

(12) BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 47571 B1** (51) Cl. internationale : **F28D 7/06; F28F 9/22; F28D 7/16**
- (43) Date de publication : **30.09.2021**

-
- (21) N° Dépôt : **47571**
- (22) Date de Dépôt : **22.12.2017**
- (71) Demandeur(s) : **Cockerill Maintenance & Ingénierie S.A., Avenue Greiner, 1 4100 Seraing (BE)**
- (72) Inventeur(s) : **DETHIER, Alfred ; WINAND, Stéphane ; LECLOUX, Yves ; HARZALLAH, Ridha ; AGNETTI, Ildo ; BAUTHIER, Thomas ; DETAILLE, Christopher**
- (74) Mandataire : **M. MEHDI SALMOUNI-ZERHOUNI**
- (86) N° de dépôt auprès de l'organisme de validation: 17209929.3**

-
- (54) Titre : **ÉCHANGEUR DE CHALEUR POUR GÉNÉRATEUR DE VAPEUR DE SEL FONDU DANS UNE CENTRALE À ÉNERGIE SOLAIRE CONCENTRÉE (III)**
- (57) Abrégé : Echangeur de chaleur (1), dans lequel le faisceau de tubes parallèles coudés en U (2) est connecté via une connexion à une première extrémité, où un premier chapeau hémisphérique (16) distribue le premier fluide aux tubes (2) du premier section droite (9), et à une deuxième extrémité, où un deuxième chapeau hémisphérique (16) recueille le premier fluide des tubes (2) de la deuxième section droite (10), chaque dite connexion étant constituée d'une plaque tubulaire (11, 12) qui est conçue pour résister à la différence entre la deuxième basse pression de fluide à l'intérieur de l'espace inter-coques (5) et la première haute pression de fluide à l'intérieur du chapeau respectif (16), dans lequel la plaque tubulaire comprend une plaque circulaire (12) ayant un orifice circulaire central et dans lequel la plaque tubulaire comprend en outre une coque hémisphérique (11) située au-dessus dudit orifice et étroitement reliée à ladite plaque circulaire (12), de manière à réaliser une séparation physique entre le premier fluide et le deuxième fluide.

REVENDEICATIONS

1. Échangeur de chaleur (1) comprenant :

une première section droite (9), une seconde section droite (10) et une section courbée ou coude (32) reliant la première section droite et la seconde section droite, chaque section droite (9, 10) comprenant une partie d'une coque cylindrique externe (4) ;

un faisceau de tubes parallèles courbés en U (2) comprenant chacun une première et une seconde partie droite respectivement situées dans ladite première section droite (9) et dans ladite seconde section droite (10) de l'échangeur et une partie courbée à 180° située dans ladite section courbée ou dans ledit coude (32) de l'échangeur, pour que, en cours d'utilisation, un premier fluide à chauffer et à vaporiser s'écoule dans les tubes (2), ladite coque cylindrique externe (4) étant dotée respectivement à une extrémité d'une entrée (6) et à une autre extrémité d'une sortie (7) destinée à un second fluide qui est un fluide thermique chaud ; et

des déflecteurs (8) conçus pour guider le second fluide, le faisceau de tubes parallèles courbés en U (2) étant raccordé par l'intermédiaire d'un raccord à une première extrémité et à une seconde extrémité ;

caractérisé en ce que chaque section droite (9, 10) comprend en outre une partie d'une coque cylindrique interne (3), ladite coque cylindrique externe (4) et ladite coque cylindrique interne (3) coopérant pour former un espace intercoque (5) confinant le faisceau de tubes parallèles courbés en U (2), pour que, en cours d'utilisation, ledit second fluide s'écoule selon une voie annulaire d'écoulement à l'intérieur de l'espace intercoque (5) et refroidisse par échange de chaleur avec le premier fluide s'écoulant dans les tubes (2) ; et

dans lequel la première extrémité comprend un premier chapeau hémisphérique (16), permettant de distribuer le premier fluide dans les tubes (2) de la première section droite (9), et la seconde extrémité comprend un second chapeau hémisphérique (16), permettant de collecter le premier fluide sous la

forme de liquide, de vapeur ou d'un mélange liquide /vapeur provenant des tubes (2) de la seconde section droite (10),

ledit espace intercoque (5) confinant les déflecteurs (8), chacun desdits raccords étant constitué d'une enveloppe pour tube (11, 12), conçue pour résister
5 à la différence entre la basse pression de second fluide à l'intérieur dudit espace intercoque (5) et la haute pression de premier fluide à l'intérieur du chapeau (16) respectif, l'enveloppe pour tube comprenant une plaque circulaire (12) comportant un orifice central circulaire et l'enveloppe pour tube comprenant en outre une coque hémisphérique (11) située au-dessus dudit orifice et raccordée fermement à
10 ladite plaque circulaire (12), de manière à produire une séparation physique entre le premier fluide et le second fluide.

2. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel l'épaisseur de la plaque circulaire (12) dépasse l'épaisseur recommandée par la norme de l'ASME pour résister à la même différence de pression.

15 3. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel l'interface entre le chapeau (16) et la plaque circulaire d'enveloppe pour tube (12) est sensiblement plane et dans lequel la coque hémisphérique (11) est orientée vers l'intérieur de l'échangeur de chaleur (1) et située à l'intérieur de la coque cylindrique interne (3).

20 4. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel l'épaisseur de la coque hémisphérique (11) est comprise entre 20 % et 40 % de l'épaisseur de la plaque d'enveloppe pour tube (12).

5. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel ladite première section droite (9) et ladite seconde section droite (10) consistent en
25 enceintes séparées reliées par ledit coude (32), de façon à former une coque d'échangeur de chaleur en épingle à cheveux.

6. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel ladite première section droite (9), ladite seconde section droite (10) et ladite section

courbée ou coude (32) sont constituées d'une seule enceinte ou coque confinant le faisceau de tubes parallèles en U (2) et dans lequel le premier chapeau hémisphérique (16) et le second chapeau hémisphérique (16) coïncident.

7. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, lequel il est horizontal et l'écoulement du second fluide à l'intérieur de celui-ci par rapport à l'écoulement du premier fluide est soit cohérent soit opposé.
8. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel ledit premier fluide est un fluide comprenant de l'eau d'alimentation ou du dioxyde de carbone supercritique.
9. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel ledit second fluide est un sel fondu ou un mélange de sels fondus, de pétrole thermique ou de sodium liquide.
10. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel les déflecteurs (8) sont sous la forme d'un déflecteur hélicoïdal continu.
11. Échangeur de chaleur (1) selon la revendication 1, dans lequel les déflecteurs (8) sont assemblés, de préférence soudés ou boulonnés, à la coque cylindrique interne (3).
12. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel un moyen d'étanchéité est prévu entre la coque externe (4) et les déflecteurs (8).
13. Échangeur de chaleur selon la revendication 1, dans lequel il est équipé d'une chemise de distribution (30) permettant l'alimentation uniforme du second fluide de l'entrée pour fluide thermique (6, 7) à l'échangeur de chaleur.
14. Échangeur de chaleur selon la revendication 13, dans lequel la chemise de distribution (30) comporte une pluralité d'ouvertures distribuées à 360° sur sa face interne, lesdites ouvertures alimentant de préférence le second fluide dans une première spire du déflecteur hélicoïdal (8).

15. Évaporateur constitué d'un échangeur de chaleur selon la revendication 1.
16. Surchauffeur constitué d'un échangeur de chaleur selon la revendication 1.
17. Réchauffeur ou économiseur et/ou préchauffeur constitué d'un échangeur
5 de chaleur selon la revendication 1.
18. Générateur de vapeur de sel fondu (MSSG) comprenant au moins un train d'échangeurs de chaleur constitué d'un évaporateur selon la revendication 15, d'un surchauffeur selon la revendication 16 et d'un réchauffeur et/ou d'un économiseur et/ou d'un préchauffeur selon la revendication 17.
- 10 19. Générateur de vapeur de sel fondu selon la revendication 18, dans lequel le surchauffeur, le réchauffeur et/ou l'économiseur et/ou le préchauffeur fonctionnent à contre-courant, tandis que l'évaporateur fonctionne selon le courant.
20. Générateur de vapeur de sel fondu selon la revendication 18, dans lequel
15 il est un générateur de vapeur à circulation à passage unique ou forcée.
-