على استعادة الحرارة المهدورة من خلال دورة رانكلين للبخار.

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

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.

بصفة عامة, 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.

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 مرجل أول, ملائم لتوليد بخار مشبع باستخدام غازات المعالجة لمحطة إنتاج الخبث كمصدر للحرارة, ومرجل ثاني, ملائم لتوليد بخار مشبع, يستخدم الهواء الساخن, المنتج بواسطة محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP) كمصدر للحرارة, كلاً من المرجل الأول والثاني يتم توصيلهما بعنصر تسخين فائق, ملائم ليقوم بتسخين فائق لتدفقات البخار المشبعة المخلوطة بشكل مسبق

الناتجة عن المرجلان, يتم ارسال التدفق المذكور من عنصر التسخين الفائق الى تربين التكثيف من خلال توصيلة ملائمة.

بالجهاز وفقاً للاختراع الحالى, يتزامن مائع النقل مع المائع الحفاز لدورة رانكلين ويتكون من بخار مشبع, متولد بشكل جزئي بواسطة نظام لاستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP) ومتولد بشكل جزئي بواسطة نظام لاستعادة الحرارة المهدورة من تدفق غاز المعالجة لخط إنتاج الخبث.

يتولد التدفقان من البخار المشبع بطريقة مستقلة وحتى بموضعان بعيدان جداً عن بعضهما البعض, ومن ثم يتم خلطهما معاً قبل دخول المحطة لتسخين البخار بشكل فائق, يتم الحصول على التسخين الفائق بفضل الحرارة المتاحة بدرجة حرارة عالية من محطة تركيز الطاقة الشمسية CSP. هذا البخار الذى تم تسخينه بشكل فائق, عند درجة حرارة حوالى 520/500 درجة مئوية, هو بالتالى المائع الحفزي لتربين تكثيف البخار لإنتاج/توليد القدرة الكهربائية. يتم تكثيف البخار المستنفد, بمجرد أن يتم إعطاء قدرته للتربين, يتم تكثيفه على مبادل سطحي, يتم نزع حرارة التكثيف بواسطة هواء نقي. يتم استعادة التكثيف المنتج, ويتم إرساله مرة ثانية إلى الدورة, بعد أن يتم نزع الغاز منه مع تعويض بسيط من المكثفات النظيفة لدمج فاقد البخار.

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, مرجل 1 لاستعادة الحرارة المهدورة لتدفق غاز المعالجة, الموجود بموضع قريب من مصدر حرارة المعالجة المهدورة عند درجة حرارة منخفضة, تولد بخار مشبع عند ضغط

60/40 بار ودرجة حرارة 275/250 درجة مئوية. عبر الخط 2, يتم تغذية هذا البخار الى الخط 3, حيث يتم خلطه مع البخار الذى يأتي من الخط 4, المنتج بواسطة المرجل 5, , الموجود بموضع قريب من محطة تركيز الطاقة الشمسية (CSP), حيث يكون هناك حرارة متاحة بدرجة حرارة مرتفعة.

يتم خلط تدفقان البخار المشبع والبخار المشبع الذى وصل, عبر الخط 3, الى التسخين الفائق 6, تم تسخينه بشكل فائق عند درجة حرارة 520/500 درجة مئوية وتغذيته الى الخط 7 الى تربين التكثيف 8 حيث يتم تمدده, ويتم توليد القدرة الكهربائية.

يتم ارسال البخار المستنفد المنطلق من التربين 8 عند ضغط 0.15/0.1 بار من الضغط المطلق, عبر الخط 9 الى مكثف جاف 10 ومن ثم يتم ضخه ثانية عبر الخط 11 الى المرجل 1 ليتم تسخينه بشكل مسبق.

تسبق هذه الخطوة التوفير المسبق, الذى يتم تغذيته للمكثف الكلي الذي يأتي من المكثف 10, نازع الهواء, باستخدام كمية ضئيلة من البخار لنزع المقدار الضئيل من الاكسجين والغازات القابلة للذوبان, وموفر لتسخين ناتج التكثيف بشكل مسبق لحوالى 260/240 درجة مئوية (غير موضحة بالتفصيل بالشكل, ولكن كمجموعة بالعنصر الاول للمرجل).

يتم ارسال ناتج التكثيف المسخن بشكل مسبق عبر الخط 12 و 13, على الترتيب, الى المرجل 5 والمرجل 1, حيث تبدأ الدورة مرة ثانية.

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.

يتطلب تكامل محطة القدرة CSP مع دورة رانكلين للبخار استخدام دورة رانكلين بشكل معتاد كمائع حفاز.

يتم إنتاج البخار بمرجلان مختلفان: احداهما قريب لمصدر الحرارة المهدورة المعالجة التى تأتي من محطة إنتاج الخبث, عند درجة حرارة منخفضة, واخرى بموضع قريب من محطة تركيز الطاقة الشمسية (CSP), حيث يكون هناك حرارة متاحة بدرجة حرارة مرتفعة.

يُنتج كلاً من المرجلان بخار مشبع بنفش الضغط, بينما عنصر تسخين واحد فقط يكون موجود قريب من محطة تركيز الطاقة الشمسية CSP الملائم لتسخين الكمية كلها بشكل فائق من البخار المتولد.

هذه نقطة هامة جداً, لان مستوى درجة الحرارة لحرارة المعالجة لا تسمح بأن يكون للبخار المشبع درجة حرارة اعلى من 265 درجة مئوية, بضغط 50 بار. لا يسمح البخار المشبع بهذه الخصائص بأن يتم تحقيق فاعلية جيدة, لأنه يتم تكثيف جزء كبير منه بمجرد تمدده بالتربين ويمنع هذا الحصول على الفاعلية العالية.

على الرغم من ذلك, توفر محطة تركيز الطاقة الشمسية CSP مصدر حرارة عند اكثر من 600 درجة مئوية, أساساً عند درجة حرارة تسمح بتسخين فائق للخليط المشبع من تدفقات البخار الذي يأتي من كلاً من المرجلان عند درجة حرارة حوالى 500 درجة مئوية, الحرارة المعيارية لهذا النوع من التطبيق.

بتفصيل اكبر, تتألف استعادة الحرارة المهدورة من المعالجة من موفر مسبق يغذى بواسطة كل نواتج التكثيف الاتية من مكثف الهواء, نازع الهواء, باستخدام كمية ضئيلة من البخار لنزع المقدار

الضئيل من الاكسجين والغازات القابلة للذوبان, وموفر لتسخين ناتج التكثيف بشكل مسبق لحوالى 255 درجة مئوية.

بعد الموفر, يتم فصل تدفق ناتج التكثيف. جزء يتم تغذيته للمرجل القريب من المصدر للحرارة المهدورة عند درجة حرارة منخفضة وجزء يتم ارساله الى المرجل (او مُبخر 2 بالشكل 2) القريب من محطة تركيز الطاقة الشمسية CSP.

ينتج كلاً من المرجلان بخار مشبع عند نفس الضغط ودرجة الحرارة: 50 بار و درجة حرارة 265 درجة مئوية.

يتم ارسال تغذية البخار المتولد بواسطة المرجل مع الحرارة المهدورة لتدفق غاز المعالجة الى التسخين الفائق في محطة تركيز الطاقة الشمسية CSP, بعد ان يتم خلطهم معاً مع البخار المشبع الاتي من المرجل في محطة تركيز الطاقة الشمسية CSP .

يتم فيما يلي خلط التدفقان للبخار المشبع معاً وتسخينهما بشكل فائق عند درجة حرارة حوالى 500 درجة مئوية.

يتم تغذية البخار الذى تم تسخينه بشكل فائق عند ضغط 50 بار وعند درجة حرارة 500 درجة مئوية الى تربين التكثيف حيث يتمدد مولداً القدرة الكهربائية (12973 كيلو وات).

البخار المستنفد المنطلق من التربين عند ضغط 0.1 بار من الضغط المطلق, يتم تكثيفه بمكثف جاف ومن ثم يتم ضخه ثانية عبر الخط الى المراجل.

فقط تعديل بسيط على ناتج التكثيف النظيف يكون مطلوب لتكامل البخار المفقود عبر حلقات التربين لأنه يتم توفير سعة التبريد لتكثيف البخار المستنفد بواسطة هواء نقي يتدفق عبر نضد الانبوب لمبرد الهواء الجاف.

وفقاً للحسابات التى تمت, فإن متوسط الفاعلية لمحطة الطاقة الشمسية CSP باستعادة الحرارة المهدورة يكون مساوياً لحوالي 23% وعدد ساعات التشغيل يكون حوالى 5000/سنوياً.

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.

يمثل شكل 2 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:

أ1) استعادة الحرارة المهدورة من غازات معالجة من خلال تعريض غازات المعالجة المذكورة لدورة رانكلين حيث يكون المائع الحفاز هو الماء وبخار الماء مع إنتاج بخار مُشبع عند درجة حرارة بين 250 و 275 درجة مئوية وعند ضغط بين 40 و 60 بار؛

أ2) إنتاج بخار مشبع إضافي تحت نفس الظروف من درجات الحرارة والضغط وفقاً للخطوة أ1) من خلال الحرارة المتولدة من CSP؛

ب) خلط التدفق من البخار المشبع الآتي من الخطوة أ1) و أ2) والتسخين الفائق للخليط إلى درجة حرارة بين 500 و 250 درجة مئوية.

ج) تغذية تربين تكثيف بتيار من البخار فائق التسخين عند ضغط بين 40 و 60 بار وعند درجة حرارة بين 500 و 520 درجة يأتي من الخطوة ب), تمدد نفس البخار مع توليد للقدرة الكهربائية.

2- العملية التكاملية وفقاً لعنصر الحماية 1, تتميز بأنها توفر فاعلية ديناميكية حرارية من 20 وحتى 25%.

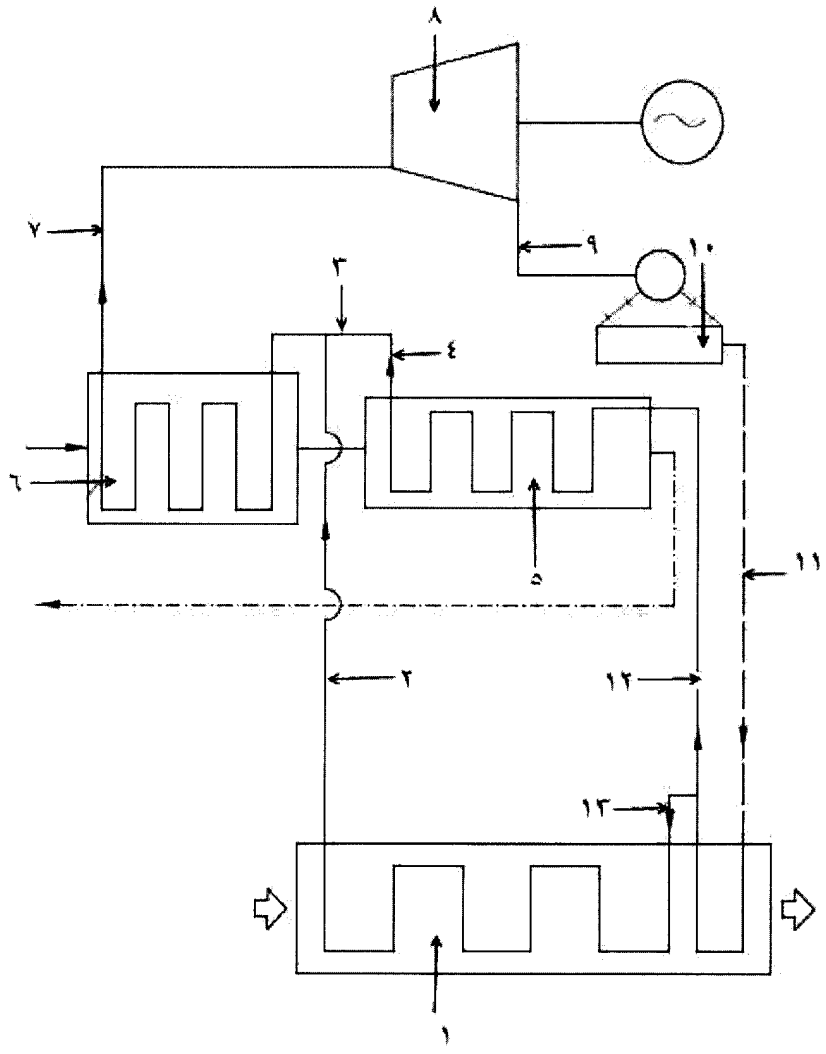
3- جهاز لإنتاج القدرة الكهربائية بواسطة عملية تكاملية لنظام لاستعادة الحرارة المهدورة من محطة توليد قدرة كهربائية لإنتاج الخبث ونظام لاستعادة الحرارة من محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP), تتميز بان الجهاز المذكور يتضمن مرجل أول, ملائم لتوليد بخار مشبع باستخدام غازات المعالجة لمحطة إنتاج الخبث كمصدر للحرارة, ومرجل ثاني, ملائم لتوليد بخار مشبع, يستخدم الهواء الساخن, المنتج بواسطة محطة لتركيز الطاقة الشمسية (CSP) كمصدر

للحرارة, كلاً من المرجل الأول والثاني يتم توصيلهما بعنصر تسخين فائق, ملائم ليقوم بتسخين فائق لتدفقات البخار المشبعة المخلوطة بشكل مسبق الناتجة عن المرجلان, يتم ارسال التدفق المذكور من عنصر التسخين الفائق الى تربين التكثيف من خلال توصيلة ملائمة.

4- جهاز وفقاً لعنصر الحماية 3, يتميز بأنه يتولد التدفقان من البخار المشبع بطريقة مستقلة وحتى بموضعان بعيدان جداً عن بعضهما البعض.

5- جهاز وفقاً لعنصر الحماية 3 او عنصر الحماية 4, يتميز بتوفير تدفق لتربين التكثيف, موفر قبلي يُغذى بناتج التكثيف من تربين التكثيف, نازع هواء يُغذى بالتدفق الناتج عن الموفر القبلي وموفر ملائم لتسخين ناتج التكثيف بشكل مسبق, قبل أن يتم اعادة تدوير ناتج التكثيف المعالج لكلٍ من المرجلان بالجهاز.

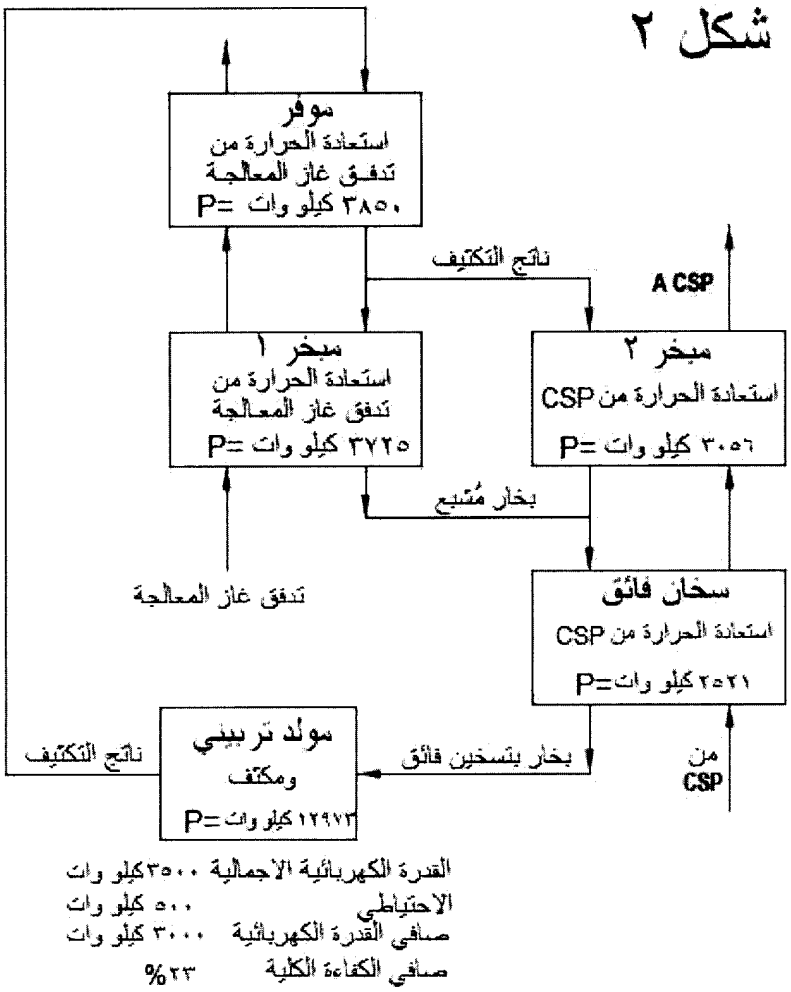
شكل ١



أصل			
اسم الطالب			
عدد اللوحات	2	رقم اللوحة	1
رقم الطلب/التاريخ/الساعة			
توقيع الوكيل / الطالب			

MA 35234B1

شكل ٢



القدرة الكهربائية الإجمالية ٣٥٠٠ كيلو وات
الاحتياطي ٥٠٠ كيلو وات
صافي القدرة الكهربائية ٣٠٠٠ كيلو وات
صافي الكفاءة الكلية ٢٣%

اتزان الحرارة	
الحرارة الكلية المتاحة	١٣١٥٣ كيلو وات
الحرارة المستعادة	١٢٩٧٣ كيلو وات
التبدد	١٨٠ كيلو وات

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