

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:
17.01.2024 Bulletin 2024/03

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
E04C 5/10 (2006.01)

(21) Numéro de dépôt: **23184755.9**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
E04C 5/10

(22) Date de dépôt: 11.07.2023

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
 GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
 NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
 Etats d'extension désignés:
BA
 Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Scuoch, Claude**
13580 La Fare-les-Oliviers (FR)

(72) Inventeur: **Scuoch, Claude**
13580 La Fare-les-Oliviers (FR)

(74) Mandataire: **Rhein, Alain**
Cabinet BREV & SUD
55 Avenue Clément Ader
34170 Castelnau-le-Lez (FR)

(30) Priorité: 13.07.2022 FR 2207193

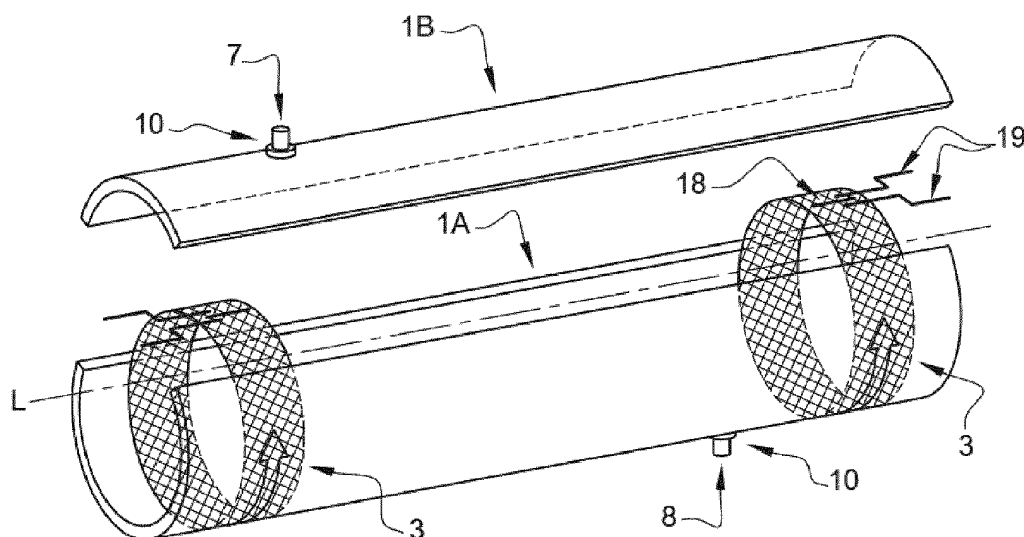
(54) **PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE RÉPARATION DE GAINÉ DE CÂBLE DE PRÉCONTRAINTÉ**

(57) L'invention concerne un procédé de réparation d'une zone dégradée (Z) d'une gaine (2) d'un câble de précontrainte, comportant les étapes suivantes : positionnement de deux résistances chauffantes d'extrémité (3) autour de la gaine (2), positionnement, au-dessus desdites résistances (3), de deux portions de manchette en polymère formant un manchon, soudage par électro fusion des résistances (3) avec les portions de manchette (1A, 1B) par application d'un courant électrique.

soudage par extrusion de la première portion de manchette (1A) avec la deuxième portion de manchette (1B), de sorte à former un manchon cylindrique autour de la zone dégradée (Z), de sorte à permettre l'injection ultérieure d'un matériau de comblement à l'intérieur du manchon cylindrique ainsi formé, et à réparer ainsi la gaine (2) de câble de précontrainte.

L'invention se rapporte également à un ensemble de réparation de gaine de câble de précontrainte adapté pour la mise en oeuvre dudit procédé.

[Fig. 3]



Description

[0001] La présente invention s'inscrit dans le domaine technique de la maintenance, de la réparation et/ou du manchonnage des gaines de câbles de précontrainte, utilisés par exemple dans le domaine des travaux publics et de la construction d'ouvrages en béton précontraint, afin de garantir la fonctionnalité et l'intégrité mécanique desdits ouvrages. L'invention s'applique par exemple à la réparation des câbles pour haubans ou à la réparation des câbles de précontrainte extérieure.

[0002] L'invention concerne plus particulièrement un procédé innovant de réparation de gaine de câble de précontrainte, ainsi qu'un ensemble de réparation de gaine de câble de précontrainte permettant de mettre en oeuvre ledit procédé, l'ensemble de réparation comportant notamment deux parties de manchon cylindrique en polymère destinées à être soudées à la gaine de câble à réparer.

Etat de la technique

[0003] De manière classique, un câble de précontraint béton comprend un faisceau de torons métalliques ainsi qu'une gaine de protection extérieure de forme générale tubulaire. Cette gaine externe est généralement formée en matériau polymère.

[0004] A des fins d'illustration, la Figure 1 annexée illustre de manière schématique la section transversale d'un câble 1 de précontraint béton de l'état de l'art. La Figure 1 donne à voir l'intérieur du câble 1, notamment sa gaine 2 externe de protection présentant une forme générale tubulaire allongée, ainsi que ses torons 5 internes. Les torons 5 sont typiquement formés en acier. De tels câbles de précontrainte sont répandus dans les ouvrages de génie civil, par exemple pour des câbles porteurs ou suspentes de ponts.

[0005] Au cours du cycle de vie des ouvrages d'art en béton précontraint, divers phénomènes de détérioration des gaines de protection des torons de câbles de précontrainte peuvent couramment être observés, nécessitant une intervention rapide de réparation. Il convient notamment de juguler rapidement la corrosion des éléments internes du câble, pouvant causer une rupture mécanique des torons. De préférence, un traitement de surface de la gaine de protection ainsi qu'un traitement en profondeur doivent alors être réalisés afin de restaurer la fonctionnalité et la durabilité du câble de précontraint béton.

[0006] En particulier, les phénomènes suivants de dégradation locale de la gaine de protection externe sont couramment observés dans la pratique :

- ouverture volontaire localisée de la gaine, pour contrôle de l'état des câbles ou du matériau de comblement,
- vandalisme par suite d'une intrusion dans l'ouvrage,
- fissure longitudinale et/ou transversale du matériau

constitutif de la gaine, due par exemple à un frottement entre deux gaines,

- déchirure accidentelle locale de la gaine, par suite du passage des câbles de précontrainte,
- assemblage d'un manchon de protection défectueux autour de la gaine,
- assemblage longitudinal bout-à-bout de gaines de manière non conforme.

[0007] Or, un défaut d'intégrité mécanique et/ou d'étanchéité de la gaine externe de protection du câble de précontraint béton est susceptible d'engendrer la corrosion et l'oxydation rapide des torons, même si ce défaut est très localisé. Un tel défaut nécessite donc une intervention rapide par le personnel responsable du contrôle et de la maintenance de l'ouvrage.

Description générale de l'invention

[0008] Au regard de ce qui précède, il existe un besoin pour un procédé amélioré de réparation d'une gaine de protection d'un câble de précontrainte, par exemple un câble de précontraint béton. Le procédé de réparation doit être efficace et fiable, et sa mise en oeuvre doit être simple et rapide, de sorte à pouvoir traiter des dégradations même dans des zones difficilement accessibles.

[0009] Le procédé de réparation de gaine de câble de précontrainte recherché doit pouvoir être mis en oeuvre en toute sécurité par le personnel responsable de l'ouvrage.

[0010] La qualité et l'étanchéité de la réparation de la gaine doivent être garanties, de sorte à assurer l'intégrité mécanique et la pérennité de l'ouvrage.

[0011] Il existe par ailleurs un besoin pour un procédé de réparation polyvalent, adaptable à une grande variété de câbles de précontrainte indépendamment de leurs dimensions, de leurs matériaux spécifiques, etc.

[0012] Pour répondre à ces différents besoins, un premier aspect de l'invention concerne un procédé de réparation d'une zone dégradée d'une gaine d'un câble de précontrainte, le câble de précontrainte comprenant au moins un toron s'étendant sensiblement le long d'un axe longitudinal, le procédé comprenant les étapes suivantes :

positionnement, en enroulement autour de la gaine, de deux résistances chauffantes d'extrémité respectivement de part et d'autre de la zone dégradée à réparer, positionnement, autour du toron et par-dessus les résistances chauffantes d'extrémité, d'une première portion de manchette en matériau polymère et d'une deuxième portion de manchette en matériau polymère, les deux dites portions de manchette formant ensemble un manchon cylindrique, ladite première portion ou ladite deuxième portion présentant une prise d'évent comprenant une douille soudée, ladite première portion ou ladite deuxième portion présentant une prise d'injection comprenant une

douille soudée supplémentaire,
soudage par électro fusion des résistances chauffantes d'extrémité avec les deux portions de manchette par application d'un courant électrique aux bornes des résistances chauffantes d'extrémité,
soudage par extrusion de la première portion de manchette avec la deuxième portion de manchette, de sorte à former un manchon cylindrique autour de la zone dégradée, de sorte à permettre l'injection ultérieure d'un matériau de comblement à l'intérieur du manchon cylindrique ainsi formé via la prise d'injection, au voisinage de la zone dégradée du câble de précontrainte, de sorte à réparer la gaine du câble de précontrainte.

[0013] Le procédé innovant de réparation de gaine selon l'invention a pour avantage de permettre une réparation rapide et fiable d'une zone dégradée d'une gaine de câble de précontrainte. Une parfaite étanchéité est obtenue entre le manchon cylindrique en matériau polymère et les différents composants du câble de précontrainte, ce qui assure la pérennité et l'intégrité mécanique du câble, notamment au niveau de la zone réparée.

[0014] En outre, le procédé innovant selon l'invention assure la cohésion de l'ensemble après réparation, puisque la dilatation ou rétractation radiale de la zone réparée et la dilatation ou rétractation radiale du reste du câble de précontrainte sont sensiblement identiques.

[0015] De plus, le procédé de l'invention est apte à traiter des dégradations même pour des câbles de précontrainte localisés dans des zones difficilement accessibles.

[0016] Des caractéristiques optionnelles du procédé de réparation selon ledit premier aspect de l'invention, non limitatives pour l'étendue de l'invention, sont les suivantes considérées seules ou selon toute combinaison techniquement possible :

- la première portion de manchette et/ou la deuxième portion de manchette sont formées en polyéthylène ou en polypropylène.
- le soudage par électro fusion comprend, pour chaque résistance chauffante d'extrémité, la connexion d'un automate de soudure au niveau des pattes de connexion de ladite résistance chauffante d'extrémité.
- le soudage par électro fusion comprend, pour chaque résistance chauffante d'extrémité, le chauffage de ladite résistance chauffante d'extrémité à une température d'électro fusion comprise entre 190 degrés Celsius et 230 degrés Celsius.
- le soudage par électro fusion comprend, pour chaque résistance chauffante d'extrémité, le refroidissement de ladite résistance chauffante d'extrémité pendant une durée de refroidissement prédéterminée.
- la prise d'évent et/ou la prise d'injection comprend une douille soudée par polyfusion au matériau poly-

mère du manchon cylindrique.

- l'étape d'injection de matériau de comblement comprend une injection d'un coulis de béton et/ou une injection d'une cire pétrolière.
- le procédé de réparation comprend une étape additionnelle de rebouchage de la prise d'évent à l'aide d'un premier bouchon et/ou de rebouchage de la prise d'injection à l'aide d'un deuxième bouchon, ultérieurement à l'injection du matériau de comblement.

[0017] Un deuxième aspect complémentaire de la présente invention concerne un ensemble de réparation d'une gaine de câble de précontrainte présentant une zone dégradée, comprenant : une première portion de manchette fabriquée en matériau polymère, en forme de secteur de cylindre, comprenant l'une parmi une prise d'évent ou une prise d'injection, une deuxième portion de manchette fabriquée en matériau polymère, en forme de secteur de cylindre, comprenant l'autre parmi une prise d'évent ou une prise d'injection, configurée pour être assemblée avec la première portion de manchette et former ainsi un manchon cylindrique, au moins deux résistances chauffantes d'extrémité, configurées pour être enroulées autour d'un axe longitudinal d'extension d'une gaine de câble de précontrainte, au-dessous de la première portion de manchette et de la deuxième portion de manchette.

[0018] Des caractéristiques techniques optionnelles et non limitatives de l'ensemble de réparation selon ce deuxième aspect de l'invention sont les suivantes, considérées seules ou selon toute combinaison techniquement possible :

- l'ensemble de réparation est prévu pour mettre en oeuvre un procédé de réparation de gaine de câble de précontrainte selon le premier aspect de l'invention tel que défini ci-avant.
- le secteur cylindrique de la première portion de manchette s'étend sur un intervalle de circonférence comprise entre 50% et 90% d'une circonférence totale du manchon cylindrique.
- le secteur cylindrique de la deuxième portion de manchette s'étend sur un intervalle de circonférence comprise entre 10% et 50% de la circonférence totale du manchon cylindrique.
- au moins un bord latéral de la première portion de manchette présente un chanfrein.
- au moins un bord latéral complémentaire de la deuxième portion de manchette présente un chanfrein complémentaire au chanfrein du bord latéral de la première portion de manchette.
- au moins l'une des résistances chauffantes d'extrémité comprend une résistance en grille.
- le diamètre extérieur de la paroi de la première portion de manchette et/ou de la paroi de la deuxième portion de manchette est compris entre 90 millimètres et 200 millimètres.
- l'épaisseur (selon un plan perpendiculaire à l'axe

longitudinal) de la première portion de manchette et/ou de la deuxième portion de manchette est comprise entre 6,0 millimètres et 12 millimètres.

- la longueur (le long de l'axe longitudinal) de la première portion de manchette et/ou de la deuxième portion de manchette est comprise entre 300 millimètres et 2000 millimètres.

Description générale des figures

[0019] D'autres buts et avantages de l'invention ressortiront à la lecture de la description détaillée ci-après, laquelle est complétée par les figures annexées ci-après qui sont données à titre illustratif et non limitatif, parmi lesquelles, en complément de la Figure 1 introduite ci-avant :

[Fig.2] La Figure 2 représente schématiquement, à des fins d'illustration, deux exemples de types de dégradations pouvant être observées au niveau de la gaine d'un câble de précontrainte.

[Fig.3] La Figure 3 est une vue schématique en perspective cavalière de la première portion et de la deuxième portion d'un manchon cylindrique, qui appartiennent à un ensemble de réparation de gaine de câble selon un exemple de réalisation.

[Fig.4] La Figure 4 est une vue schématique en coupe longitudinale de la première portion et de la deuxième portion dudit manchon cylindrique, avant le positionnement dudit manchon cylindrique sur une gaine de câble de précontrainte au niveau d'une zone dégradée.

[Fig.5] La Figure 5 est une vue schématique en coupe transversale (selon le plan B-B de la Figure 4) desdites première portion et deuxième portion de manchon, ladite vue donnant à voir des zones de soudure longitudinale ainsi qu'une prise d'injection de matériau de comblement.

[Fig.6] La Figure 6 est une vue schématique en coupe longitudinale du câble et de la première portion et de la deuxième portion dudit manchon cylindrique, après le positionnement dudit manchon cylindrique au niveau de la zone dégradée du câble, et avant la soudure par électro fusion des résistances d'extrémité.

[Fig.7] La Figure 7 est une vue schématique en coupe longitudinale du câble et du manchon cylindrique, après la soudure par électro fusion des résistances avec le manchon et la gaine.

[Fig.8] La Figure 8 est une vue schématique en coupe transversale (selon le plan B-B de la Figure 7) du câble et du manchon cylindrique, préalablement à l'injection de matériau de comblement visant à restaurer la gaine du câble de précontrainte.

[Fig.9] La Figure 9 est une vue schématique en coupe transversale (selon le plan B-B de la Figure 7) du câble et du manchon, illustrant le résultat après injection de comblement.

[Fig.10] La Figure 10 représente, selon une vue en perspective, un câble de précontrainte à l'issue du procédé de réparation de sa gaine externe.

- 5 Description détaillée de modes de réalisation de l'invention

[0020] La description ci-après concerne la réparation d'une gaine d'un câble de précontrainte (notamment d'un câble de précontraints extérieurs bétons), à l'aide d'un manchon constituant une enveloppe tubulaire placée au niveau de la zone dégradée.

- 10 **[0021]** On comprendra que l'invention peut s'appliquer, avec les mêmes avantages, pour tout type de câble de précontrainte extérieure ou additionnelle (béton ou non béton), câble de hauban, etc.

- Dégradations des gaines externes de câbles de précontrainte

- 20 **[0022]** On a représenté à des fins illustratives, sur la Figure 2 annexée, deux exemples de câbles 1 de précontrainte dont des gaines externes 2 de protection respective présentent une zone dégradée nécessitant une réparation rapide.

25 **[0023]** Le câble de précontrainte représenté sur la partie haute de la Figure 2 présente une zone dégradée Z, au niveau d'une ouverture volontaire de forme rectangulaire. Cette ouverture a pu être pratiquée par exemple pour contrôler l'état des torons, et/ou l'état du matériau de comblement entre les torons et la gaine.

30 **[0024]** Le câble de précontrainte représenté sur la partie basse de la Figure 2 présente, quant à lui, une zone dégradée Z' au niveau d'une fissure transversale de la gaine externe. Cette fissure a pu être créée par un frottement entre deux gaines de protection de câbles.

35 **[0025]** Dans les deux exemples illustrés, certains torons 5 métalliques sont exposés à l'environnement extérieur, du fait de la détérioration et dégradation partielle de la gaine externe 2. Plus généralement, de nombreux types de dégradation de gaine de câble peuvent survenir (vandalisme, déchirure accidentelle de la gaine, etc.)

40 **[0026]** L'intégrité et la fonctionnalité mécanique du câble 1 de précontrainte sont remises en cause. Une telle altération de la gaine externe 2 nécessite une action rapide, à défaut de quoi les torons 5 sont exposés non seulement à des dégradations et chocs extérieurs, mais également à la corrosion. Un traitement en surface et en profondeur est nécessaire.

45 **[0027]** Nous décrivons ci-après et nous illustrons en relation aux Figures 3 à 10 annexées un procédé et dispositif de réparation de gaine selon un exemple.

- Manchon cylindrique de réparation

- 50 **[0028]** La réparation de la gaine 2 au niveau de la zone Z (ou Z') est réalisée par la pose d'un manchon de forme générale cylindrique, assemblé par soudure à la gaine

2, permettant l'injection ultérieure d'un matériau de comblement 4.

[0029] On décrit ici, en relation à la vue de la Figure 3 et selon un exemple de réalisation, les éléments d'un dispositif de réparation comprenant le manchon non assemblé.

[0030] La Figure 4 est une vue schématique en coupe longitudinale de la première portion 1A et de la deuxième portion 1B dudit manchon, avant le positionnement dudit manchon sur une gaine de câble de précontrainte, et la Figure 5 est une vue schématique en coupe transversale dudit manchon selon le plan de coupe B-B indiqué sur la Figure 4.

[0031] Le dispositif de réparation comprend une première portion de manchette 1A et une deuxième portion de manchette 1B initialement dissociées, destinées à être assemblées entre elles, et à être assemblées à la gaine. De préférence, la première portion 1A et la deuxième portion 1B sont toutes deux formées dans un matériau polymère, encore plus préférentiellement en polyéthylène ou en polypropylène.

[0032] Si le matériau sélectionné est du polyéthylène, le matériau est de préférence conforme à la norme française NF 114 et/ou à la norme européenne NF EN 12201 gérées par l'AFNOR.

[0033] La géométrie de la première portion 1A et de la deuxième portion 1B est prévue pour former, après assemblage, un manchon sensiblement cylindrique pouvant être apposé autour de la gaine 2 puis soudé. Ici, chacune des deux portions 1A et 1B forme un secteur de cylindre s'étendant parallèlement à un axe longitudinal L. De préférence, la première portion 1A et/ou la deuxième portion 1B présentent une symétrie par rapport à un plan médian transversal, perpendiculaire à l'axe longitudinal L.

[0034] Il est préférable que le secteur cylindrique de la première portion 1A s'étende sur un intervalle dont la circonférence est comprise entre 50% et 90% de la circonférence totale du manchon cylindrique autour de l'axe L, et/ou que le secteur cylindrique de la deuxième portion 1B s'étende sur un intervalle de circonférence comprise entre 10% et 50% de ladite circonférence totale du manchon. Dans le présent exemple, la première portion 1A couvre 80% de ladite circonférence totale, et la deuxième portion 1B couvre 20% de ladite circonférence totale. Les dimensions de la première portion 1A et de la deuxième portion 1B sont avantageusement sélectionnées en fonction des dimensions de la gaine 2 du câble de précontrainte. A titre d'exemple non limitatif, les dimensions peuvent être les suivantes :

- Le diamètre extérieur de la paroi de la première portion 1A et/ou de la paroi de la deuxième portion 1B, selon une direction radiale orthogonale à l'axe longitudinal L, est préférentiellement compris entre 90 millimètres et 200 millimètres ;
- L'épaisseur de la paroi de la première portion 1A et/ou de la paroi de la deuxième portion 1B, dans un

plan orthogonal à l'axe longitudinal L, est préférentiellement comprise entre 6,0 millimètres et 12 millimètres ;

- La longueur axiale de la paroi de la première portion 1A et/ou de la paroi de la deuxième portion 1B, parallèlement à l'axe longitudinal L, est préférentiellement comprise entre 30 centimètres (300 millimètres) et 2 mètres (2 000 millimètres).

[0035] Les deux portions 1A et 1B de manchon sont conçues pour permettre, après les soudures, l'injection et la circulation d'un matériau de comblement (de préférence du coulis de béton, et/ou de la cire pétrolière) à l'intérieur du manchon cylindrique formé. Un espace annulaire 6 est formé entre les surfaces intérieures des deux portions 1A et 1B de manchon d'une part, et la gaine externe 2 d'autre part. Cet espace pourra être rempli par le matériau de comblement. Pour permettre l'injection, l'une des parties de manchon 1A ou 1B comprend une prise d'évent 7, et l'autre partie de manchon 1A ou 1B comprend une prise d'injection 8.

[0036] Dans le présent exemple, les structures mécaniques de la prise d'évent 7 et de la prise d'injection 8 sont similaires. La prise 7 qui se trouve en amont de la gaine de précontrainte lors de l'injection sert de « prise d'évent » et la prise 8 qui se trouve en aval de la gaine de précontrainte lors de l'injection sert de « prise d'injection ».

[0037] Ici, la prise d'injection 8 est située en position basse sur la première portion 1A prévue pour être placée en bas de la gaine 2, et la prise d'évent 7 est située en position haute sur la deuxième portion 1B prévue pour être placée en haut de la gaine 2.

[0038] Chacune des deux prises 7 et 8 comprend de préférence une douille cylindrique 10 creuse, de petites dimensions (par exemple quelques millimètres de long). La douille 10 est fixée sur la surface extérieure de la partie de manchon correspondante, et s'étend axialement vers l'extérieur. La douille 10 est par exemple formée en polyéthylène ou en polypropylène. Chaque douille 10 définit un canal de passage 12 respectif, débouchant du côté intérieur des parties de manchon 1A et 1B, permettant un passage d'air ou de matériau de comblement. Chaque douille 10 a de préférence été soudée par polyfusion au matériau polymère du manchon cylindrique, tel que cela est représenté sur la Figure 3.

[0039] Par ailleurs, les portions 1A et 1B de manchon possèdent de préférence un chanfrein, destiné à faciliter la soudure par extrusion longitudinale desdites deux portions de manchon. Au moins un bord latéral de la première portion 1A présente un bord de chanfrein (découpe en angle). Le bord latéral en regard de la deuxième portion 1B présente alors une autre découpe en angle complémentaire. Les deux découpes en angle forment entre elles un chanfrein 13.

[0040] De préférence, chacun des deux bords latéraux de la portion de manchon 1A présente un bord de chanfrein, et les bords de la portion de manchon 1B présentent

un bord de chanfrein complémentaire, comme illustré sur la Figure 5.

- Résistances chauffantes d'extrémité

[0041] Comme illustré sur les Figures 3 à 5 annexées, le dispositif de réparation de gaine de câble de précontrainte comporte, en complément des pièces de manchon cylindrique décrites ci-avant, au moins deux résistances chauffantes 3 d'extrémité.

[0042] Les résistances chauffantes 3 sont prévues pour être soudées par électro fusion avec le manchon cylindrique, et avec la gaine externe 2 comportant la zone dégradée Z à réparer.

[0043] Les résistances chauffantes 3 sont conçues pour être placées radialement autour de la gaine 2 à réparer, et en-dessous des deux parties de manchon 1A et 1B, afin de réaliser le soudage par électro fusion. De préférence, les résistances sont continues et ne présentent pas de rupture, afin de permettre un soudage par électro fusion homogène sur la gaine 2.

[0044] De façon avantageuse, les résistances chauffantes 3 sont formées par des résistances en grille. Ainsi, en référence à la Figure 3, chaque résistance chauffante 3 comprend ici une surface annulaire en grille à croisillons métalliques, destinée à monter en température. Chaque résistance chauffante 3 comprend également ici une agrafe 18 transversale d'attache, ainsi qu'une paire de pattes de connexion 19 avec un automate pour assurer la montée en température desdites résistances.

[0045] Les résistances chauffantes 3 sont prévues pour ne pas passer sous la prise d'évent 7 du manchon cylindrique, ni sous la prise d'injection 8, afin que lesdites résistances ne soient pas obturées au cours de l'injection du matériau de comblement.

- Procédé de réparation de gaine de câble de précontrainte

[0046] On décrit ci-après à titre illustratif les étapes d'un procédé de réparation de gaine de câble de précontrainte (ici un câble de précontraint extérieur), selon un exemple possible de réalisation. Ce procédé de réparation est par exemple mis en oeuvre à l'aide d'un ensemble de réparation de gaine comportant une première partie de manchon 1A, une deuxième partie de manchon 1B et deux résistances chauffantes 3 d'extrémité telles que décrites ci-avant.

[0047] Dans le présent exemple, préalablement à la mise en place des deux parties de manchon 1A et 1B et des résistances chauffantes 3, on a déjà réalisé le soudage de deux douilles 10 respectivement sur la première partie de manchon 1A et sur la deuxième partie de manchon 1B, afin de former une prise d'injection 8 et une prise d'évent 7. Ce soudage des douilles 10 a préférentiellement été réalisé par polyfusion.

[0048] Alternativement, les prises d'évent et d'injection pourraient être formées sur le manchon à la suite du po-

sitionnement des parties de manchon 1A et 1B sur la gaine externe 2 à réparer.

[0049] Le procédé de réparation de la zone dégradée Z de la gaine externe 2 débute ici par le positionnement, en enroulement autour de la gaine externe 2, des deux résistances chauffantes 3 d'extrémité. Les résistances chauffantes 3 sont ici des résistances en grille. Les deux résistances chauffantes 3 sont positionnées de part et d'autre de la zone Z. Une première résistance 3 est positionnée axialement en amont de la zone Z (le long de l'axe longitudinal L) et une deuxième résistance 3 est positionnée axialement en aval de la zone Z. De plus, la première résistance 3 est positionnée en amont de l'emplacement de la prise d'évent 7, et la deuxième résistance 3 est positionnée en aval de l'emplacement de la prise d'injection 8. De préférence, les secteurs annulaires grillagés respectifs des deux résistances 3 s'étendent sur tout le tour de la gaine externe 2.

[0050] Ensuite, la première portion de manchon 1A et la deuxième portion de manchon 1B sont positionnées autour du câble de précontrainte. Les deux portions de manchon 1A et 1B sont prévues pour recouvrir la gaine externe 2 (ici au niveau de la zone dégradée Z) et pour recouvrir les deux résistances chauffantes 3.

[0051] Les bords axiaux gauche et droit de la première partie de manchon 1A sont alignés avec les bords axiaux gauche et droit de la deuxième partie de manchon 1B. Ainsi, la gaine 2 est encerclée par la première partie de manchon 1A (ici placée en bas) et par la première partie de manchon 1B (ici placée en haut).

[0052] On a représenté, sur la Figure 6 annexée, une vue en coupe longitudinale d'un câble de précontrainte 1 après positionnement des deux résistances chauffantes 3 et des deux parties de manchon 1A et 1B. Dans cet exemple, la première partie de manchon 1A qui comprend la prise d'injection 8 est assemblée sur le câble 1 par le bas, et la deuxième partie de manchon 1B qui comprend la prise d'évent 7 est assemblée sur le câble 1 par le haut.

[0053] Les deux portions de manchon 1A et 1B forment ensemble un manchon cylindrique 9 qui entoure la gaine externe 2 du câble de précontrainte.

[0054] En outre, les deux portions de manchon 1A et 1B ménagent un espace annulaire 6 entre la surface extérieure latérale de la gaine 2 et l'intérieur du manchon. Comme illustré sur la Figure 6, l'espace annulaire 6 et le vide au niveau des torons 5 sont prévus pour être obturés par l'injection ultérieure du matériau de comblement via la prise d'injection 8, tout en permettant une expulsion d'air au niveau de la prise d'évent 7.

[0055] Le procédé de réparation de gaine se poursuit par le soudage par électro fusion des résistances chauffantes 3 d'extrémité avec chacune des deux portions de manchon 1A et 1B. Le soudage par électro fusion est réalisé par application d'un courant électrique aux bornes des résistances chauffantes 3, alors que ces dernières sont en contact avec les portions de manchon 1A et 1B en matériau polymère. Le soudage par électro fusion per-

met de solidariser chacune des résistances chauffantes 3 d'une part avec la gaine externe 2, et d'autre part avec chacune des deux portions de manchon 1A et 1B.

[0056] Dans le présent exemple, le soudage par électro fusion est réalisé comme suit, successivement sur l'une puis l'autre des résistances chauffantes 3. Un automate de soudure est d'abord connecté aux bornes de la résistance chauffante 3, par exemple via les pattes de connexion 19 de la résistance 3. La soudure est réalisée de préférence dans une position d'accessibilité.

[0057] Ensuite, un courant électrique est appliqué aux bornes de ladite résistance, dont l'intensité est contrôlée de sorte à obtenir une température d'électro fusion suffisante. La température d'électro fusion sélectionnée est de préférence comprise entre 190 degrés Celsius et 230 degrés Celsius pour réaliser un soudage durable sans endommager le manchon ou la gaine. Du fait du positionnement axial des résistances chauffantes 3, la soudure par électro fusion n'obture pas les prises d'évent et d'injection.

[0058] Enfin, après débranchement de l'automate de soudure, les résistances chauffantes 3 sont laissées à refroidir pendant une durée de refroidissement prédéterminée à l'issue de la soudure, par exemple une durée de refroidissement supérieure à 10 minutes.

[0059] On a représenté, sur la Figure 7 annexée, une vue en coupe longitudinale du câble de précontrainte 1 et du manchon 9 à l'issue de l'étape de soudage par électro fusion des deux résistances chauffantes 3 avec le manchon et avec la gaine externe du câble. Les résistances chauffantes sont fondues dans la masse de la gaine 2 et des portions de manchon 1A et 1B. Le procédé de réparation de gaine se poursuit ici par le soudage par extrusion longitudinale de la première portion de manchon 1A avec la deuxième portion de manchon 1B, de sorte à former un manchon 9 (de préférence cylindrique) autour de la zone dégradée Z de la gaine 2. Comme décrit ci-avant, de manière préférentielle, la zone de soudure par extrusion longitudinale est définie par moins un bord latéral de la première portion 1A présentant un bord de chanfrein (découpe en angle) comme cela est illustré sur la Figure 5 commentée précédemment. Le bord latéral en regard de la deuxième portion 1B présente alors de préférence une découpe en angle complémentaire, de sorte à définir un chanfrein 13 le long de l'axe L. La soudure par extrusion longitudinale est alors réalisée le long des deux bords latéraux en regard, formant des soudures 11, ici au niveau des chanfreins 13.

[0060] De préférence, deux chanfreins 13 sont définis des deux côtés, sur les deux paires de bords latéraux en regard des deux portions de manchon 1A et 1B. Les soudures 11 réalisées font fusionner les deux portions de manchon 1A et 1B pour former le manchon cylindrique 9. Ces soudures sont de préférence réalisées également dans une position d'accessibilité.

[0061] De préférence, les deux soudures par extrusion longitudinale sont mises en oeuvre comme suit. Une extrudeuse, de préférence équipée d'un patin de soudage

(par exemple en Téflon) correspondant au profil de soudure voulu, est utilisée pour écraser la matière d'extrusion. Ainsi, sous l'effet de la chaleur et de l'écrasement, la matière d'extrusion se fond dans les épaisseurs des deux portions de manchon 1A et 1B. La soudure par extrusion est de préférence réalisée depuis une extrémité axiale des deux portions de manchon, jusqu'à l'autre extrémité, tout au long des bords latéraux à souder ensemble. Un ponçage final peut enfin être réalisé, pour améliorer la finition du soudage et pour permettre un contrôle visuel de la qualité du soudage. On a représenté sur la Figure 8 annexée une vue en coupe longitudinale du câble 1 et du manchon 9 réalisé à l'issue de l'étape de soudure par extrusion longitudinale. Les différentes soudures réalisées à ce stade n'ont pas obturé l'espace annulaire 6.

[0062] On notera que, de manière alternative, l'étape de soudure par extrusion longitudinale des bords latéraux des portions de manchon 1A et 1B pourrait être mise en oeuvre avant l'étape de soudure par électro fusion des résistances chauffantes 3.

[0063] Les deux étapes de soudure des résistances par électro fusion, et de soudure des bords latéraux de coquilles par extrusion longitudinale, sont réalisées avant le comblement de l'intérieur du manchon.

[0064] Le procédé de réparation de la gaine 2 se poursuit ici par l'étape d'injection d'un matériau de comblement 4, dans la zone dégradée Z et dans l'espace 6 ménagé entre la gaine 2 et l'intérieur du manchon 9.

[0065] De manière préférentielle, le matériau de comblement utilisé comprend un coulis de béton et/ou une cire pétrolière. Tout autre matériau de comblement connu de la personne du métier dans le domaine des réparations de gaines de câble de précontrainte pourra être utilisé.

[0066] On notera que l'étape d'injection de matériau de comblement peut être mise en oeuvre soit immédiatement après l'achèvement des soudures par électro fusion et par extrusion, soit plus tardivement. Avant ladite injection, la zone dégradée Z est protégée temporairement de la corrosion atmosphérique par le contact du manchon 9 ; toutefois, il est très préférable d'injecter un matériau de comblement pour achever la réparation de la gaine de câble.

[0067] L'injection est avantageusement réalisée via la prise d'injection 8, préférentiellement par le bas. Le matériau de comblement 4 injecté remplit progressivement l'espace annulaire 6 jusqu'à remplir le volume interne de la zone dégradée Z. Un volume de matériau de réparation 14 est formé à l'emplacement où se situait la zone dégradée Z, en-dessous de la surface interne du manchon 9. Pendant l'injection, l'air est chassé en direction de la prise d'évent 7, qui joue le rôle de purge.

[0068] L'injection du matériau de comblement 4 est préférentiellement réalisée par des opérateurs habilités à la pose et à la maintenance de précontrainte. L'injection peut être réalisée sous une pression prédéterminée sélectionnée en fonction du mode opératoire choisi.

[0069] Enfin, de manière préférentielle, il est possible de reboucher la prise d'évent 7 et/ou de reboucher la prise d'injection 8 à l'aide d'un bouchon obturant le canal de passage 12 correspondant. Les bouchons 15 utilisés sont ici des bouchons taraudés et filetés.

[0070] On a représenté, sur les Figures 9 et 10 annexées, le résultat à l'issue de l'injection du matériau de comblement, à la fin du procédé de réparation de gaine de câble. Certains torons 5, auparavant exposés à l'atmosphère extérieure, sont désormais protégés de la corrosion atmosphérique grâce à la réparation mise en oeuvre.

[0071] En outre, il existe une continuité de matière entre la gaine 2 et le manchon 9, permettant d'éviter une rétraction différentielle ou dilatation différentielle entre la gaine et le manchon.

Revendications

1. Procédé de réparation d'une zone dégradée (Z) d'une gaine (2) d'un câble de précontraint le câble de précontraint comprenant au moins un toron (5) s'étendant sensiblement le long d'un axe longitudinal (L), le procédé comprenant les étapes suivantes :

- positionnement en enroulement autour de la gaine (2) de deux résistances chauffantes d'extrémité (3), respectivement de part et d'autre de la zone dégradée (Z) à réparer,
- positionnement, autour de la gaine (2) et par-dessus les résistances chauffantes d'extrémité (3), d'une première portion de manchette (1A) en matériau polymère et d'une deuxième portion de manchette (1B) en matériau polymère, les deux dites portions de manchette formant ensemble un manchon cylindrique, ladite première portion (1A) ou ladite deuxième portion (1B) présentant une prise d'évent (7) comprenant une douille (10) soudée, ladite première portion (1A) ou ladite deuxième portion (1B) présentant une prise d'injection (8) comprenant une douille (10) soudée supplémentaire,
- soudage par électro fusion des résistances chauffantes d'extrémité (3) avec les deux portions de manchette (1A, 1B) par application d'un courant électrique aux bornes des résistances chauffantes d'extrémité (3),
- soudage par extrusion de la première portion de manchette (1A) avec la deuxième portion de manchette (1B), de sorte à former un manchon cylindrique autour de la zone dégradée (Z), de sorte à permettre l'injection ultérieure d'un matériau de comblement (4) via la prise d'injection (8) à l'intérieur du manchon cylindrique (9) formé, au voisinage de la zone dégradée (Z) du câble de précontraint, de sorte à réparer la gaine (2) de câble de précontrainte.

2. Procédé de réparation selon la revendication 1, dans lequel la première portion de manchette (1A) et la deuxième portion de manchette (1B) sont formées en polyéthylène ou en polypropylène.

3. Procédé de réparation selon l'une quelconque des revendications 1 ou 2, dans lequel le soudage par électro fusion comprend, pour chaque résistance chauffante d'extrémité (3) :

- la connexion d'un automate de soudure au niveau des pattes de connexion (19) de ladite résistance chauffante d'extrémité (3) ;
- le chauffage de ladite résistance chauffante d'extrémité (3) à une température d'électro fusion comprise entre 190 degrés Celsius et 230 degrés Celsius ;
- le refroidissement de ladite résistance chauffante d'extrémité (3) pendant une durée de refroidissement prédéterminée.

4. Procédé de réparation selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel la prise d'évent (7) et/ou la prise d'injection (8) comprend une douille (10) soudée par polyfusion au matériau polymère du manchon cylindrique.

5. Procédé de réparation selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel l'étape d'injection de matériau de comblement (4) comprend une injection d'un coulis de béton et/ou une injection d'une cire pétrolière.

6. Procédé de réparation selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, comprenant une étape additionnelle de rebouchage de la prise d'évent (7) à l'aide d'un premier bouchon (15) et/ou de rebouchage de la prise d'injection (8) à l'aide d'un deuxième bouchon, ultérieurement à l'injection du matériau de comblement.

7. Ensemble de réparation d'une gaine (2) de câble de précontrainte présentant une zone dégradée (Z), l'ensemble de réparation comprenant :

- une première portion de manchette (1A) fabriquée en matériau polymère, en forme de secteur de cylindre, comprenant l'une parmi une prise d'évent (7) ou une prise d'injection (8),
- une deuxième portion de manchette (1B) fabriquée en matériau polymère, en forme de secteur de cylindre, comprenant l'autre parmi une prise d'évent (7) ou une prise d'injection (8), configurée pour être assemblée avec la première portion de manchette (1A) et former ainsi un manchon cylindrique (9),
- au moins deux résistances chauffantes d'extrémité (3) configurées pour être enroulées

autour d'un axe longitudinal (L) d'extension
d'une gaine (2) de câble de précontrainte, au-
dessous de la première portion de manchette
(1A) et de la deuxième portion de manchette
(1B),

5

l'ensemble de réparation de gaine de câble de pré-
contrainte étant prévu pour mettre en oeuvre un pro-
cédé de réparation de gaine de câble de précontrain-
te selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.

10

8. Ensemble de réparation de gaine de câble selon la
revendication 7, dans lequel le secteur cylindrique
de la première portion de manchette (1A) s'étend
sur un intervalle de circonférence comprise entre
50% et 90% d'une circonférence totale du manchon
cylindrique, et dans lequel le secteur cylindrique de
la deuxième portion de manchette (1B) s'étend sur
un intervalle de circonférence comprise entre 10%
et 50% de la circonférence totale du manchon cylin-
drique.
9. Ensemble de réparation de gaine de câble selon
l'une quelconque des revendications 7 ou 8, dans
lequel au moins un bord latéral de la première portion
de manchette (1A) présente un chanfrein (13), et
dans lequel au moins un bord latéral complémentaire
de la deuxième portion de manchette (1B) présente
un chanfrein complémentaire.
10. Ensemble de réparation de gaine de câble selon
l'une quelconque des revendications 7 à 9, dans le-
quel les résistances chauffantes d'extrémité (3)
comprennent des résistances en grille.

15

20

25

30

35

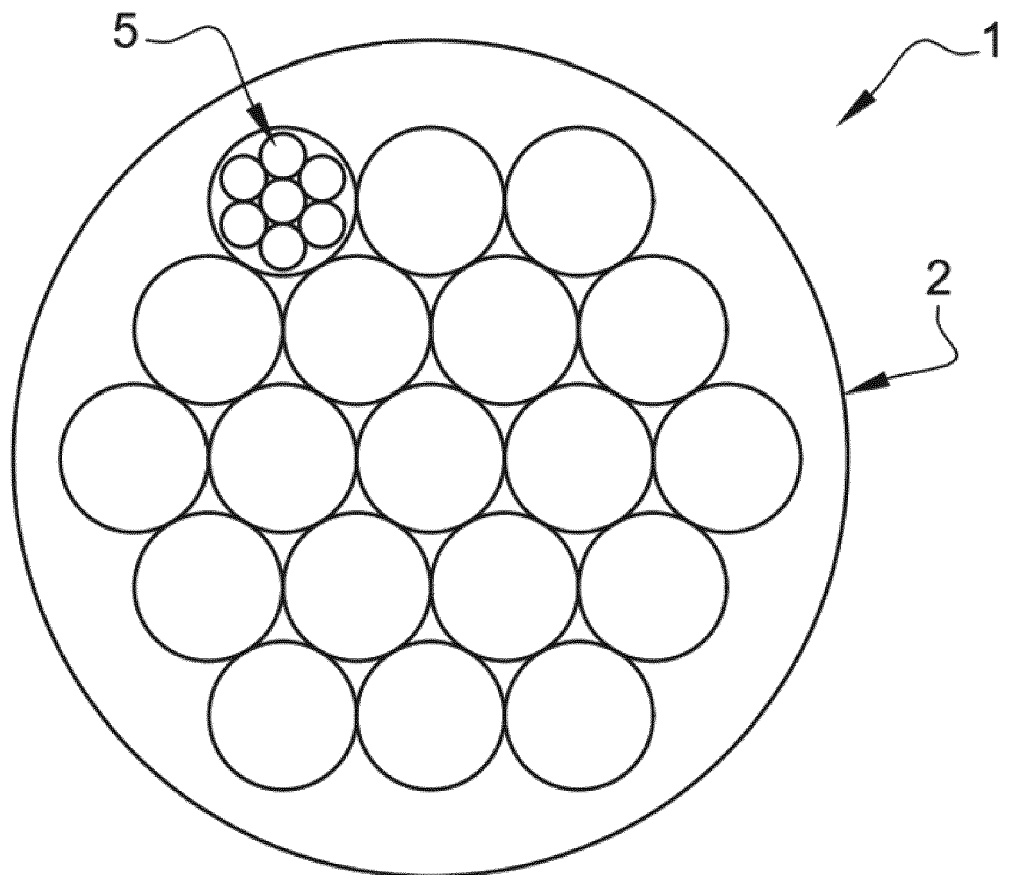
40

45

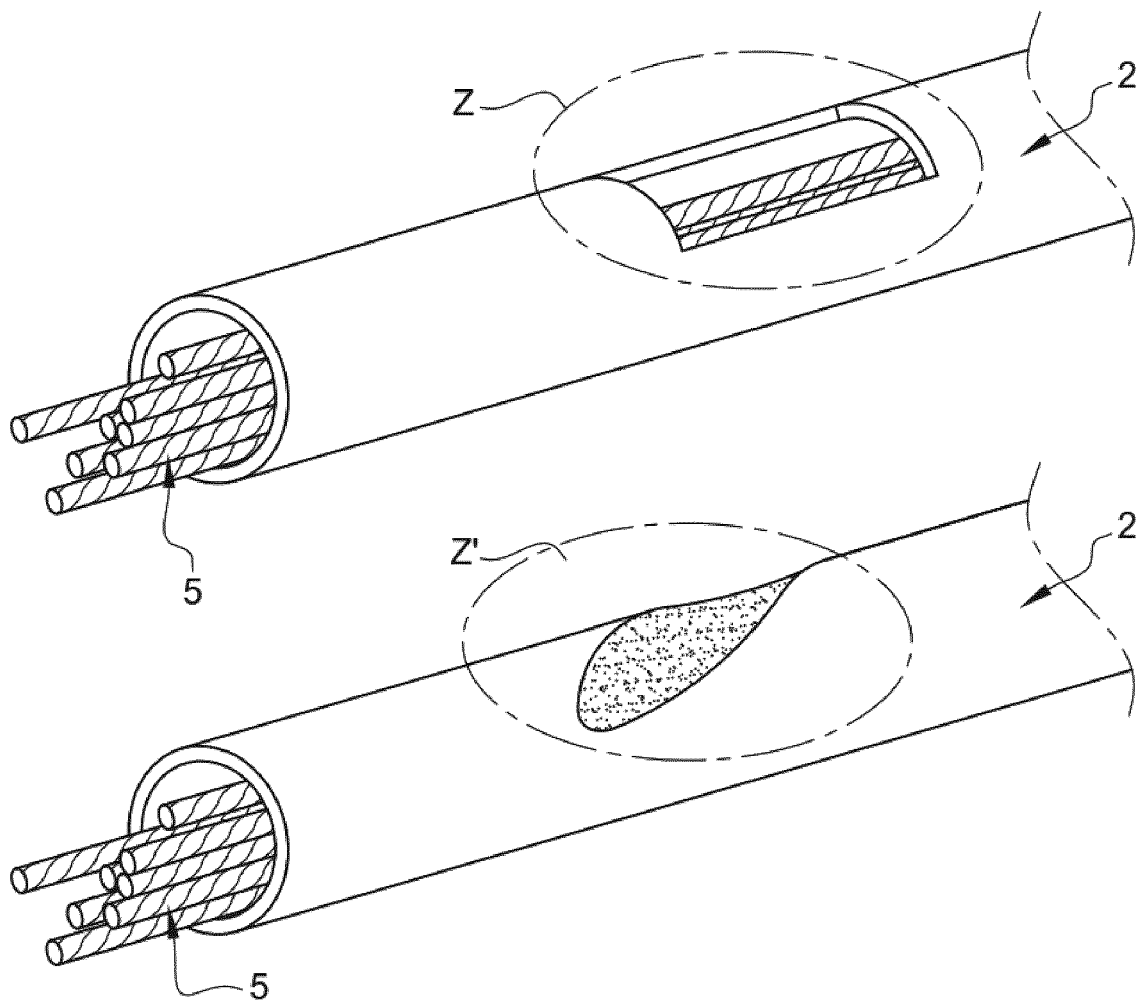
50

55

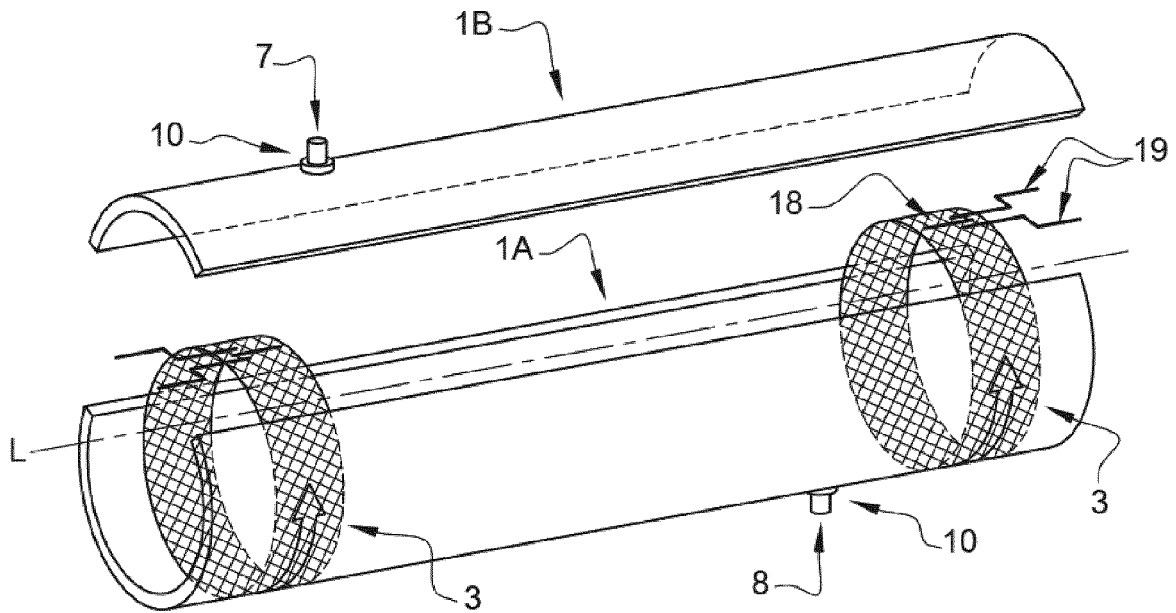
[Fig. 1]



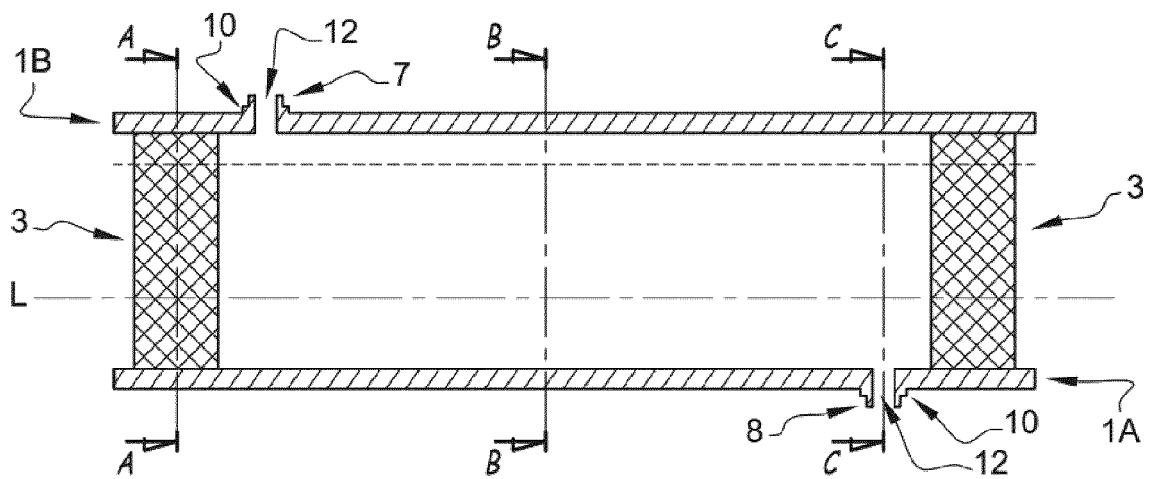
[Fig. 2]



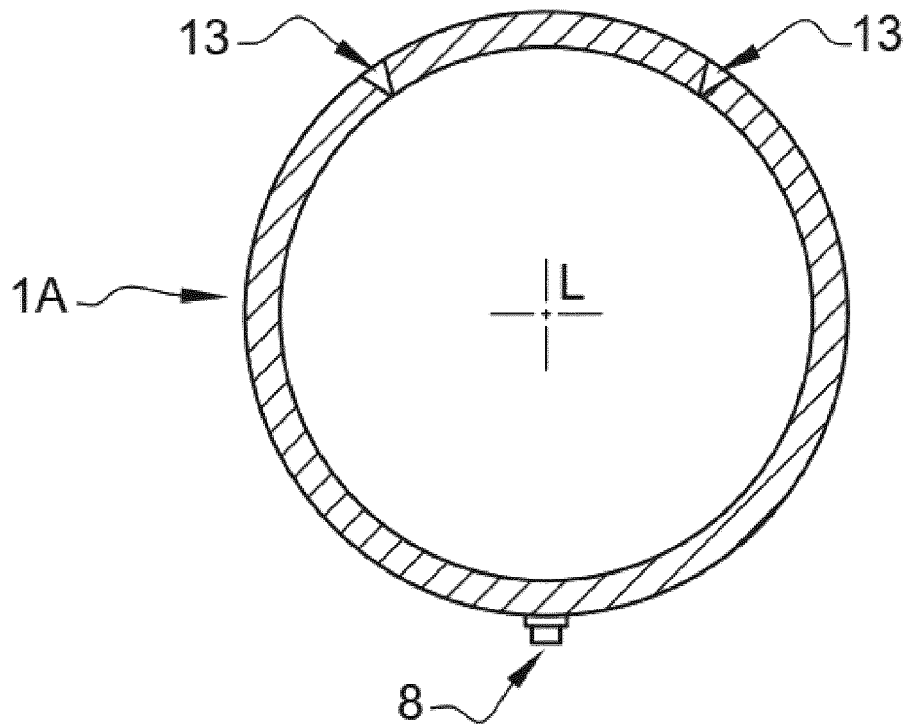
[Fig. 3]



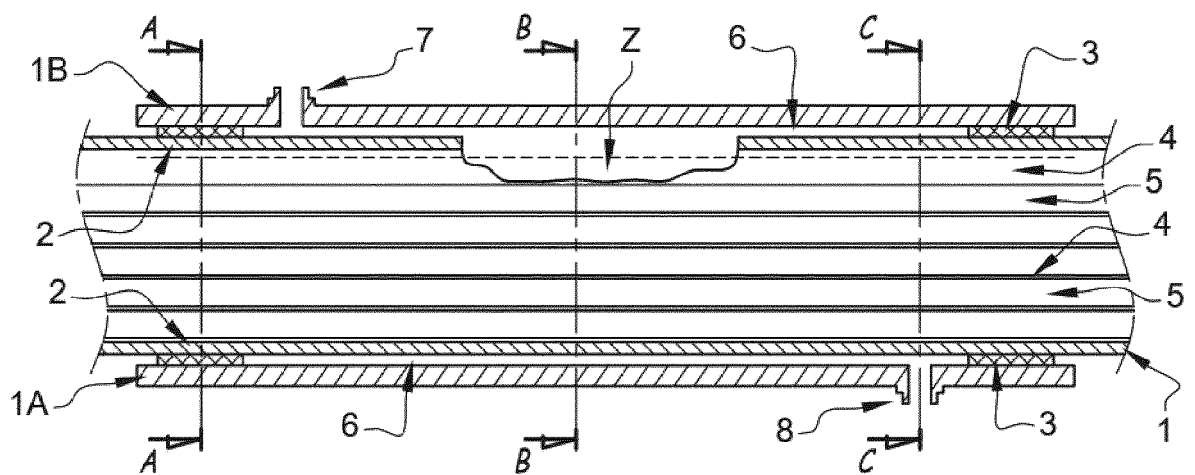
[Fig. 4]



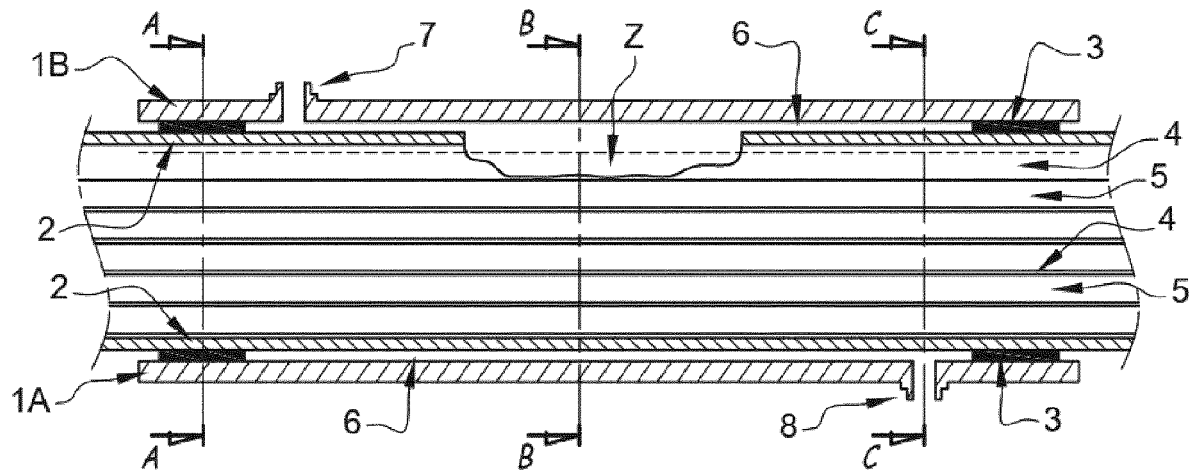
[Fig. 5]



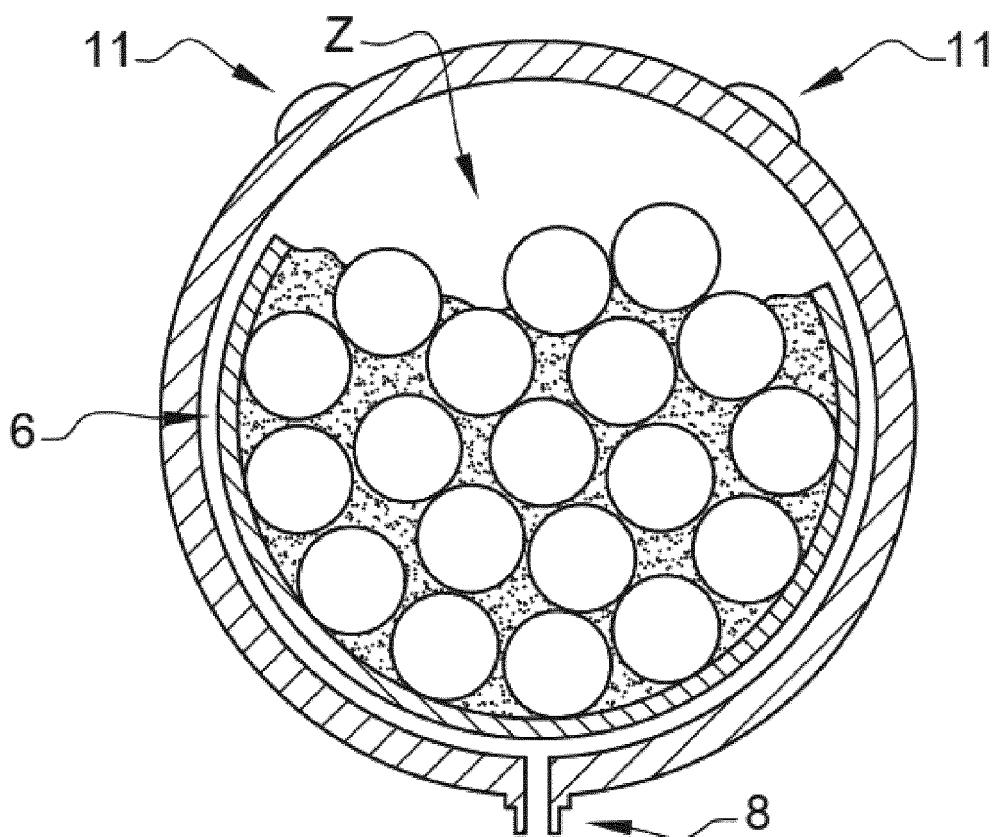
[Fig. 6]



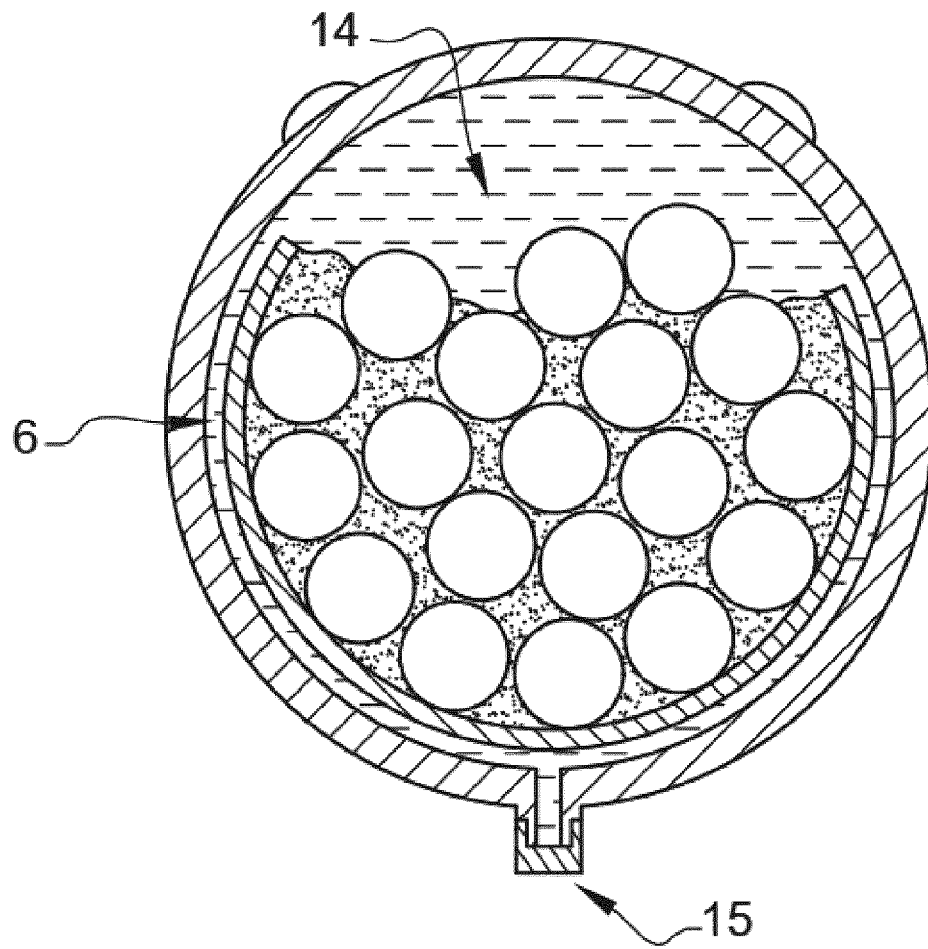
[Fig. 7]



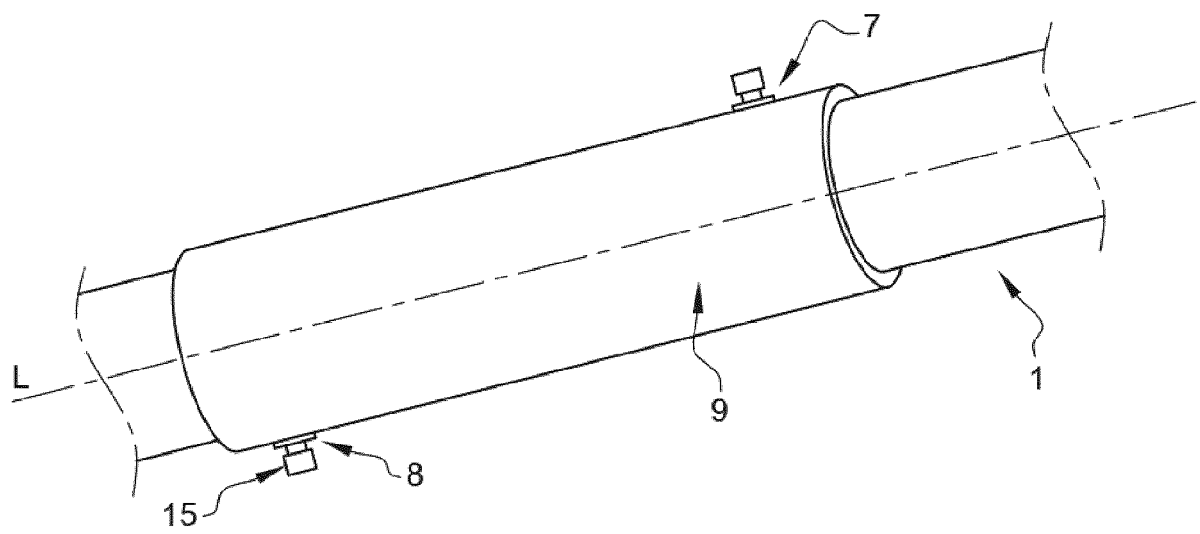
[Fig. 8]



[Fig. 9]



[Fig. 10]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 18 4755

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
A	FR 2 911 382 A1 (CONDAT SA SA [FR]; SAIPEM SA [FR]) 18 juillet 2008 (2008-07-18) * figures 1-8 *	1-10	INV. E04C5/10
A	BE 894 109 A (DANHEUX ET MAROYE SA) 14 février 1983 (1983-02-14) * figures 1-6 *	1-10	
A	JP 2000 160767 A (KURIMOTO LTD) 13 juin 2000 (2000-06-13) * figures 1-4 *	1-10	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC)
			E04C F16L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			

1

Lieu de la recherche

La Haye

Date d'achèvement de la recherche

6 novembre 2023

Examineur

Petrinja, Etjel

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
 Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
 A : arrière-plan technologique
 O : divulgation non-écrite
 P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
 E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date
 D : cité dans la demande
 L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 18 4755

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

06-11-2023

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
FR 2911382 A1	18-07-2008	EP 2104697 A2	30-09-2009
		FR 2911382 A1	18-07-2008
		US 2010143042 A1	10-06-2010
		WO 2008107542 A2	12-09-2008
BE 894109 A	14-02-1983	AUCUN	
JP 2000160767 A	13-06-2000	AUCUN	

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82