



(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

- (11) N° de publication : **MA 38813 B1**
- (43) Date de publication : **30.11.2017**
- (51) Cl. internationale :
**C21D 6/00; C21D 8/10;
C21D 9/08; C22C 38/00;
C22C 38/02; F24J 2/07;
C22C 38/42; C22C 38/44;
C22C 38/50; C22C 38/54;
C22C 38/04**

-
- (21) N° Dépôt :
38813
- (22) Date de Dépôt :
11.07.2014
- (30) Données de Priorité :
30.07.2013 DE 10 2013 214 863.1
- (86) Données relatives à la demande internationale selon le PCT:
PCT/EP2014/064936 11.07.2014
- (71) Demandeur(s) :
SCHOTT AG, Hattenbergstraße 10 55122 Mainz (DE)
- (72) Inventeur(s) :
KUCKELKORN, Thomas ; BENZ, Nikolaus ; KAMP, Hanno ; SCHMIDT, Meike
- (74) Mandataire :
ABU-GHAZALEH INTELLECTUAL PROPERTY TMP AGENTS

-
- (54) Titre : **CORPS TUBULAIRE EN ACIER AUSTÉNITIQUE ET RÉCEPTEUR SOLAIRE**
- (57) Abrégé : L'invention concerne un corps tubulaire en acier austénitique pour un sel fondu, notamment un tube absorbeur d'un récepteur solaire comprenant un sel fondu faisant office de caloporteur ou une autre conduite tubulaire destinée au transport d'un sel fondu. L'invention concerne également un tel récepteur solaire.

Abrégé

L'invention concerne un corps tubulaire en acier austénitique pour un sel fondu, notamment un tube absorbeur d'un récepteur solaire comprenant un sel fondu faisant office de caloporteur ou une autre conduite tubulaire destinée au transport d'un sel fondu, ainsi qu'un tel récepteur solaire.

A

N° 38813
du 28.01.2016

Corps tubulaire en acier austénitique et récepteur solaire

DESCRIPTION

L'invention concerne un corps tubulaire en acier, en particulier l'acier austénitique, pour un sel fondu, notamment un tube absorbeur d'un récepteur solaire comprenant un sel fondu faisant office de caloporteur ou une autre conduite tubulaire destinée au transport d'un sel fondu, ainsi qu'un tel récepteur solaire.

La génération d'énergie électrique à partir du rayonnement solaire peut être obtenue, entre autres, au moyen des centrales thermiques solaires à concentration. Une distinction est faite entre les systèmes de concentration centralisée tels que les centrales électriques en tour et les systèmes de concentration linéaire qui sont basés, par exemple, sur la technologie Fresnel ou la technologie cylindro-parabolique.

Les récepteurs solaires, par exemple pour des systèmes de récepteurs solaires cylindro-paraboliques, par exemple pour les centrales thermiques solaires, comprennent, entre autres, un tube en acier en tant que tube absorbeur et un tube en verre en tant que tube de gainage.

Les conduites à travers lesquelles un sel fondu s'écoule doivent être utilisés, par exemple dans des centrales solaires, en particulier, dans les centrales solaires cylindro-paraboliques ou Fresnel.

Dans une telle centrale d'énergie solaire, l'énergie du rayonnement du soleil est concentrée sur le récepteur au moyen de miroirs paraboliques ou miroirs

N

Fresnel. Un certain nombre de récepteurs sont connectés en série. L'énergie de rayonnement absorbée par le tube absorbeur du récepteur est convertie en chaleur, transférée à un fluide caloporteur dans le tube absorbeur et transportée par l'intermédiaire du fluide caloporteur à un générateur de vapeur. À l'heure actuelle, les huiles synthétiques, en particulier un mélange de biphenyle/diphényléther, sont utilisés comme fluides caloporteur. Cependant, la température de décomposition de ce mélange, à savoir. 400°C, détermine la température maximale de fonctionnement de la centrale électrique.

Afin de permettre des températures de fonctionnement plus élevées, qui se traduisent par une plus grande efficacité de la centrale solaire thermique, d'autres moyens caloporteurs sont nécessaires.

Il serait avantageux d'atteindre une température d'environ 535°C à la turbine de la centrale puisque cela permettrait à la technologie solaire thermique d'être utilisée en association avec les composants et les usines utilisées aujourd'hui dans les centrales thermiques classiques. En raison des pertes dans l'échangeur de chaleur, une température du support de 550°C est nécessaire pour cela. En raison des gradients de température dans la paroi du tube absorbeur du récepteur, une température d'environ 580°C sur la surface du tube absorbeur est nécessaire.

Il existe deux approches pour une solution à ce problème: d'une part, la vaporisation directe de l'eau dans le récepteur, à savoir la technologie de vaporisation directe, et d'autre part, la technologie de sel fondu. Dans cette dernière technologie, des sels fondus, en particulier les sels fondus à base de nitrate, par exemple le sel solaire 60, à savoir un mélange de nitrate de sodium et de nitrate de potassium dans un rapport de 60:40, sont utilisés.

La technologie de sel fondu présente l'avantage par rapport à la technologie de vaporisation directe de, bien que les sels fondus n'ont jusqu'à présent pas été utilisés en tant que moyen de transfert thermique, ils ont déjà été utilisés comme moyen de stockage de chaleur, par exemple en combinaison avec des centrales

solaires thermiques à base d'huile. La technologie de sel fondu, dans laquelle le moyen de transfert thermique et le moyen de stockage thermique sont identiques, a l'avantage par rapport à la technologie à base d'huile d'utiliser des stocks de sel qu'aucun transfert de chaleur qui est soumis à des pertes ne peut avoir lieu entre le moyen et le stock.

Les aciers utilisés jusqu'à présent pour les tubes absorbeurs dans les récepteurs solaires et/ou pour d'autres tubes pour les centrales solaires thermiques sont, par exemple les aciers ayant les numéros de matériau 1.4404, 1.4571 et 1.4541, mais aussi 1.4301.

L'utilisation de ces aciers est, selon la norme DIN EN 10217/7, limitée à des températures de fonctionnement allant jusqu'à un maximum de 400°C ou pour l'acier mentionné en dernier, jusqu'à un maximum de 300°C, ce qui est suffisant pour les moyens de transfert de chaleur précédents, mais ne suffit pas pour les sels mentionnés.

A des températures plus élevées, la résistance au fluage, en particulier, n'est pas assurée puisque l'acier entre dans le gamme de fluage en raison de l'absence d'un moment de stabilisation de la microstructure austénitique. Aux températures souhaitées d'environ 580°C, le matériau commence à être sensible à la corrosion inter cristalline après environ 1500 heures, selon le prétraitement effectué, par exemple le traitement thermique en solution ou le traitement thermique de stabilisation. Le nombre habituel d'heures de fonctionnement d'une centrale thermique solaire sur toute la période de fonctionnement est, cependant, près de 100.000 heures.

Des aciers plus résistants à la chaleur sont également connus. Ainsi, les aciers ayant les numéros de matériau 1.4941 et 1.4910, sont des aciers austénitiques résistants à la chaleur, mais ceux-ci ne sont pas résistants à une sensibilisation à la corrosion inter cristalline. Uniquement en dessous de 400°C ces aciers ne changent pas sur une période de 100.000 heures, de sorte que la sensibilité à la

corrosion intercrystalline est détectée dans un essai conformément à la norme EN ISO 3651-2.

US 2012/0279607 A décrit un acier ayant une composition de base large qui est utilisé pour des applications à haute température, mais, désavantageusement, non stabilisé contre la sensibilisation.

Il est donc un objet de l'invention de fournir un corps tubulaire formé de matériaux qui sont adaptés pour recevoir et transporter des liquides chauds et oxydants et ont la résistance à la chaleur élevée nécessaire pour l'utilisation de sels fondus comme moyen de transfert thermique et ont également les autres propriétés nécessaires au fonctionnement des tubes à l'air libre, c'est à dire exposés aux intempéries extérieures.

Cet objet est atteint par le corps tubulaire tel que revendiqué dans la revendication principale.

Il se compose d'acier austénitique.

Les aciers austénitiques sont des aciers non magnétiques qui, en raison de leurs constituants d'alliage en chrome, manganèse et/ou nickel, conservent le réseau à faces centrées de l'austénite même à la température ambiante.

La composition de l'acier du corps tubulaire de l'invention comprend, sur une base de poids,

0,08% ou moins de C ;

de 0% à 0,18% de N ;

de 0% à 3,0% de Mo ;

de 0% à 1,0% de Si ;

de 0% à 1,0% de Mn ;

de 0% à 0,035% de P ;

de 0% à 0,015% de S ;

de 16,0% à 19,0% de Cr ;

Q

de 9,0% à 14,0% de Ni ;
de 0,0015% à 0,005% de B ;
de 0% à 0,23% de Cu ;
de 0% à 0,007% de Al ;
de 0% à 0,013% de Nb ;
de 0% à 0,12% de V ;
de 0% à 0,19% de Co ;
et Ti, dans lequel au moins une des deux conditions suivantes est remplie :
Ti/C d'au moins 6,
Ti de 0,24% à 0,64%,
et contient Fe et des impuretés éventuellement habituelles en tant que reste.

Le rapport élevé de Ti/C d'au moins 6 présente l'avantage que la stabilisation contre une sensibilisation suffisante est assurée.

La teneur en Ti spécifique de 0,24% à 0,64% présente ses avantages en particulier lorsque les temps de fonctionnement longs à >400°C sont fournis et à la fois la stabilisation et la résistance au fluage sont nécessaires.

Une composition préférée de l'acier du corps tubulaire de l'invention comprend, sur une base de poids,
de 0,04% à 0,08% de C ;
de 0% à 0,014% de N ;
de 0% à 0,16% de Mo ;
de 0% à 0,6% de Si ;
de 0% à 0,85% de Mn ;
de 0% à 0,03% de P ;
de 0% à 0,002% de S ;
de 17,0% à 19,0% de Cr ;
de 9,0% à 12,0% de Ni ;
de 0,0015% à 0,003% de B ;
de 0% à 0,23% de Cu ;

de 0% à 0,007% de Al ;
de 0% à 0,013% de Nb ;
de 0% à 0,12% de V ;
de 0% à 0,19% de Co ;
de 0,32% à 0,64% de Ti ;
où le reste est Fe et des impuretés éventuellement habituelles.

La présence de carbone dans la quantité minimale mentionnée avantageusement augmente la résistance au fluage. Cependant, la teneur en C doit, comme l'indique la limite supérieure, rester faible afin de minimiser le risque de sensibilisation à la corrosion inter cristalline en raison des carbures de chrome.

La teneur en manganèse devrait, si le manganèse est présent, rester faible afin de contrer le vieillissement prématuré de la couche absorbante sur le tube récepteur.

La teneur en chrome doit, comme indiqué par les limites mentionnées, être assez élevée pour être bien loin de la limite d'épuisement du chrome, ce qui est d'environ 12%.

La présence de molybdène augmente avantageusement la résistance au fluage et la résistance à la corrosion. Cependant, la teneur en Mo devrait, comme indiqué par la limite supérieure, rester faible afin d'assurer un acier bon marché.

La présence de cuivre augmente avantageusement la résistance aux intempéries. Cependant, la teneur en Cu doit, comme indiqué par la limite supérieure, rester faible puisque des teneurs trop fortes en réduisent l'allongement à la rupture.

La présence de titane en la quantité minimale mentionnée sert à réaliser la stabilisation contre la sensibilisation.

L'azote forme des nitrures de titane avec le titane, et celles-ci conduisent à une détérioration de la ténacité lorsque des particules formées deviennent trop grandes. Tel est le cas lorsque le rapport Ti/N est trop petit. Afin d'exploiter l'effet positif de titane, la teneur en azote est de préférence minimisée.

Le rapport de Ti à N est de préférence d'au moins 2,5.

La présence de vanadium augmente avantageusement la résistance au fluage.

La présence de cobalt augmente en outre avantageusement la résistance au fluage.

De même, la présence de bore en la quantité minimale indiquée augmente la résistance au fluage et la résistance à la chaleur. Cependant, la teneur en bore est limitée à la valeur maximale indiquée étant donné que la résistance à la corrosion serait réduite à des teneurs plus élevées.

La présence d'azote augmente la résistance au fluage.

Une composition préférée de l'acier du corps tubulaire de l'invention comprend, sur une base de poids,

de 0,04% à 0,05% de C ;

de 0,01% à 0,014% de N ;

de 0,14% à 0,16% de Mo ;

de 0,5% à 0,6% de Si ;

de 0,8% à 0,85% de Mn ;

de 0,02% à 0,03% de P ;

de 0,001% à 0,002% de S ;

Q

de 18,0% à 19,0% de Cr ;
de 9,0% à 12,0% de Ni ;
de 0,0015% à 0,003% de B ;
de 0,2% à 0,23% de Cu ;
de 0,001% à 0,007% de Al ;
de 0,005% à 0,013% de Nb ;
de 0,05% à 0,12% de V ;
de 0,1% à 0,19% de Co ;
de 0,32% à 0,4% de Ti ;
où le reste est Fe et des impuretés éventuellement habituelles.

La teneur en manganèse assez élevée augmente la force et la limite apparente d'élasticité.

Cette composition d'acier austénitique, dont les constituants ne varient que dans des limites très étroites, combine particulièrement avantageusement les propriétés mécaniques de l'acier résistant à la chaleur. En même temps, il répond à l'exigence d'être résistant à la fusion des sels de nitrates et aux intempéries extérieures, sans présenter les inconvénients de la sensibilisation.

Dans un mode de réalisation de l'invention, la composition de 1,4941 et 1,4910, en particulier, est modifiée et développée dans les spécifications de la norme DIN 10216-5 afin que la stabilisation particulière contre la corrosion intercrystalline soit obtenue en plus des propriétés pour lesquelles ils sont connus.

Une telle composition préférée de l'acier du corps tubulaire de l'invention comprend, sur une base de poids,

0,08% ou moins de C ;
de 0% à 0,18% de N ;
de 0% à 3,0% de Mo ;

Q

de 0% à 1,00% de Si ;
de 0% à 1,0% de Mn ;
de 0% à 0,035% de P ;
de 0% à 0,015% de S ;
de 16,0% à 19,0% de Cr ;
de 9,0% à 14,0% de Ni ;
de 0,0015% à 0,0050% de B ;
et Ti avec Ti/C d'au moins 6, de préférence avec $6 C \leq Ti \leq 8 C$;
elle peut, en particulier, contenir également Cu et contient Fe et des impuretés éventuellement habituelles qui forme le reste. Elle ne contient de préférence, à l'exception des impuretés, pas d'aluminium et/ou pas de niobium et/ou pas de vanadium et/ou pas de cobalt.

Dans ce mode de réalisation, deux variantes sont préférées :

Variante 1 :

La composition de l'acier du corps tubulaire de l'invention comprend de préférence, sur une base de poids,

de 0,04% à 0,08% de C ;
de 0% à 0,18% de N ;
de 0% à 3,0% de Mo ;
de 0% à 1,0% de Si ;
de 0% à 1,0% de Mn ;
de 0% à 0,035% de P ;
de 0% à 0,015% de S ;
de 17,0% à 19,0% de Cr ;
de 9,0% à 12,0% de Ni ;
de 0,0015% à 0,0050% de B ;
et de $6 \times C$ à 0,64% de Ti ;
éventuellement Cu ;
où le reste est Fe et des impuretés éventuellement habituelles.

A

Cette composition ne contient de préférence, à l'exception des impuretés, pas de molybdène et/ou pas d'aluminium et/ou pas de niobium et/ou pas de vanadium et/ou pas de cobalt.

Variante 2 :

La composition de l'acier du corps tubulaire de l'invention comprend de préférence, sur une base de poids,

- 0,04% ou moins de C ;
- de 0,10% à 0,18% de N ;
- de 2,00% à 3,00% de Mo ;
- de 0% à 1,00% de Si ;
- de 0% à 1,00% de Mn ;
- de 0% à 0,035% de P ;
- de 0% à 0,015% de S ;
- de 16,00% à 18,00% de Cr ;
- de 12,00% à 14,00% de Ni ;
- de 0,0015% à 0,0050% de B ;
- et de $6 \times C$ à 0,32% de Ti ;

où le reste est Fe et des impuretés éventuellement habituelles.

Cette composition ne contient de préférence, à l'exception des impuretés, pas de cuivre et/ou pas d'aluminium et/ou pas de niobium et/ou pas de vanadium et/ou pas de cobalt.

Le carbone est un solide austénite et améliore la résistance à la formation de produits de déformation dans le traitement de l'acier et la résistance à la chaleur de l'acier. Le risque de formation de carbure de chrome et de précipitation au cours d'un traitement thermique est réduit par adhérence à la limite supérieure spécifiée pour le carbone, en raison de quoi le risque d'épuisement du chrome aux limites de grains de l'acier et la sensibilisation associée à la corrosion intercrystalline, ce qui affaiblirait le tube, est réduit.

9

Pour parvenir à une nouvelle amélioration en ce qui concerne la corrosion intercrystalline, une partie du carbone peut également être remplacée par de l'azote.

La teneur en silicium dans la plage mentionnée améliore la résistance à la corrosion par les sels fondus.

Le manganèse est un agent de formations d'austénite. La teneur en manganèse et la proportion de bore dans les plages spécifiées contribuent à renforcer, en empêchant la formation de précipités dans la zone des limites de grains, et augmenter la résistance au fluage. Une teneur relativement faible en manganèse de seulement jusqu'à 1% en poids améliore l'adhérence et la résistance au vieillissement de la couche d'absorbeur sur le tube d'acier.

La présence de phosphore et de soufre est limitée aux contenus spécifiés afin d'éliminer dans une large mesure l'influence négative de ces éléments d'alliage sur la déformabilité de l'acier.

Le chrome est présent en premier lieu afin d'améliorer la résistance à la corrosion.

Nickel sert d'agent de formation d'austénite.

Le titane sert de carbure afin de contrer la sensibilisation.

Le rapport de Ti à C nécessaire pour ce mode de réalisation, à savoir Ti/C d'au moins 6, de préférence $6 C \leq Ti \leq 8 C$, empêche dans une large mesure une sensibilisation à la corrosion intercrystalline, qui est affichée même par les aciers résistants à la chaleur connus, à des températures élevées, qui conduirait alors à la corrosion dans un environnement qui n'est pas exempt de corrosion même

à basse température en raison de l'humidité et/ou le contact avec le sel, tandis que les aciers de l'invention ne présentent pas de corrosion même à des hautes températures de fonctionnement requises et sur contact avec des sels fondus et une exposition continue aux intempéries extérieures.

Les proportions de titane supérieures à celles indiquées pourraient conduire à la formation de phase sigma, alors que des proportions plus faibles de titane conduisent à une stabilisation insatisfaisante.

D'éventuelles impuretés dépendent des matières premières utilisées dans la production de l'acier. Les impuretés habituelles sont connues de l'homme du métier et peuvent être, par exemple, Al, Na, Mg, Co, Nb.

L'homme du métier saura comment produire de l'acier présentant la plage de composition indiquée d'une manière classique et le traiter pour obtenir un tube d'acier.

En règle générale, le procédé et les étapes de traitement de fusion d'un acier ayant une composition dans la gamme de composition indiquée et la production de bobines ayant l'épaisseur désirée de celui-ci d'une part par laminage à chaud puis laminage à froid sont suivies par le formage à froid d'une bande ou d'une feuille et ensuite le soudage par fusion pour donner le tube final. Cette étape de traitement est suivie d'un traitement thermique de solution afin d'inverser au moins partiellement les changements de structure micro, en particulier la formation de carbure de chrome qui se sont produits pendant le formage à froid et pendant le soudage. Afin de lutter contre la sensibilisation et la corrosion inter cristalline qui en résulte, il est avantageux pour un traitement thermique de stabilisation à 870° C à 950°C sous une atmosphère de gaz inerte de s'effectuer pendant une période d'au moins 30 minutes après le traitement thermique en solution.

Une étape de décapage est ensuite éventuellement effectuée pour éliminer les écailles restantes. En outre, les étapes de ponçage afin d'obtenir la qualité de surface requise et le nettoyage supplémentaire suivent.

L'invention est illustrée à titre d'exemple à l'aide des figures suivantes.

Les figures présentent :

- figure 1 une extrémité de récepteur solaire avec tube absorbeur
- figure 2 un tube

En détails :

La figure 1 représente schématiquement une vue en coupe d'une extrémité d'un récepteur solaire 1. Le récepteur solaire 1 comporte un tube de gainage 2 constitué par le verre et un tube absorbeur 3 qui est agencé de manière concentrique dans le tube 2 et est revêtu sur sa face extérieure d'un revêtement de rayonnement sélectif pour l'absorption du rayonnement solaire. Le récepteur est équipé d'un dispositif de compensation de dilatation sous la forme d'un soufflet 4. L'extrémité intérieure du soufflet 4 est reliée par un élément de liaison 5 pour le tube en acier 2 et l'extrémité extérieure du soufflet 4 est relié par l'intermédiaire d'un élément de transition vitreuse 6 au tube de verre 2.

Le tube absorbeur 3 est constitué d'une composition à partir de la plage de composition revendiquée. L'élément de connexion 5 est constitué d'acier inoxydable, de préférence le même acier que le tube absorbeur 3. L'élément de transition verre-métal 6 est constitué de Kovar, et le soufflet 4 se compose d'acier inoxydable. Le verre du tube de gainage est un verre au borosilicate revêtues antireflet. L'élément de raccordement et le tube en acier selon l'invention sont soudées l'un à l'autre de manière à être étanche au gaz.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas à ce mode de réalisation spécifique de la connexion du tube. Les connexions du tube d'acier sous d'autres formes et d'autres matériaux sont possibles. Les revêtements absorbants classiques à haut rendement tels qu'ils sont connus, par exemple, dans le document DE 10

Q

2006 056 536 B3 ou DE 10 2008 010 199 A1 adhère suffisamment bien pour le tube en acier austénitique. Les revêtements intérieurs, par exemple à base d'oxyde de chrome, sont également possibles.

La figure 2 représente une coupe longitudinale d'une partie d'un tuyau. Un conducteur chauffant intérieur 9 est représentée en plus du tube 7 et le sel fondu 8. Des tuyaux correspondants avec des conducteurs extérieurs de chauffage au lieu d'un conducteur chauffant intérieur sont également possibles.

L'invention est illustrée en sus à l'aide de l'exemple suivant.

Un tube en acier ayant la composition, sur une base de poids,

0,043% de C ;

0,013% de N ;

0,55% de Si ;

0,82% de Mn ;

0,022% de P ;

0,001% de S ;

17,01% de Cr ;

9,00% de Ni ;

0,0029% de B ;

0,340% de Ti ;

0,21% de Cu ;

0,16% de Mo

(où le reste est Fe et des impuretés éventuellement habituelles) a les propriétés suivantes (dans chaque cas moyenne de six mesures) :

limite d'élasticité à la TA : $R_{p0.2} = 352$ MPa ; $R_{p1.0} = 385$ MPa

résistance à la traction $R_m = 686$ MPa

allongement à la rupture à la TA : longitudinale 47,5%

La stabilisation satisfaisante de l'acier contre la sensibilisation à la corrosion intercrystalline est assurée par le rapport $Ti/C = 7,9$. Même après un long

9

vieillessement thermique supérieure à 400°C, le test Strauss conformément à la norme DIN EN ISO 3651-2 est négatif.

Dans les mêmes conditions, l'acier par ailleurs identique, en particulier ayant une teneur en C identique, qui contient moins de 0,258% de Ti (et donc plus de Fe) affiche la sensibilité à la corrosion intercrystalline dans l'essai conformément à la norme EN ISO 3651-2.

Les corps tubulaires selon l'invention sont particulièrement appropriés pour être utilisés comme tubes absorbeurs d'un récepteur solaire à l'aide d'un sel fondu comme moyen de transfert de chaleur ou d'autres tubes pour le transport d'un sel fondu, à savoir en tant que conduites sous pression, étant donné qu'ils résistent aux contraintes suivantes sans dommage :

utilisation à long terme à des températures allant jusqu'à 580°C,

contrainte thermique cyclique,

contrainte de pression,

le stress chimique due aux sels fondus,

altération extérieure, à savoir l'humidité, la moisissure, la chaleur, l'air contenant du sel à froid, le stress mécanique.

Ils le font parce qu'ils ont les valeurs suivantes pour les paramètres caractéristiques des propriétés mécaniques :

valeurs minimales de la limite d'élasticité à la TA : $R_{p0,2} = 195$ MPa $R_{p1,0} = 235$ MPa

valeur minimale de la limite d'élasticité à 400°C : $R_{p0,2} = 123$ MPa $R_{p1,0} = 162$ MPa

valeur minimale de la limite d'élasticité à 550°C : $R_{p0,2} = 108$ MPa $R_{p1,0} = 147$ MPa

valeur minimale de la résistance à la traction $R_m = 490$ MPa

valeur minimale de l'allongement à la rupture à la TA : longitudinale 35%, transversale 30%

A

valeurs minimales de la résilience au choc entaillé à RT: longitudinal 100 J,
transversal 60 J.

Les aciers présentent moins de 30 μm d'enlèvement de matériaux par simulation
de 4000 heures de fonctionnement à 550°C lorsque le sel de nitrate fondu est
passé à travers eux.

Demande principale

Revendications

1. Un corps tubulaire composé d'acier austénitique pour un sel fondu, en particulier un tube absorbant d'un récepteur solaire utilisant un sel fondu comme moyen de transfert de la chaleur ou un autre tube pour transporter un sel fondu, ayant une composition d'acier comprenant, par rapport au poids:

0,04% - 0,08% de C;

> 0% - 0,014% de N;

> 0% - 0,16% de Mo;

0% - 0,6% de Si;

>0% - 0,85% de Mn;

0% - 0,03% de P;

0% - 0,002% de S;

17,0% - 19,0% de Cr;

9,0% - 12,0% de Ni;

0,0015% - 0,003% de B;

>0% - 0,23% de Cu;

0% - 0,007% de Al;

0% - 0,013% de Nb;

> 0% - 0,12% de V;

> 0% - 0,19% de Co;

0,32% - 0,4% de Ti;

Où Fe est prépondérant et éventuellement des impuretés habituelles

2. Un corps tubulaire selon la revendication 1, comprenant une composition d'acier comprenant, par rapport au poids:

0,04% - 0,05% de C;

0,01% - 0,014% de N;

0,14% - 0,16% de Mo;

0,5% - 0,6% de Si;

0,8% - 0,85% de Mn;

0,02% - 0,03% de P;

0,001% - 0,002% de S;

18,0% - 19,0% de Cr;

9,0% - 12,0% de Ni;

0,0015% - 0,003% de B;

0,2% - 0,23% de Cu;

0,001% - 0,007% de Al;

0,005% - 0,013% de Nb;

0,05% - 0,12% de V;

0,1% - 0,19% de Co;

0,32% - 0,4% de Ti;

Où Fe est prépondérant et éventuellement des impuretés habituelles.

3. Un récepteur solaire utilisant du sel fondu comme moyen de transfert de chaleur et comportant un tube absorbant composé d'un corps tubulaire selon l'une des revendications 1 ou 2.

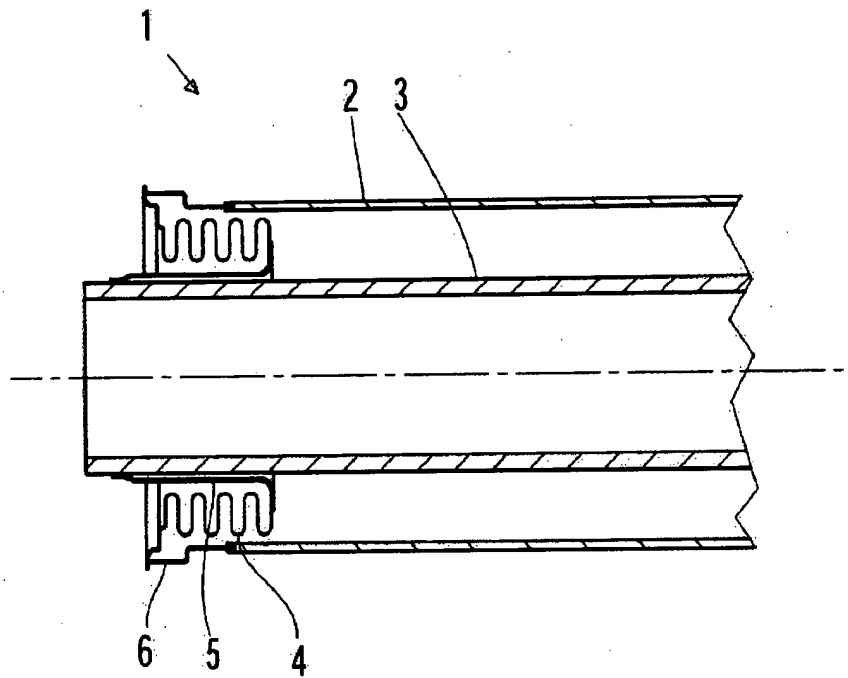


Fig 1

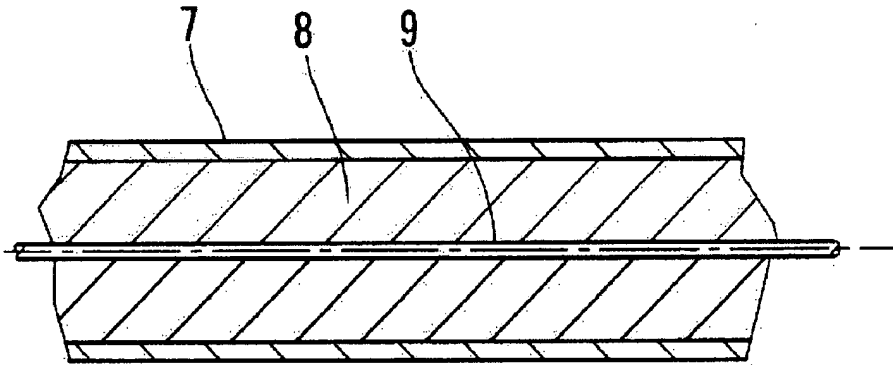


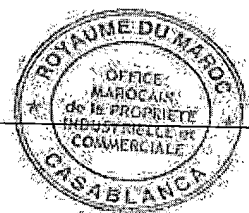
Fig. 2



**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 : 38813	Date de dépôt : 28/01/2016 11/07/2014
	Date d'entrée en phase nationale : 28/01/2016
Déposant : SCHOTT AG	Date de priorité: 30/07/2013
Intitulé de l'invention : CORPS TUBULAIRE EN ACIER AUSTÉNITIQUE ET RÉCEPTEUR SOLAIRE	
Classement de l'objet de la demande :	
CIB : C 21D 8/10, C 21D 6/00, C 21D 9/08, C 22C 38/02, C 22C 38/00, C 22C 38/04, C 22C 38/42, C 22C 38/44, C 22C 38/50, C 22C 38/54, F 24J 2/07	
Le présent rapport contient des indications relatives aux éléments suivants :	
Partie 1 : Considérations générales	
<input checked="" type="checkbox"/> Cadre 1 : Base du présent rapport <input type="checkbox"/> Cadre 2 : Priorité	
Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité	
<input type="checkbox"/> Cadre 3 : Remarques de clarté <input type="checkbox"/> Cadre 4 : Observations à propos de revendications modifiées qui s'étendent au-delà du contenu de la demande telle qu'initialement déposée <input checked="" type="checkbox"/> Cadre 5 : Déclaration motivée quant à la Nouveauté, l'Activité Inventive et l'Application Industrielle <input type="checkbox"/> Cadre 6 : Défaut d'unité d'invention	
Examineur: A EL KADIRI	Date d'établissement du rapport : 15/11/2017
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
3
- 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)

Partie 2 : Opinion sur la brevetabilité

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

Nouveauté (N)	Revendications 1-3 Revendications aucune	Oui Non
Activité inventive (AI)	Revendications 2 Revendications 1, 3	Oui Non
Possibilité d'application Industrielle (PAI)	Revendications 1-3 Revendications aucune	Oui Non

D1 : KR100276 325 B1

D2 : FR2175 526 A1

1. Nouveauté (N) :

Aucun document de l'état de l'art cité ne divulgue les mêmes caractéristiques techniques contenues dans les revendications 1-3, par conséquent, l'objet des revendications 1-3 est nouveau conformément à l'article 26 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

2. Activité inventive (AI) :

Document D1 qui est considéré comme l'art antérieur le plus proche de l'objet des revendications 1 et 3, divulgue (Revendication 1) une oxydation et un acier austénitique résistant à haute température pour les pièces des échangeurs de chaleur avec une température de fonctionnement de 400- 900 °C (paragraphe 3).

D1 (tableau 1) décrit des alliages d'acier au titane stabilisé 1 à 4 avec une composition similaire à celle dans la revendication 1: il convient de noter que, selon le tableau 1 (voir aciers 1-3), les alliages peuvent avoir une teneur en carbone allant jusqu'à 0,04%, ce qui correspond à la limite inférieure pour la teneur en carbone le cas échéant dans la revendication 1; En outre, selon le tableau 1, le contenu du titane jusqu'à 0,43% (voir l'acier 3) est possible.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 diffère des alliages d'acier austénitique décrits dans D1 en ce que l'élément tubulaire est constitué d'un acier ayant une teneur réduite en Mo: 0 à 0,16% et Mn: 0 à 0,85%, et en outre contenant B: 0,0015 à 0,0003%.

Le problème que propose de résoudre la présente invention peut donc être considéré comme fournir des éléments tubulaires de matériaux qui sont appropriés pour recevoir et transporter des liquides chauds et oxydants, ayant une forte résistance à la température et une résistance élevée à la corrosion, et un effet contre le vieillissement d'une couche absorbante sur l'élément tubulaire.

Toutefois, l'objet de la revendication 1 n'implique pas une activité inventive pour les raisons suivantes:

D1 décrit une teneur manganèse de 2% et moins. Et une teneur en molybdène de 3% et moins. Les gammes pour ces deux éléments dans la revendication 1 de la présente demande sont donc

situées entièrement dans les limites indiquées dans D1 et, en outre, ont de 0% comme limite inférieure commune. Par conséquent, les caractéristiques selon lesquelles la teneur en manganèse est de 0 à 0,85% et la teneur en molybdène est de 0 à 0,16%, constitue l'une de plusieurs possibilités évidentes que l'homme de métier cherchant à résoudre le problème posé choisirait, selon les circonstances, sans faire preuve d'esprit inventif.

Le document D2 (revendication 1) décrit un procédé de traitement thermique, pour les aciers inoxydables austénitiques du type 18Cr-10Ni, qui contiennent ou pas (0%) de molybdène. Sont stabilisés avec du titane ou du niobium, et contiennent 0.002- 0,015% de bore.

L'objectif du document D2 est d'obtenir un acier formable ayant une haute résistance, qui est également approprié pour une utilisation à haute températures et est aussi résistant que possible aux milieux agressifs et à la corrosion inter-cristalline (page 1, lignes 16-18). Les aciers définis dans D2 sont également couverts par la famille des aciers à haute résistance Cr-Ni qui sont décrits dans D1 et dans la présente demande.

Il est fait référence en particulier à l'exemple 1 de l'acier (par exemple 1; page 2, ligne 39 à la page 3, ligne 8) qui a une teneur en bore et en manganèse légèrement plus élevée que la Composition selon la revendication 1, et sur la base duquel, l'effet du bore ajouté sur les propriétés mécaniques spécifiques des aciers austénitiques résistants à haute température est illustré en D2, par exemple l'effet sur l'allongement à la rupture RP0,2 qui est jusqu'à deux fois plus haut dans le cas où le bore a été ajouté.

L'homme de métier, en partant de D1 et cherchant à augmenter la stabilité dans le temps à une température élevée ainsi que la résistance à la chaleur de l'élément tubulaire consistant à un acier austénitique, n'aurait pas hésité à ajouter également du bore dans les alliages d'acier à D1, avec la gamme proposée en D2. En outre, compte tenu des divulgations de D1 et D2, l'homme de métier n'aurait pas hésité à ajouter du bore, par exemple, aux aciers austénitiques stabilisés de titane 1.4541 et 1.4571 (Correspondant à AISI 316Ti) décrit comme art antérieur dans la présente demande, en vue d'atteindre un niveau comparable de la stabilité dans le temps à des températures élevées et de la résistance à la chaleur. De cette manière, l'homme du métier arriverait à l'objet de la revendication 1, sans faire preuve d'esprit inventif.

Par conséquent, l'objet de la revendication 1 n'implique pas une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Les aciers austénitiques décrits dans D1 et D2 concernent des alliages qui sont appropriés en tant que matériau pour les tubes destinés pour le transport de sels fondus, car ils disposent d'une bonne la résistance à des températures élevées et une bonne résistance contre la corrosion intergranulaire et des milieux agressifs.

L'utilisation d'un acier connu de la combinaison de D1 et D2, comme tube absorbeur dans un récepteur solaire ayant un sel fondu comme moyen de transfert thermique, correspond seulement à l'une de plusieurs possibilités d'utilisation évidentes pour un acier correspondant, qu'un homme du métier cherchant à résoudre le problème posé choisirait, selon les circonstances, sans faire preuve d'esprit inventif.

Par conséquent, l'objet de la revendication 3 n'implique pas une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

Par ailleurs, l'homme de métier ne trouve aucune incitation de l'état de l'art cité D1-D2 lui permettant d'arriver à la caractéristique distinctive (la composition d'acier) de la revendication 2 sans faire preuve d'esprit inventif. Par conséquent, l'objet de la revendication 2 implique une activité inventive conformément à l'article 28 de la loi 17-97 telle que modifiée et complétée par la loi 23-13.

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.