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 38584 B1

(43) Date de publication :
31.12.2018

(51) Cl. internationale :
F28D 20/00; F28D 7/06; F28D 7/02; F28D 7/00

(21) N° Dépôt :
38584

(22) Date de Dépôt :
20.05.2014

(30) Données de Priorité :
21.05.2013 EP 13002660.2

(86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/EP2014/001362 20.05.2014

(71) Demandeur(s) :
LINDE AKTIENGESELLSCHAFT, Klosterhofstr. 1 80331 München (DE)

(72) Inventeur(s) :
LOCHBRUNNER, Andrew ; SEEHOLZER, Christoph ; KÖPF, Hubert ; BRAUN, Konrad ; SCHUSTER, Heiko

(74) Mandataire :
SABA & CO

(54) Titre : **ÉCHANGEUR DE CHALEUR, PROCÉDÉ SERVANT À RÉALISER LA MAINTENANCE D'UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR OU À FABRIQUER ET À FAIRE FONCTIONNER UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR, CENTRALE ÉLECTRIQUE ET PROCÉDÉ SERVANT À PRODUIRE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE**

(57) Abrégé : L'invention concerne un échangeur de chaleur (1), un procédé servant à réaliser la maintenance d'un échangeur de chaleur et un procédé servant à fabriquer et à faire fonctionner un échangeur de chaleur. L'invention concerne également une centrale électrique, en particulier une centrale thermique solaire, et un procédé servant à produire de l'énergie électrique. Selon l'invention, l'échangeur de chaleur (1) comprend un système de tuyauterie (30) servant à recevoir un échangeur de chaleur et divisé ou pouvant l'être au moins en un premier faisceau de tuyaux (31) et un deuxième faisceau de tuyaux (32) remplaçable. Le premier faisceau de tuyaux (31) est mis au point pour le mode de fonctionnement au-delà d'une première durée dans une première plage de températures et le deuxième faisceau de tuyaux (32) est mis au point pour le mode de fonctionnement au-delà d'une deuxième durée dans une deuxième plage de températures. Les températures de la deuxième plage de températures sont plus élevées que les températures de la

première plage de températures, et la deuxième durée est plus courte que la première durée. Selon l'invention, la première plage de températures est limitée par une température maximale qui est inférieure à la température du matériau du premier faisceau de tuyaux (31), au-delà de laquelle le matériau du premier faisceau de tuyaux (31) subit un fluage en présence de la charge mécanique donnée supportée par le premier faisceau de tuyaux (31), et/ou la deuxième plage de températures est limitée par une température maximale, qui est égale ou supérieure à la température du matériau du deuxième faisceau de tuyaux (32), au-delà de laquelle le matériau du deuxième faisceau de tuyaux (32) subit un fluage en présence de la charge mécanique donnée supportée par le deuxième faisceau de tuyaux (32).

الملخص

يتعلق الاختراع الحالي بمبادل حراري (1) وطريقة لصيانة وطريقة لإنتاج مبادل حراري, وطريقة لتشغيل مبادل حراري, محطة قدرة, لاسيما محطة قدرة حرارية شمسية, وطريقة لتوليد الطاقة الكهربائية. طبقاً للاختراع، يشتمل المبادل الحراري (1) على نظام أنبوب (30) لاستقبال وسط تبادل حراري, والذي يكون أو يمكن تقسيمه على الأقل إلى حزمة أنبوبية أولى (31) وحزمة أنبوبية ثانية قابلة للاستبدال (32). تمت تصميم الحزمة الأنبوبية الأولى (31) للتشغيل في مدرة درجة حرارة أول على مدى فترة زمنية أولى وتم تصميم الحزمة الأنبوبية الثانية (32) للتشغيل على مدى فترة زمنية ثانية في مدى درجة حرارة ثاني, وتكون درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الثاني أعلى من درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الأولى وتكون الفترة الزمنية الثانية أقصر من الفترة الزمنية الأولى. وطبقاً للاختراع، يكون مدى درجة الحرارة الأول مقيداً بأقصى درجة حرارة أقل من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الأولى (31) والتي أعلاها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الأولى (31), تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الأولى (31) في التزحف, و/أو أن مدى درجة الحرارة الثاني المقيداً بأقصى درجة حرارة يكون مساوياً إلى أو أعلى من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الثانية (32) والتي أعلاها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الثانية (32), تبدأ المادة الحزمة الأنبوبية الثانية (32) في التزحف.

الوصف الكامل للاختراع

يتعلق الاختراع بمبادل حراري, طريقة لصيانة مبادل حراري وطريقة لإنتاج مبادل حراري, طريقة لتشغيل مبادل حراري, محطة قدرة, لاسيما محطة قدرة حرارية شمسية, وطريقة لتوليد الطاقة الكهربائية.

الخلفية التقنية

بالتالي يقوم المبادل الحراري طبقاً للاختراع بوظيفة التبادل غير المباشر للحرارة بين وسط ناقل للحرارة أول ووسط ناقل للحرارة ثاني. قد يكون وسط ناقل للحرارة مناظر في ذلك السياق وسط سائل, غازي أو فائق الحرج, والذي يمتص كمية من الحرارة داخل أو دون عملية محطة قدرة ويطلقها مرة ثانية, أيضاً داخل أو دون عملية محطة قدرة. في ذلك السياق, يمكن أن يوقم وسط ناقل للحرارة أيضاً بدور امتصاص الطاقة الحرارية كوسط تشغيل في عملية محطة قدرة كي يتسنى إمداد هذه الطاقة إلى جهاز وفيه يتم تحويل الطاقة الحرارية إلى شغل ميكانيكي.

من المتعارف عليه أنه يمكن توليد الطاقة الكهربائية من الطاقة الشمسية في محطات قدرة حرارية شمسية, في عملية دائرية حرارية ديناميكية. لتحقيق هذه الغاية, تكشف البراءة WO 2011/077248 A2 عن جهاز لتوليد الطاقة الكهربائية باستخدام الطاقة الشمسية. في هذا السياق, يتم نقل الحرارة من وسط ناقل للحرارة أول إلى وسط ناقل للحرارة ثاني ويتم تحويل حرارة وسط ناقل للحرارة ثاني على الأقل جزئياً إلى طاقة كهربائية.

في المعتاد, في محطات قدرة حرارية شمسية, يتولد البخار من وسط تشغيل مثل الماء أو الأمونيا ويتم استخدامه لتوجيه توربين البخار والذي يكون مُتصل ميكانيكياً بمُولد لتوليد التيار الكهربائي. في ذلك السياق, يمكن إمداد الحرارة إلى وسط تشغيل بواسطة الإشعاع الشمسي أو أيضاً على نحو غير مباشر بواسطة وسط ناقل للحرارة مثل زيت حراري أو صهارة الملح. يمكن تسخين

وسط ناقل للحرارة هذا بدوره أيضاً بواسطة الطاقة الشمسية. يمكن لوسط ناقل للحرارة تم تسخينه مباشرة أو على نحو غير مباشر القيام بوظيفة مخزن وسيط في الحالات التي فيها هناك المزيد من الطلب على الطاقة الكهربائية والذي يمكن الوفاء به بتحويل الطاقة الشمسية.

يمكن استخدام صهارات الملح, نمطياً خلائط منخفضة درجة الانصهار من KNO_3 و$NaNO_3$, لاسيما في تخزين الحرارة. يمكن تسخين صهارات الملح هذه إلى درجات حرارة من 250° م إلى 400° م أو 600° م, وفقاً للموصوف سابقاً مباشرة أو أيضاً بواسطة وسط ناقل للحرارة ثانٍ مثل زيت حراري, ويمكن تخزينه في صهاريج مسطحة القاع. على نحو بديل, أو بعد التخزين, يمكن توفير حرارة صهارة الملح إما مباشرة أو على نحو غير مباشر إلى وسط تشغيل.

لنقل الحرارة بين صهارة الملح أو وسط ناقل للحرارة آخر ووسط ناقل للحرارة إضافي, يتم استخدام على نحو مفضل مبادلات حرارية من نوع حزمة أنبوبية حزمة أنبوبية. لتسخين صهارة الملح كوسط ناقل للحرارة في التطبيقات الشمسية, يتم تعريض الطرف الساخن للحزم الأنبوبية لمبادل حراري حزمة أنبوبية إلى درجات حرارة تصل إلى 620° م.

يكشف الطلب FR 2501832 A1 عن مبادل حراري للتبادل غير المباشر للحرارة بين وسط ناقل للحرارة أول ووسط ناقل للحرارة ثاني. يشتمل هذا المبادل الحراري على نظام أنبوب لاستيعاب وسط ناقل للحرارة ينقسم إلى حزمة أنبوبية أولى وحزمة أنبوبية ثانية. تم تصميم حزمة أنبوبية ثانية بحيث يمكن استبدالها وفصلها على نحو مائع من حزمة أنبوبية أولى.

يكشف الطلب DE 3007610 A1, وUS 2012/211206 A1 وGB 184443 A عن مبادلات حرارية حزمة تشتمل على الحزم الأنبوبية التي يتم تشغيلها في قيم مدى درجة حرارة مختلفة. في ذلك السياق, تتم تهيئة حزمة أنبوبية ثانية كحزمة أنبوبية شكل حرف U و/أو لها حجم أصغر من الحزمة الأنبوبية الأولى.

يمكن العثور على مبادل حراري أنبوبي مزود بحزمة أنبوبية شكل حرف U أيضاً في CH 271219 A.

علاوة على ما سبق, يتم عرض مبادل حراري حزمة أنبوبية تقليدي في الشكل رقم 1. يشار إلى هذا المبادل الحراري حزمة أنبوبية فيما يلي باسم مبادل حراري 1. يشتمل المبادل الحراري 1 على دثار 10 والذي يغلف حيز دثار 11. في حيز الدثار 11 يتم ترتيب نظام أنبوب 30, حيث يتم ترتيب الأنابيب الفردية لنظام الأنبوب 30 في حزمة والتي يتم لفها حلزونياً أو بطريقة سن لولبة حول أنبوب قلب 20. يتم ترتيب ماسورة مدخل 12 على الجانب السفلي للدثار 10 ويتم ترتيب ماسورة المخرج 13 على الجانب العلوي لدثار 10. يدخل وسط ناقل للحرارة أول 2 حيز الدثار 11 عبر ماسورة مدخل 12 ويمر عبر الأنبوب القلب 20 و/أو عبر حيز دثار 11, إلى ماسورة المخرج 13, ومن خلالها يتم تحويله على نحو إضافي.

يتدفق وسط ناقل للحرارة ثاني 3 عبر جهاز مدخل أول 33 إلى نظام أنبوب 30, حيث ينقسم إلى الأنابيب الفردية ويتم تفريغه عبر جهاز مخرج أول 34. ينتج عن السطح الكبير نسبياً لنظام الأنبوب 30 في حيز الدثار 11 تبادل فعال للحرارة بين وسط ناقل للحرارة أول 2 ووسط ناقل للحرارة ثاني 3. يمكن نقل الحرارة بالتالي من وسط ناقل للحرارة أول 2 إلى وسط ناقل للحرارة ثاني 3, أو من وسط ناقل للحرارة ثاني 3 إلى وسط ناقل للحرارة أول 2.

عند استخدام صهارة الملح كوسط ناقل للحرارة أول 2, يكون لصهارة الملح, عند دخول ماسورة المدخل 12, على سبيل المثال درجة حرارة تبلغ 270° م و, عند الخروج من ماسورة المخرج 13, درجة حرارة تبلغ 580° م. إذا, في نفس التوقيت, تم استخدام بخار الماء كوسط ناقل للحرارة ثاني 3, تكون الأخيرة بدرجة حرارة تبلغ 620° م عند دخول جهاز مدخل أول 33 وعند درجة حرارة تبلغ 290° م عند الخروج من جهاز مخرج أول 34. يتضح نقل كمية ضخمة من الحرارة من البخار كوسط ناقل للحرارة ثاني 3 إلى صهارة الملح كوسط ناقل للحرارة أول 2.

بسبب ارتفاع الحمل الحراري في نظام الأنبوب, يجب تصميم الأخيرة بمقاومة مرتفعة, لاسيما مقاومة تزحف مرتفعة. كي يتسنى الوفاء بقيم المقاومة المطلوبة, يتم استخدام أنواع فولاذ لا يصدأ في الغالب لهذا الغرض مع نظام أنبوب 30. يجب تصميم أنواع فولاذ لا يصدأ المذكورة

لمقاومة تزحف عند حمل حراري أكبر من 593° م (طبقاً لـ ASME – معايير الجمعية الأمريكية للمهندسين الميكانيكيين) أو بالحمل الحراري البالغ 585° م (طبقاً لمواصفات AD-2000 التي تقدم طرق للحساب أو التقييم; أو طبقاً لأوراق بيانات المادة VDTÜV التي تقدم درجات الحرارة ومقاومة التزحف المناظرة فيما يتعلق بالزمن تحت الحمل).

كي لا يتم تجاوز ضغط التزحف المسموح به, يجب فحص المكونات المذكورة في الغالب أو استبدالها بعد عدد محدد من دورات الحمل و/أو بعد عمر خدمة محدد.

يشير التزحف, والذي يقود مع مرور الوقت إلى مقاومة منخفضة, إلى تشوه لدن للمادة يعتمد على الزمن ودرجة الحرارة وينتج بسبب الحِمل.

يعتمد تشوه التزحف بعد ذلك على درجة الحرارة المتجانسة المناظرة, بما أن المواد التي يكون لها نقطة انصهار مرتفعة يكون لها طاقة ارتباط مرتفعة. يتم حساب درجة الحرارة المتجانسة من نقطة انصهار المادة المناظرة, والتي تضم عوامل محددة. في حالة الحديد, تبلغ درجة الحرارة المتجانسة على سبيل المثال تقريباً 450° م. وهذا يعني ضرورة تهيئة مكونات المبادل الحراري, العرضة للحمل الحراري المرتفع, طبقاً لنمط التزحف الخاص بها, وفقاً لتعريفه بواسطة مقاومة التزحف المناظرة. وهذا يتطلب استخدام مواد باهظة نسبياً في المبادل الحراري. يجب افتراض مع ذلك أنه, على الرغم من تهيئة مكونات المبادل الحراري, لاسيما لحزمة أنبوبية, العرضة للحمل الحراري المرتفع بناءً عليه, إلا أنه من الضروري على الرغم من ذلك إجراء صيانة و/أو استبدال هذه المكونات على فواصل زمنية قصيرة نسبياً. مع ذلك, لاسيما في حالة المبادلات الحرارية بالغة الضخامة والقوية, تكون الصيانة أو الإصلاح المذكور بالغ التكلفة ومستنفذ للوقت.

تصف البراءة US 3,841,271 A1 مبادل حراري يشتمل على العديد من الحزم الأنبوبية المرتبة على التوازي. يتم توصيل هذه الحزم الأنبوبية بالتغليف بواسطة مسامير لولبة ووصلات ملحومة. يتم تعريض جميع الحزم الأنبوبية بعد ذلك إلى نفس درجات الحرارة.

الكشف عن الاختراع

يستند الاختراع الحالي إلى هدف توفير مبادل حراري وطريقة لإنتاج أو صيانة ولتشغيل مبادل حراري تسمح بنقل الحرارة على نحو فعال في التكلفة مع إنشاء بسيط وبتكاليف تصنيع و/أو صيانة منخفضة. تتمثل الجوانب الإضافية من الموضوع في تكوين محطة قدرة وطريقة لتوليد الطاقة الكهربائية.

يتحقق الهدف باستخدام المبادل الحراري المحدد في عنصر الحماية 1, باستخدام الطريقة, المحددة في عنصر الحماية 8, لإنتاج أو صيانة مبادل حراري طبقاً للاختراع, باستخدام الطريقة, المحددة في عنصر الحماية 10, لتشغيل مبادل حراري طبقاً للاختراع, باستخدام محطة القدرة المحددة في عنصر الحماية 13 والطريقة, المحددة في عنصر الحماية 14, لتوليد الطاقة الكهربائية. يشار إلى النماذج المفيدة من المبادل الحراري طبقاً للاختراع في عناصر الحماية الفرعية 2 إلى 7. يتم بيان نموذج مميز لطريقة لإنتاج أو صيانة مبادل حراري طبقاً للاختراع في عنصر الحماية الفرعي 9. يتم بيان نموذج مميز لطريقة لتشغيل مبادل حراري طبقاً للاختراع في عنصر الحماية 11. يتم بيان نموذج مميز لطريقة لتوليد الطاقة الكهربائية في عنصر الحماية الفرعي 15.

يقدم الاختراع مبادل حراري للتبادل غير المباشر للحرارة بين وسط ناقل للحرارة أول ووسط ناقل للحرارة ثاني, يشتمل على نظام أنبوب لاستيعاب وسط ناقل للحرارة, حيث يكون نظام الأنبوب أو يمكن تقسيمه على الأقل إلى حزمة أنبوبية أولى وثانية, زحزمة أنبوبية قابلة للاستبدال. يتم توفير أنه يتم تشكيل حزمة أنبوبية أولى للتشغيل على مدى فترة زمنية أولى في مدى درجة حرارة أول وتتم تهيئة الحزمة الأنبوبية الثانية للتشغيل على مدى فترة زمنية ثانية في مدى درجة حرارة ثاني, ووتكون درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الثاني أعلى من درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الأولى وتكون الفترة الزمنية الثانية أقصر من الفترة الزمنية الأولى. يكون مدى درجة الحرارة الأول مقيداً بأقصى درجة حرارة يكون أقل من درجة حرارة

مادة الحزمة الأنبوبية الأولى والتي أعلاها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الأولى, تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الأولى في التزحف. على نحو بديل أو بالإضافة إلى ما سبق, يكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأقصى درجة حرارة يكون مساوياً إلى أو أعلى من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الثانية والتي أعلاها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الثانية, تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الثانية في التزحف.

في ذلك السياق, يمكن أن يكون الوسط الأول الناقل للحرارة بصفة خاصة صهارة الملح أو أيضاً الماء, بخار الماء, الأمونيا, ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج أو زيت حراري, يتدفق عبر حيز الدثار للمبادل الحراري. يمكن أن يكون الوسط الثاني الناقل للحرارة لاسيما البخار أو الماء الساخن. يتدفق الوسط الثاني الناقل للحرارة عبر نظام الأنبوب.

في نموذج مفضل, يتم توصيل اثنتين من الحزم الأنبوبية ببعضها البعض بواسطة واحد أو أكثر من عناصر توصيل ميكانيكية قابلة للتحرير عند سطح بيني مانعي مثل شفة. في ذلك السياق, تتم تهيئة الحزمة الأنبوبية الثانية بحيث يمكن إزالتها من الحزمة الأنبوبية الأولى بعمليات قابلة للتخطيط أو الحركات التي يتم إجراؤها يدوياً أو آلياً, ويمكن استبدالها بناءً عليه بحزمة أنبوبية أخرى.

يتم توفير على نحو بديل أن نفس الحزمة الأنبوبية الثانية, التي تمت إعادة تكييفها و/أو الإبقاء عليها بعد الفك من المبادل الحراري, يتم مرة أخرى تركيب في وضعه الأولي في المبادل الحراري. يتميز هذا بأن, لاسيما عندما يتم الوصول إجهاد ضغط التزحف المسموح به, ليس من الضروري استبدال نظام الأنبوب بالكامل ولكن الحزمة الأنبوبية الثانية فقط, يترتب عليه تكاليف صيانة أقل وأزمنة صيانة أقل فضلاً عن تكاليف مادة أقل.

تتم تهيئة الحزمة الأنبوبية الثانية لتشغيل درجات حرارة تكون أعلى من تشغيل درجات الحرارة التي تتم تهيئة الحزمة الأنبوبية الأولى لها. في ذلك السياق, من الممكن كذلك لقيم مدى درجة الحرارة المناظرة المخصصة للحزم الأنبوبية لتتداخل قليلاً, بحيث يكون فقط من الضروري أن

متوسط درجة الحرارة لدرجة الحرارة الثانية أعلى من متوسط درجة الحرارة لمدى درجة الحرارة الأولى. على نحو مفضل, تتم تهيئة الحزمة الأنبوبية المناظرة بحيث, في نطاق فترة التشغيل المناظرة المخططة و/أو درجة حرارة التشغيل, إجهاد التزحف الفعلي في الحزمة الأنبوبية لا يتجاوز إجهاد التزحف المسموح به.

يمكن بالتالي توفير أن كل من الحزم الأنبوبية تكون مصنوعة بالضرورة من نفس المادة و/أو بنفس سمك جدار للأنابيب المناظرة أو نفس عدد الأنابيب. نتيجة للحمل الحراري المرتفع على الحزمة الأنبوبية الثانية, يكون عمر خدمة الأخير أقصر من عمر الحزمة الأنبوبية الأولى نظراً لأنه, في الحزمة الأنبوبية الثانية, يتم الوصول إلى إجهاد ضغط التزحف المسموح به مسبقاً قبله في الحزمة الأنبوبية الأولى.

إن درجة حرارة المادة التي عند أعلى منها, لحمل ميكانيكي معين, يمكن أن تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الأولى في التزحف أيضاً يطلق عليها درجة الحرارة المتجانسة أو أدنى درجة حرارة تزحف.

يكون حساب ضغط التزحف المناظر المسموح به أو الخاص بمقاومة التزحف معروفاً لدى الشخص المتمرس في المجال.

يمكن حساب مقاومة التزحف المسموح بها على سبيل المثال وفقاً لـ ASME، فيما يتعلق بـ II/D لقسم ASME ولمواد AD وفقاً لقوائم بيانات مادة VDTÜV.

الأمر الذي يعني أنه يتم استخدام خواص فنية معينة لحزم الأنابيب، مثل مادتها، وسمك جدارها، وشكلها و/ أو حجمها وتثبيتها وميل اهتزازها، والإجهادات الداخلي الناتجة عنها، لتهيئة حزم الأنابيب هذه بحيث تعمل حزمة أنابيب مناظرة في مدى درجة حرارتها المعينة على الفترة الزمنية المخصصة لذلك، وتحديداً تعمل حزمة الأنابيب الأولى في مدى درجة حرارة منخفضة على مدى فترة زمنية طويلة نسبياً وتعمل حزمة الأنابيب الثانية في مدى درجة حرارة أعلى على مدى فترة زمنية قصيرة نسبياً.

على نحو مفضل, يتم تصنيع الحزمة الأنبوبية الأولى و/أو الحزمة الأنبوبية الثانية من صلب لا يصدأ, بحيث يمكن استخدامها على نحو مميز لاسيما للمادة TP304 طبقاً لـ ASME أو 1.4301 طبقاً للمواصفة DIN/ AD. بالنسبة للسبائك التي أساسها نيكل, تكون المادة على نحو مفضل Inconel 625 وبالنسبة لأنواع الصلب الكربوني, يمكن استخدام المادة P91 للرقاقات و T91 للأنابيب.

مع ذلك, من الممكن كذلك استخدام أنواع كربون صلب لتكوين الحزم الأنبوبية منخفضة التكاليف.

على وجه الخصوص, يمكن أن يكون المبادل الحراري مبادل حراري ملتف حلزونياً وفقاً لما هو مستخدم على سبيل المثال في عمليات فنية متنوعة على مقياس صناعي مثل غربلة الميثانول, إسالة الغاز الطبيعي أو إنتاج الإيثيلين. يشتمل المبادل الحراري الملتف حلزونياً المذكور على عدة أنابيب تكون ملتفة حول أنبوب قلب مركزي في عدة طبقات. تكون كل من الأنابيب وأنبوب القلب محاطة بدثار يحد بالتالي حيز الدثار وفيه يوجد كل من الحزم الأنبوبية وأنبوب القلب. يتم تلامس الأنابيب في المعتاد معاً في واحدة أو أكثر من الحزم في ألواح مثقبة عند أطراف المبادل الحراري ويتم توصيلها بالمداخل والمخارج في دثار المبادل الحراري. يمكن تعبئة أنابيب المبادل الحراري بواحدة أو أكثر من تدفقات وسائط ناقل الحرارة المنفصلة. يتبادل وسط نقل الحرارة المتدفق عبر أنبوب الدثار الحرارة مع الوسط الناقل للحرارة في نظام الأنبوب.

يمكن تكوين المبادل الحراري المذكور الملتف حلزونياً بحيث يكون كل من الدثار والأنابيب ذاتية التفريغ. مما يجعل من الأبسط الإمداد بـ وإزالة أوساط معينة لنقل الحرارة مثل على سبيل المثال صهارات الملح. كما يضمن هذا جودة التفريغ الذاتي نظراً لأن تصليد صهارة الملح في المبادل الحراري (إذا انخفضت درجة حرارة أدنى من نقطة الانصهار) يمكن أن يترتب عليه تدمير المبادل الحراري.

بالإضافة إلى ما سبق, يكون المبادل الحراري من هذا التصميم قوياً نسبياً فيما يتعلق بالتغييرات في حمل درجة الحرارة الذي يحدث عند فواصل درجة حرارة كبيرة.

يكون مدى درجة الحرارة الأولى, الذي يقوم بوظيفة تهيئة الحزم الأنبوبية, على نحو مفضل مقيداً بأقصى درجة حرارة تبلغ 550° م إلى 600° م ويكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأدنى درجة حرارة تبلغ 560° م إلى 600° م. في ذلك السياق, أثبتت أقصى درجة حرارة لمدى درجة الحرارة الأولى بين 570° م و590° م, لاسيما 580° م, وأدنى درجة حرارة لمدى درجة الحرارة الثاني بين 570° م و590° م, لاسيما 580° م أنها مناسبة بصفة خاصة.

في نموذج آخر مفضل, يتم توفير أن مدى درجة الحرارة الأول يكون مقيدا بأدنى درجة حرارة تبلغ 270° م إلى 310° م ويكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأقصى درجة حرارة تبلغ 600° م إلى 640° م. في ذلك السياق, يكون مدى درجة الحرارة الأول على نحو مفضل مقيداً بأدنى درجة حرارة تبلغ 280° م إلى 300° م, لاسيما 290° م, ويكون مدى درجة الحرارة الثاني على نحو مفضل مقيداً بأقصى درجة حرارة تبلغ 610° م إلى 630° م, لاسيما 620° م.

في حالة استخدام , ينبغي أن يكون مدى درجة الحرارة الأولى مقيداً بأقصى درجة حرارة تبلغ 400° م إلى 450° م, وينبغي أن يكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأدنى درجة حرارة تبلغ 400° م إلى 450° م.

تفيد قيم مدى درجة الحرارة المحددة الهيئة المادية للحزم الأنبوبية وبالتالي لتحديد السمات الفنية المادية أو الخاصة بالتصميم.

في هيئة سريعة للمبادل الحراري طبقاً للاختراع, يتم توفير أن حزمة أنبوبية ثانية يكون لها حجم أصغر من الحزمة الأنبوبية الأولى. ويتسم هذا بميزة أنه يمكن استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية بسهولة وبسرعة وبتكلفة منخفضة للمادة.

بصورة إضافية أو على نحو بديل, يمكن توفير أن الحزمة الأنبوبية الثانية تكون حزمة أنبوبية شكل حرف U. يكون لمثل هذه الحزمة الأنبوبية ميزة التركيب والفك البسيط . بمقدورنا كذلك

توفير أيضاً أن نظام الأنبوب بالكامل يكون متكاملاً داخل حيز الدثار للمبادل الحراري, حيث يتم توصيل الحزمة الأنبوبية الثانية إلى قسم دثار ويتم استبدال قسم الدثار أيضاً بالحزمة الأنبوبية الثانية عند استبدال الأخير. في نموذج بديل, يكون للدثار فتحة يمكن كشفها ويمكن عبرها استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية.

على وجه الخصوص, يمكن تهيئة نظام الأنبوب بحيث تكون الحزمة الأنبوبية الثانية على نحو مائع منفصلة عن الحزمة الأنبوبية الأولى. يتم توفير

على نحو بديل أن الحزمة الأنبوبية الأولى والحزمة الأنبوبية الثانية تكون مقترنة على نحو مائع معاً. في حالة الاقتران المائعي, يوفر أحد النماذج السريعة جهاز للقيام بوظيفة مسار التدفق بين الحزم الأنبوبية الأولى والثانية.

في هذه الحالة, يتضمن إزالة أو استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية خدمة نظام الأنبوب عند الوصلة البينية المائعية المذكورة عاليه.

يتمثل جانب آخر من الاختراع الحالي في طريقة لصيانة مبادل حراري طبقاً للاختراع, وفيه يتم استبدال حزمة أنبوبية ثانية بها خلل وظيفي بحزمة أنبوبية ثانية سليمة. يمكن أن تكون الحزمة الأنبوبية الثانية التي بها خلل وظيفي في ذلك السياق حزمة أنبوبية مستخدمة بالفعل وتم استهلاكها, في المقام الأول بسبب الحمل الحراري المرتفع, وفي هذه الحالة هناك خطر يمكن في أنه يتم تجاوز إجهاد ضغط التزحف المسموح به تحت ظروف تشغيل عادية للمبادل الحراري. يتم استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية المذكورة بحزمة أنبوبية جديدة أو معاد تكييفها أو على الأقل تعمل جيداً. ويتسم هذا بميزة, تكمن في أنه في حالة ظواهر بلى مستحثة بالحرارة, لا يتعين استبدال سوى تلك الحزمة الأنبوبية التي تكون معرضة لأحمال أعلى. وبناءً عليه من الممكن صيانة و/أو المحافظة على المبادل الحراري بنفقة منخفضة من حيث المواد, والزمن والأفراد.

في نموذج للمبادل الحراري يتم توصيل كل من الحزم الأنبوبية على نحو مائع مع بعضها البعض, توفر الطريقة طبقاً للاختراع لصيانة المبادل الحراري وخصوصا تلك الطريقة, عند

استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية, تتم تجزئة مسار التدفق بين الحزمة الأنبوبية الأولى والحزمة الأنبوبية الثانية.

على نحو مماثل, يتم اقتراح طريقة لإنتاج مبادل حراري طبقاً للاختراع, وفيها يتم تركيب نظام أنبوب لاستيعاب وسط ناقل للحرارة, حيث يتم تركيب حزمة أنبوبية أولى وثانية, حزمة أنبوبية قابلة للاستبدال كأجزاء مكونة نظام الأنبوب, حيث تتم تهيئة الحزمة الأنبوبية الأولى للتشغيل على مدى فترة زمنية أولى في مدى درجة حرارة أول وتتم تهيئة الحزمة الأنبوبية الثانية للتشغيل على مدى فترة زمنية ثانية في مدى درجة حرارة ثاني, وتكون درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الثاني أعلى من درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الأولى وتكون الفترة الزمنية الثانية أقصر من الفترة الزمنية الأولى. في ذلك السياق, يكون مدى درجة الحرارة الأول مقيداً بأقصى درجة حرارة يكون أقل من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الأولى والتي أعلاها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الأولى, تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الأولى في التزحف. على نحو بديل أو بالإضافة إلى ما سبق, يكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأقصى درجة حرارة يكون مساوياً إلى أو أعلى من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الثانية والتي أعلاها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الثانية, تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الثانية في التزحف. ذلك يعني أن الحزمة الأنبوبية الأولى والحزمة الأنبوبية الثانية تكون مختلفة, تحديداً من حيث هيئاتهم لقيم مدى درجة حرارة معينة والفترات الزمنية للتشغيل.

وهنا, كذلك, يكون مدى درجة الحرارة الأول على نحو مفضل مقيداً بأقصى درجة حرارة تبلغ 550° م إلى 600°م ويكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأدنى درجة حرارة تبلغ 560°م إلى 600° م, ويكون مدى درجة الحرارة الأول مقيداً بأدنى درجة حرارة تبلغ 270°م إلى 310°م ويكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأقصى درجة حرارة تبلغ 600°م إلى 640°م.

يتمثل جانب آخر من الاختراع الحالي في طريقة لتشغيل مبادل حراري طبقاً للاختراع للتبادل غير المباشر للحرارة بين وسط ناقل للحرارة أول ووسط ناقل للحرارة ثاني, يشتمل على نظام

أنبوب لاستيعاب وسط ناقل للحرارة, أو يمكن تقسيمه على الأقل إلى حزمة أنبوبية أولى وثانية, حزمة أنبوبية قابلة للاستبدال, حيث أثناء تشغيل المبادل الحراري يتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى على مدى فترة زمنية أولى في مدى درجة حرارة أول ويتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الثانية على مدى فترة زمنية ثانية في مدى درجة حرارة ثاني, حيث تكون درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الثاني أعلى من درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الأولى وتكون الفترة الزمنية الثانية أقصر من الفترة الزمنية الأولى.

يتم في ذلك السياق توفير أنه يتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى في مدى درجة حرارة أول مقيداً بأقصى درجة حرارة يكون أقل من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الأولى والتي عند أعلى منها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الأولى, تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الأولى في التزحف, يتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الثانية في مدى درجة حرارة ثاني مقيداً بأقصى درجة حرارة يكون مساوياً إلى أو أعلى من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الثانية والتي عند أعلى منها, للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الثانية, تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الثانية في التزحف.

على وجه التحديد, يمكن تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى في مدى درجة حرارة أول يكون مقيداً بأدنى درجة حرارة تبلغ 270°م إلى 310° م وأقصى درجة حرارة تبلغ 550° م إلى 600° م, ويمكن تشغيل الحزمة الأنبوبية الثانية في مدى درجة حرارة ثاني يكون مقيداً بأدنى درجة حرارة تبلغ 560° م إلى 600°م وأقصى درجة حرارة تبلغ 600°م إلى 640° م. في ذلك السياق, يفضل أن يكون مدى درجة الحرارة الأولى مقيداً بأدنى درجة حرارة بين 280°م و300°م, لاسيما 290° م, وأقصى درجة حرارة بين 570°م و590° م, لاسيما 580°م. يكون مدى درجة الحرارة الثاني على نحو مفضل مقيداً بأدنى درجة حرارة بين 570°م و590°م, لاسيما 580° م, وبأقصى درجة حرارة تبلغ 610°م إلى 630°م, لاسيما 620°م. يتم بعد ذلك تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى لفترة زمنية أولى ويتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الثانية لفترة زمنية ثانية. نتيجة للحمل الحراري

المختلف للأحمال الحرارية على الحزم الأنبوبية الفردية, تكون الفترة الزمنية الأولى أطول من الفترة الزمنية الثانية, بحيث يتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى لفترة زمنية أطول من الحزمة الأنبوبية الثانية.

لغرض استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية, يتم توفير على نحو مفضل أنه يتم على الأقل إيقاف عملية التبادل الحراري التي يتم إجراؤها بين الوسط الأول الناقل للحرارة والوسط الثاني الناقل للحرارة, بواسطة الحزمة الأنبوبية الثانية, ويتم استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية. في نموذج بسيط من الطريقة, يعني هذا الأمر أنه يتم إيقاف تشغيل المبادل الحراري بالكامل ويتم استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية. في نموذج بديل, يعني هذا الأمر أنه تتم المحافظة على تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى ويتم إيقاف تشغيل الحزمة الأنبوبية الثانية ويتم استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية.

بعد استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية, يمكن استئناف عملية التبادل الحراري بين الوسط الأول الناقل للحرارة والوسط الثاني الناقل للحرارة بواسطة الحزمة الأنبوبية الثانية الجديدة. يعني هذا الأمر أنه يتم استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية أثناء الفترة الزمنية للتشغيل أو عمر خدمة المبادل الحراري.

يتعلق الاختراع أيضاً بمحطة قدرة, لاسيما بمحطة قدرة حرارية شمسية, تقوم بوظيفة توليد الطاقة الكهربائية وتشتمل على مبادل حراري طبقاً للاختراع للتبادل غير المباشر للحرارة بين وسط ناقل للحرارة أول ووسط ناقل للحرارة ثاني. بناء على القدرة المطلوبة, يمكن أن يكون من الضروري, كي يتسنى نقل كمية محددة من الحرارة بين أوساط نقل الحرارة, لتشغيل العديد من المبادلات الحرارية طبقاً للاختراع على التوازي. يمكن على نحو مميز استخدام المبادل الحراري طبقاً للاختراع في محطة قدرة حرارية شمسية نظراً لحقيقة أن الحزمة الأنبوبية الثانية تكون قابلة للاستبدال يضمن إمكانية تشغيل المبادل الحراري وبالتالي يمكن تخفيض خطر تعطل محطة القدرة نتيجة للبلى.

يمكن أن تكون أوساط نقل الحرارة المستخدمة في محطة القدرة الحرارية الشمسية هذه الموائع المبينة في المقدمة الخاصة بتوضيح الفن السابق.

يتم استكمال الاختراع الحالي بطريقة لتوليد الطاقة الكهربائية, وفيها يتم إجراء طريقة مبتكرة لتشغيل مبادل حراري, بحيث يتم نقل حرارة من وسط ناقل للحرارة أول إلى وسط ناقل للحرارة ثاني وبحيث يتم تحويل حرارة الوسط الثاني الناقل للحرارة على الأقل جزئياً إلى الطاقة الكهربائية. في ذلك السياق, يمكن أن يحدث هذا التحويل لاسيما باستخدام حرارة لتوليد البخار, باستخدام الطاقة الميكانيكية للأخير وتحويل الطاقة الميكانيكية إلى الطاقة الكهربائية, على سبيل المثال في تربين. ذلك يعني أنه في هذه الحالة يتم استخدام حرارة الوسط الثاني الناقل للحرارة على نحو غير مباشر لتوليد الطاقة الكهربائية.

في نموذج إضافي من هذه الطريقة, يمكن أن يتم نقل الحرارة من الوسط الثاني الناقل للحرارة إلى وسط آخر ناقل للحرارة يتم تحويل حرارته على الأقل جزئياً إلى الطاقة الكهربائية. في ذلك السياق, يمكن مرة أخرى أن يكون هذا الوسط الآخر الناقل للحرارة الوسط الأول الناقل للحرارة , بحيث يقوم الوسط الثاني الناقل للحرارة فقط بوظيفة خزان. في هذه الحالة, يكون الوسط الأول الناقل للحرارة على نحو مفضل ماء أو بخار, ويكون الوسط الثاني الناقل للحرارة صهارة الملح.

وصف الأشكال

سيتم شرح المزيد من تفاصيل ومزايا الاختراع بواسطة الوصف التالي للأشكال لنموذج تمثيلي، بالإشارة المرجعية إلى الأشكال والتي فيها:

الشكل رقم 1منظر مقطعي من مبادل حراري تقليدي,

الشكل رقم 2 منظر مقطعي من مبادل حراري مبتكر.

الوصف التفصيلي

تم بالفعل شرح المبادل الحراري التقليدي, وفقاً لما تم تقديمه في الشكل رقم 1, لأغراض توضيح الفن السابق.

يتم تمثيل المبادل الحراري المبتكر 1 في الشكل رقم 2. يشتمل هذا المبادل الحراري 1 أيضاً على دثار 10, يضم حيز دثار 11. تم ترتيب أنبوب القلب 20 في حيز الدثار 11; يمتد نظام الأنبوب 30 حلزونياً أو في صورة سن لولبة حول أنبوب القلب. ينقسم نظام الأنبوب 30 إلى حزمة أنبوبية أولى 31 في الجزء السفلي من المبادل الحراري 1 وحزمة أنبوبية ثانية 32 في الجزء العلوي من المبادل الحراري 1. تم ترتيب ماسورة مدخل 12 للتدفق الحجمي المتدفق إلى الداخل للوسط الأول الناقل للحرارة 2 في قاع الدثار 10. تم ترتيب ماسورة المخرج 13 أعلى الدثار 10 كي يتسنى حمل, من حيز الدثار 11, التدفق الحجمي بعيداً عن الوسط الأول الناقل للحرارة 2. بعد الدخول عبر ماسورة المدخل 12, يتدفق الوسط الأول الناقل للحرارة 2 – والذي يمكن أن يكون على سبيل المثال صهارة الملح أو أيضاً الماء أو بخار الماء أو الأمونيا, ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج أو زيت حراري – عبر حيز الدثار 11 و/أو أنبوب القلب 20 ويتدفق إلى الخارج عبر ماسورة المخرج 13.

يتدفق الوسط الثاني الناقل للحرارة 3, والذي قد يكون على سبيل المثال البخار أو الماء الساخن, إلى الحزمة الأنبوبية الأولى 31 عبر جهاز مدخل أول 33 ويغادر الحزمة الأنبوبية الأولى 31 عبر جهاز مخرج أول 34. يتدفق الوسط الثاني الناقل للحرارة 3 أيضاً إلى الحزمة الأنبوبية الثانية 32 عبر جهاز مدخل ثانٍ 35 ويغادر الحزمة الأنبوبية الثانية 32 عبر جهاز مخرج ثانٍ 36. في ذلك السياق, تبلغ درجة حرارة الوسط الثاني الناقل للحرارة 3 عند دخول الحزمة الأنبوبية الأولى 31 عند جهاز مدخل أول 33 تقريباً 580° م. عند جهاز مخرج أول 34 للحزمة الأنبوبية الأولى 31, تبلغ درجة الحرارة تقريباً 290° م.

تبلغ درجة حرارة الوسط الثاني الناقل للحرارة 3 عند التدفق إلى الحزمة الأنبوبية الثانية 32 عند جهاز مدخل ثانٍ 35 تقريباً 620° م, وعند جهاز مخرج ثانٍ 36 للحزمة الأنبوبية الثانية 32 تبلغ درجة الحرارة تقريباً 580° م.

في الصورة المغايرة الموضحة للمبادل الحراري المبتكر, يتم فك إقران الحزمة الأنبوبية الأولى 31 والحزمة الأنبوبية الثانية 32 على نحو مانع من بعضها البعض بحيث لا يكون قطع مسار التدفق ضرورياً بين إثنتين من الحزم الأنبوبية 31, 32.

يتيح الترتيب المنفصل للحزمة الأنبوبية الثانية إزالتها ببساطة, وسرعة وعلى نحو فعال في التكلفة نن الحزمة الأنبوبية الأولى 31 واستبدالها, بحيث يكون من الممكن الحد من فترة توقف المبادل الحراري 1 نتيجة للصيانة. في ذلك السياق, تتم تهيئة الحزمة الأنبوبية الثانية للتشغيل في مدى درجة الحرارة الأعلى الموضح, ولكن لزمن تشغيل أقصر نظراً لأن الحمل الحراري يكون أعلى وبناءً عليه يتم التوصل لإجهاد ضغط التزحف المسموح به مبكراً.

قائمة المؤشرات المرجعية

المبادل الحراري	1
وسط ناقل للحرارة أول	2
وسط ناقل للحرارة ثاني	3
دثار	10
حيز دثار	11
ماسورة مدخل	12
ماسورة المخرج	13
أنبوب قلب	20
نظام أنبوب	30
حزمة أنبوبية أولى	31
حزمة أنبوبية ثانية	32
جهاز مدخل أول	33
جهاز مخرج أول	34

جهاز مدخل ثانٍ	35
جهاز مخرج ثانٍ	36

عناصر الحماية

1. طريقة لتشغيل مبادل حراري للتبادل غير المباشر للحرارة بين وسط ناقل للحرارة أول (2) ووسط ناقل للحرارة ثاني (3)، تشتمل على نظام أنبوب (30) لاستيعاب وسط ناقل للحرارة، والذي يكون أو يمكن تقسيمه على الأقل إلى حزمة أنبوبية أولى (31) وحزمة أنبوبية ثانية قابلة للاستبدال (32)، حيث يتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى (31) على مدار فترة زمنية أولى في مدى درجة حرارة أول ويتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الثانية (32) على مدار فترة زمنية ثانية في مدى درجة حرارة ثاني، حيث تكون درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الثاني أعلى من درجات الحرارة لمدى درجة الحرارة الأولى وتكون الفترة الزمنية الثانية أقصر من الفترة الزمنية الأولى،

تتميز بأنه يتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الأولى (31) في مدى درجة حرارة أول يكون مقيداً بأقصى درجة حرارة أقل من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الأولى (31) والتي أعلاها، للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الأولى (31)، تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الأولى (31) في التزحف، ويتم تشغيل الحزمة الأنبوبية الثانية (32) في مدى درجة حرارة ثاني يكون مقيداً بأقصى درجة حرارة مساوياً إلى أو أعلى من درجة حرارة مادة الحزمة الأنبوبية الثانية (32) والتي أعلاها، للحمل الميكانيكي المعين على الحزمة الأنبوبية الثانية (32)، تبدأ مادة الحزمة الأنبوبية الثانية (32) في التزحف.

2. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لعنصر الحماية 1، تتميز بأن مدى درجة الحرارة الأول يكون مقيداً بأقصى درجة حرارة من 550° م إلى 600° م ويكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأدنى درجة حرارة من 560° م إلى 600° م.

3. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عنصري الحماية 1 و 2، تتميز بأن مدى درجة الحرارة الأول يكون مقيداً بأدنى درجة حرارة من 270° م إلى 310° م ويكون مدى درجة الحرارة الثاني مقيداً بأقصى درجة حرارة من 600° م إلى 640° م.

4. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه يتم إيقاف إجراء عملية التبادل الحراري بين الوسط الأول الناقل للحرارة (2) والوسط الثاني الناقل للحرارة (3)، على الأقل بواسطة الحزمة الأنبوبية الثانية (32)، ويتم استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية (32).

5. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه يكون للحزمة الأنبوبية الثانية (32) حجم أصغر من الحزمة الأنبوبية الأولى (31).

6. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، التي فيها يتم استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية التي بها خلل وظيفي (32) بحزمة أنبوبية ثانية سليمة (32).

7. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه، عند استبدال الحزمة الأنبوبية الثانية (32)، تتم تجزئة مسار التدفق بين الحزمة الأنبوبية الأولى (31) والحزمة الأنبوبية الثانية (32).

8. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه يكون الوسط الأول الناقل للحرارة عبارة عن صهارة ملح، ماء، بخار الماء، أمونيا، ثاني أكسيد الكربون فوق الحرج، أو زيت حراري.

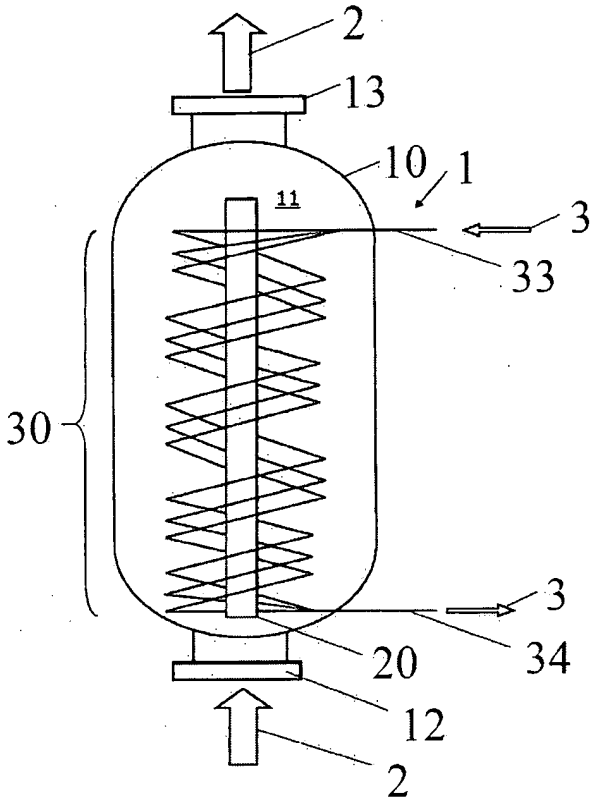
9. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأن للمبادل الحراري حيز دثار (11) الذي فيه يتم ترتيب الحزم الأنبوبية (31، 32)، حيث يتدفق الوسط الناقل للحرارة الأول (2) عبر حيز الدثار (11).

10. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه يكون الوسط الناقل للحرارة الثاني (3) عبارة عن بخار أو ماء ساخن يتدفق عبر نظام الأنبوب.

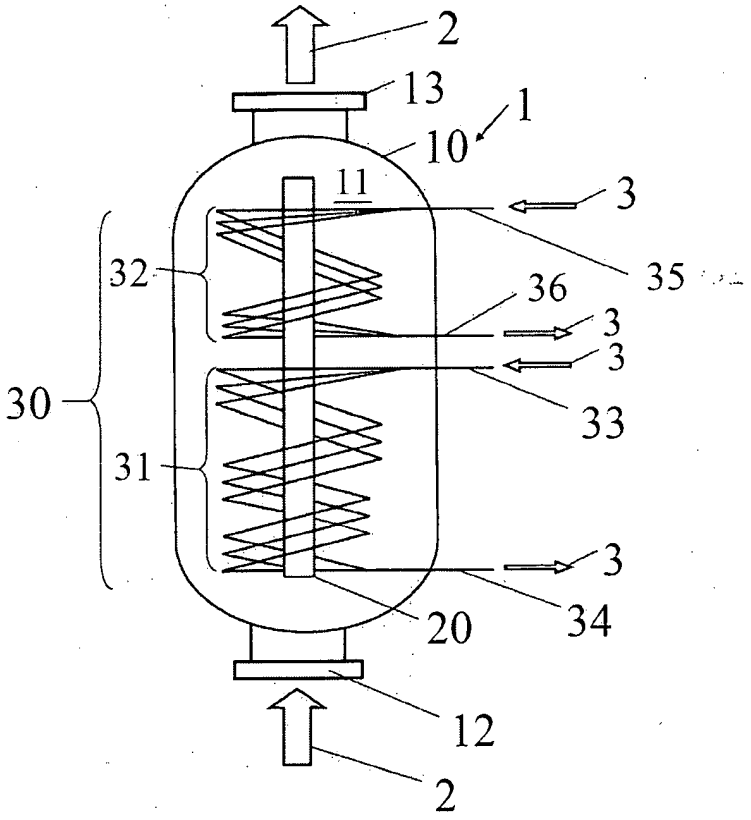
11. طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي من عناصر الحماية السابقة، تتميز بأنه يتم توصيل اثنتين من الحزم الأنبوبية (31، 32) ببعضها البعض بواسطة واحد أو أكثر من عناصر توصيل ميكانيكية قابلة للتحرير عند سطح بيني مائعي، تحديداً شفة.

12. طريقة لتوليد الطاقة الكهربائية، وفيها يتم إجراء طريقة لتشغيل المبادل الحراري وفقاً لأي عناصر الحماية السابقة وفي ذلك السياق يتم نقل الحرارة من وسط ناقل للحرارة أول (2) إلى وسط ناقل للحرارة ثاني (3) ويتم تحويل حرارة الوسط الثاني الناقل للحرارة (3) على الأقل جزئياً إلى طاقة كهربائية.

13. طريقة لتوليد الطاقة الكهربائية وفقاً لعنصر الحماية 12، وفيها يتم نقل الحرارة من الوسط الثاني الناقل للحرارة (3) إلى وسط آخر ناقل للحرارة يتم تحويل حرارته على الأقل جزئياً إلى طاقة كهربائية.



شكل 1



شكل 2

MA 38584B1

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

المملكة المغربية

المكتب المغربي للملكية الصناعية و التجارية

RAPPORT DE RECHERCHE DEFINITIF AVEC OPINION SUR LA BREVETABILITE

Établi conformément à l'article 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 : 38584	Date de dépôt : 20/05/2014 Date d'entrée en phase nationale : 11/11/2015
Déposant : LINDE AKTIENGESELLSCHAFT	Date de priorité: 21/05/2013
Intitulé de l'invention : ÉCHANGEUR DE CHALEUR, PROCÉDÉ SERVANT À RÉALISER LA MAINTENANCE D'UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR OU À FABRIQUER ET À FAIRE FONCTIONNER UN ÉCHANGEUR DE CHALEUR, CENTRALE ÉLECTRIQUE ET PROCÉDÉ SERVANT À PRODUIRE DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE	
Classement de l'objet de la demande : CIB : F 28D 20/00, F 28D 7/06, F 28D 7/02, F 28D 7/00	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants : Partie 1 : Considérations générales ☒ Cadre 1 : Base du présent rapport ☐ Cadre 2 : Priorité Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité ☐ Cadre 3 : Remarques de clarté ☐ Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée ☒ Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle ☐ Cadre 6 : Défaut d'unité d'invention	
Examinateur: M. EL KINANI	**Date d'établissement du rapport** : 04/07/2018
Téléphone: (+212) 5 22 58 64 14	

Partie 1 : Considérations générales

Cadre 1 : base du présent rapport

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

☒ Demande telle qu'initialement déposée

☒ Demande modifiée suite à la notification du rapport de recherche préliminaire :

- Revendications
  1-13

☐ Observations à l'appui des revendications maintenues

☐ Observations des tiers suite à la publication de la demande

☐ Réponses du déposant aux observations des tiers

☐ Nouveaux documents constituant des antériorités :

- Suite à la recherche complémentaire *(Couvrant les documents de l'état de la technique qui n'étaient pas disponibles à la date de la recherche préliminaire)*
- Suite à la recherche additionnelle *(couvrant les éléments n'ayant pas fait l'objet de la recherche préliminaire)*

☐ Observations à l'encontre de la décision de rejet

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

Cadre 5: Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle

Nouveauté (N)	Revendications 1-13 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 1-13 Revendications aucune	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-13 Revendications aucune	Oui Non

D1 : FR2501832

1. **Nouveauté (N) :**

Aucun document de l'état de la technique considéré ne divulgue un procédé de fonctionnement d'un échangeur de chaleur pour l'échange indirect de chaleur entre un premier milieu de transfert de chaleur et un second milieu de transfert de chaleur tel que décrit dans la revendication 1 de la présente demande.

D'où l'objet de la revendication indépendante 1 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, l'objet des revendications 2-13 est également nouveau.

2. **Activité inventive (AI) :**

Le document D1 (figures 1-3) considéré comme l'état de la technique le plus proche de l'objet de la revendication 1 décrit une méthode de fonctionnement d'un échangeur de chaleur pour l'échange indirect entre un premier milieu caloporteur et un deuxième milieu caloporteur , ledit échangeur comprenant un système de tuyauterie qui peut être divisé au moins en un premier faisceau de tuyaux (16) et un deuxième faisceau de tuyaux (16) remplaçable (page 5, lignes 13-15).

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère de cette méthode connue en ce que le premier faisceau de tubes est actionné pendant une première période dans une première plage de température et le second faisceau de tubes est actionnée sur une seconde période de temps dans une seconde plage de températures, les températures de la seconde plage de température étant supérieures aux températures de la première plage de température et la seconde période est plus courte que la première période. Le premier faisceau de tuyaux fonctionne dans une première plage de température limitée par une température maximale inférieure à la température du matériau du premier faisceau de tuyaux au-dessus de laquelle, pour la charge mécanique donnée sur le premier faisceau de tuyaux, le matériau du premier faisceau de tuyaux commence à fluer, et le second faisceau de tubes fonctionne dans une seconde plage de température limitée par une température maximale qui est égale ou supérieure à la température du matériau du second faisceau de tubes au-dessus de laquelle, pour la charge mécanique donnée sur le second faisceau de tubes, le matériau du second faisceau de tubes commence à fluer .

Le problème technique objectif que la présente demande se propose de résoudre peut donc être considéré comme fournir une méthode de fonctionnement de l'échangeur permettant de réduire le coût de la maintenance dudit échangeur dans le cas de phénomènes d'usure induits par la chaleur.

La solution proposée par la présente demande n'est ni décrite ni rendue évidente par l'art antérieur considéré.

D'où l'objet de la revendication 1 est considéré comme impliquant une activité inventive au sens de l'article 28 de la loi 17-97 modifiée et complétée par la loi 23-13. Par conséquent, l'objet des revendications 2-13 est également considéré comme inventif.

3. **Possibilité d'application industrielle (PAI) :**

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.