



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 227 292 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
31.07.2002 Bulletin 2002/31

(51) Int Cl.7: **F28F 13/12, F28F 21/08,
F28G 1/06**

(21) Numéro de dépôt: **02290183.9**

(22) Date de dépôt: **25.01.2002**

(84) Etats contractants désignés:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Etats d'extension désignés:
AL LT LV MK RO SI

(72) Inventeur: **Baudelet, Claude**
78100 Saint Germain en Laye (FR)

(74) Mandataire: **Jolly, Jean-Pierre et al**
Cabinet Jolly
54, rue de Clichy
75009 Paris (FR)

(30) Priorité: **30.01.2001 FR 0101218**

(71) Demandeur: **Elf Antar France**
92800 Puteux (FR)

(54) **Dispositif reducteur d'encrassement d'un échangeur thermique tubulaire**

(57) Ce dispositif réducteur d'encrassement des tubes d'un échangeur thermique tubulaire est du type comportant au moins un élément générateur de turbulences logé à l'intérieur d'un des tubes dudit échangeur et il est réalisé en un alliage métallique ayant une teneur en nickel supérieure à 50% en poids et comporte en

outre au moins un métal choisi dans le groupe constitué par le chrome et le molybdène pour améliorer sa résistance à la corrosion, lorsqu'il est en contact avec un des hydrocarbures et notamment avec du pétrole brut.

EP 1 227 292 A2

Description

DOMAINE TECHNIQUE

[0001] L'invention concerne les dispositifs réducteurs d'encrassement des échangeurs thermiques tubulaires.

[0002] Elle trouve son application dans l'industrie pétrolière, la pétrochimie, qui mettent en oeuvre des échangeurs de chaleur tubulaires dans lesquels circulent des fluides corrosifs.

ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE

[0003] Des échangeurs thermiques tubulaires équipés de dispositifs réducteurs d'encrassement sont décrits dans le brevet EP 0 174 254 du 09.11.86.

[0004] Selon ce document, les réducteurs d'encrassement montés à l'intérieur des tubes des échangeurs comprennent un élément générateur de turbulences, mobile, comportant un enroulement métallique en forme de solénoïde indéformable, maintenu en position par un système d'accrochage tel que l'élément générateur de turbulences puisse être entraîné en rotation par le fluide qui circule dans l'échangeur.

[0005] Pour que les éléments mobiles soient indéformables, ils sont généralement réalisés en acier du type corde à piano, dénommé aussi acier à ressort.

[0006] Lorsque ces éléments générateurs de turbulences sont en contact avec des fluides corrosifs, comme c'est le cas par exemple dans les échangeurs tubulaires utilisés pour réchauffer le pétrole brut dans les unités de distillation atmosphérique dans les raffineries de pétrole, ils sont l'objet de différents types de corrosion, qui conduisent à leur destruction.

[0007] Dans ces échangeurs, le pétrole brut qui circule dans les tubes est faiblement chargé en eau et contient des sels minéraux, dont des chlorures, des composés sulfurés, tels que l'hydrogène sulfuré ou des mercaptans et des acides naphthéniques, ce qui lui confère les propriétés d'un milieu particulièrement corrosif.

[0008] En dessous de 150°C, une attaque de l'acier à ressort par les ions hydrogène conduit à une rapide fragilisation inter-granulaire qui entraîne une rupture des éléments générateurs de turbulences.

[0009] Au-dessus de 220°C, après le passage du pétrole brut au dessaleur, le taux de chlorures encore présents est de 0,1 à 0,2%. La présence d'acide chlorhydrique provenant de l'hydrolyse des chlorures encore présents conduit à une lente corrosion des éléments mobiles.

[0010] A partir de 250°C, les acides naphthéniques conduisent également à une lente corrosion des éléments générateurs de turbulences.

[0011] L'hydrogène sulfuré, issu de la combinaison de l'hydrogène avec le soufre organique contenu dans la charge d'hydrocarbures, favorise la rupture par fragilisation des éléments générateurs de turbulences. La présence de mercaptans dans la charge d'hydrocarbures

accélère la corrosion.

[0012] D'autres réducteurs d'encrassement pour échangeurs thermiques tubulaires sont décrits dans le brevet FR 2 479 964 du 8 avril 1980.

[0013] Selon ce document, les réducteurs d'encrassement montés à l'intérieur des tubes des échangeurs comprennent chacun un élément générateur de turbulences comportant un enroulement métallique en forme de solénoïde élastique, s'étendant sur toute la longueur des tubes, qui est mis en agitation par le fluide qui circule dans l'échangeur.

[0014] Ces éléments mobiles élastiques sont obtenus généralement par étirage d'un ressort réalisé en corde à piano.

[0015] Comme les éléments mobiles décrits dans le document EP 0 174 254, ils sont fragilisés par la corrosion, mais, étant mis sous tension, ils présentent un risque supplémentaire de corrosion sous tension, notamment lorsqu'ils sont en présence de chlorures, même présents à de faibles teneurs de l'ordre de 30 mg par litre dans le liquide en circulation à l'intérieur des tubes des échangeurs.

[0016] Une solution connue, pour diminuer les risques de corrosion, consiste à réaliser les éléments mobiles et leurs systèmes d'accrochage en titane écroui.

[0017] Toutefois, ce métal présente l'inconvénient d'avoir une résistance à la traction insuffisante pour conférer aux éléments mobiles la raideur nécessaire à leur bon fonctionnement.

[0018] D'autres réducteurs connus d'encrassement des tubes d'un échangeur thermique tubulaire, comportant au moins un élément générateur de turbulences, fixe, logé à l'intérieur d'un des tubes, présentent les mêmes inconvénients.

EXPOSE DE L'INVENTION

[0019] La présente invention vise à remédier à ces inconvénients et notamment à fournir des dispositifs réducteurs d'encrassement pour des échangeurs thermiques tubulaires, qui résistent à la corrosion.

[0020] A cette fin, la présente invention propose un dispositif réducteur d'encrassement des tubes d'un échangeur thermique tubulaire du type comportant au moins un élément générateur de turbulences logé à l'intérieur d'un des tubes dudit échangeur et appelé, en cours d'utilisation, à être en contact avec un milieu comprenant des hydrocarbures, notamment du pétrole brut, caractérisé en ce que ledit élément destiné à être en contact avec les hydrocarbures est réalisé en un alliage métallique ayant une teneur en nickel supérieure à 50% en poids et comportant en outre au moins un métal choisi dans le groupe constitué par le chrome et le molybdène, pour améliorer sa résistance à la corrosion.

[0021] Selon une autre caractéristique de l'élément générateur de turbulences du dispositif de l'invention, afin que celui-ci résiste à la corrosion sous tension, l'alliage métallique en lequel il est réalisé a des teneurs en

chrome, TCr, et en molybdène, TMo, exprimées en % en poids de l'alliage, telles que la relation suivante soit vérifiée :

$$\text{TCr} + 3,3 \times \text{TMo} > 36\%$$

en poids de l'alliage métallique.

[0022] Selon une autre caractéristique de cet élément du dispositif de l'invention, l'alliage métallique en lequel il est réalisé comprend les métaux suivants, dans les gammes de teneurs indiquées :

- nickel : de 55 à 65 % en poids,
- chrome : de 20 à 25 % en poids,
- molybdène : de 5 à 10 % en poids,
- niobium de : 2,5 à 4 % en poids,
- fer : complément à 100 %.

DESCRIPTION DETAILLÉE DE L'INVENTION

[0023] D'une manière générale le dispositif de l'invention est utilisé pour réduire l'encrassement des échangeurs thermiques tubulaires dans lesquels circulent des fluides corrosifs.

[0024] C'est le cas notamment des échangeurs thermiques utilisés pour réchauffer le pétrole brut dans les unités de distillation atmosphérique des usines de traitement du pétrole brut.

[0025] Ce pétrole brut contient de l'eau en faible quantité, des sels minéraux et des composés soufrés, ce qui le rend particulièrement corrosif.

[0026] Selon un mode préférentiel de réalisation de l'invention, les réducteurs d'encrassement de ces échangeurs sont réalisés en un alliage métallique constitué des matériaux suivants (en % en poids) :

- Nickel : 64,9,
- Chrome : 22,16,
- Molybdène : 8,75,
- Niobium : 3,62,
- Fer : 0,19,
- Titane : 0,18,
- Aluminium : 0,089,
- Silicium : 0,057,
- Magnésium : 0,022,
- Carbone : 0,012,
- Cuivre : 0,010,
- Cobalt : 0,005,
- Phosphore : 0,003,
- Soufre : 0,002.

[0027] Avec cet alliage, l'expression $\text{TCr} + 3,3\text{TMo}$, dans laquelle TCr représente la teneur en chrome et TMo le teneur en molybdène, vaut $22,16 + 3,3 \times 8,75$, soit 51,03 % en poids.

[0028] La relation $\text{TCr} + 3,3\text{TMo} > 36\%$ en poids est donc vérifiée.

[0029] Grâce à cet alliage, le dispositif réducteur d'encrassement résiste à la corrosion de type inter-granulaire et à la corrosion sous tension.

[0030] De plus, cet alliage présente une résistance à la traction de 1 650 Mpa, très supérieure à celle du titane, qui est de l'ordre de 700 MPa, et largement suffisante pour que les dispositifs réducteurs d'encrassement fonctionnent correctement.

[0031] La présente invention n'est pas limitée aux échangeurs dans lesquels circule du pétrole brut, elle trouve aussi son application pour les échangeurs d'unités pétrochimiques dans lesquels circulent d'autres hydrocarbures corrosifs.

15 EXEMPLE

[0032] Cet exemple concerne des dispositifs réducteurs d'encrassement d'échangeurs thermiques utilisés pour réchauffer du pétrole brut de type arabe léger, dans une unité de distillation atmosphérique d'une usine de traitement du pétrole brut qui n'est pas équipée d'un dispositif de dessalage.

[0033] Chaque échangeur comporte une calandre, à l'intérieur de laquelle sont montés 564 tubes de diamètre intérieur égal à 20,2 mm et de longueur d'environ 6 100 mm. Côté calandre circule du résidu de distillation atmosphérique provenant du fond de la colonne de distillation atmosphérique, qui réchauffe à une température de 260 °C le pétrole brut non dessalé qui circule à l'intérieur des tubes. A l'intérieur de ces tubes sont montés des dispositifs réducteurs d'encrassement du type de ceux décrits dans le brevet FR 2 479 964.

[0034] Ces dispositifs réducteurs d'encrassement se présentent sous la forme de solénoïdes réalisés à partir d'un fil d'un alliage métallique de diamètre égal à 1,2 mm, contenant 64,9% de nickel et 8,75% de molybdène, tel que celui défini ci-dessus.

[0035] Lorsque le pétrole brut circule dans les tubes, les réducteurs d'encrassement sont étirés et présentent alors un diamètre extérieur d'environ 15 mm.

[0036] Le pétrole brut qui circule dans les tubes des échangeurs a une teneur moyenne en eau de 0,8%, exprimée en volume, une teneur moyenne en chlorure de sodium de 30 mg par litre et une teneur moyenne en produits soufrés de 1,8% en poids, exprimée en soufre total.

[0037] Dans ces conditions, la durée de vie des dispositifs réducteurs d'encrassement réalisés conformément à l'invention est d'environ 2 ans, alors qu'elle n'est que de 12 mois pour des réducteurs d'encrassement réalisés en acier à ressort.

[0038] Les dispositifs réducteurs d'encrassement d'échangeurs thermiques selon l'Exemple, mis en place dans des échangeurs d'une unité pétrochimique de vapocraquage, montrent également un allongement significatif de leur durée de vie.

Revendications

1. Dispositif réducteur d'encrassement des tubes d'un échangeur thermique tubulaire du type comportant au moins un élément générateur de turbulences logé à l'intérieur d'un des tubes dudit échangeur et appelé, en cours d'utilisation, à être en contact avec un milieu comprenant des hydrocarbures, notamment du pétrole brut, **caractérisé en ce que** ledit élément, destiné à être en contact avec les hydrocarbures est réalisé en un alliage métallique ayant une teneur en nickel supérieure à 50% en poids et comportant en outre au moins un métal choisi dans le groupe constitué par le chrome et le molybdène, pour améliorer sa résistance à la corrosion. 5
10
15
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** l'alliage métallique en lequel il est réalisé a des teneurs en chrome, TCr, et en molybdène, TMo, exprimées en % de poids de l'alliage, telles que la relation suivante soit vérifiée : 20
- $$\text{TCr} + 3,3 \times \text{TMo} > 36\%$$
- 25
- en poids de l'alliage métallique.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce que** l'alliage métallique en lequel il est réalisé comprend les métaux suivants, dans les gammes de teneurs indiquées, en % de poids : 30
- nickel : de 55 à 65 %, 35
 - chrome : de 20 à 25 %, 35
 - molybdène : de 5 à 10 %, 35
 - niobium de : 2,5 à 4 %, 35
 - fer : complément à 100 %.
4. Application du dispositif selon une quelconque des revendications 1 à 3, aux échangeurs utilisés dans les raffineries de pétrole brut. 40

45

50

55