

12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22) Date de dépôt : 11 mars 1983.

30) Priorité :

43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 37 du 14 septembre 1984.

60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71) Demandeur(s) : VERNHES Frédéric. — FR.

72) Inventeur(s) : Frédéric Vernhes.

73) Titulaire(s) :

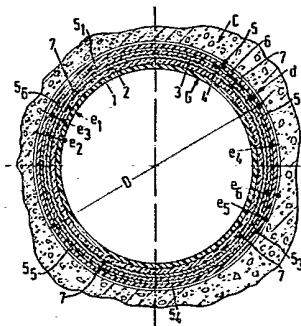
74) Mandataire(s) : Paule G. Morash.

54) Gaines autoporteuses pour conduites et procédé d'introduction et de positionnement de ces gaines dans une conduite.

57) Gaine pour le garnissage interne d'une conduite remarquable en ce que sa paroi est constituée par un matériau composite dont au moins une partie de ses couches comprend une couche 5 chauffante, ladite partie étant disposée entre une couche 1 extrême intérieure pouvant être étanche et, éventuellement, une couche 6 extrême extérieure; ladite partie est imprégnée d'une résine qui se durcit totalement lorsque la gaine est positionnée dans la conduite de façon à se conformer à la section de la conduite; ladite gaine doit alors essentiellement sa rigidité à sa structure propre et elle peut être autoporteuse.

La gaine préparée en atelier, par exemple, de façon à être étanche et dont certaines des couches du matériau composite susmentionné sont imprégnées d'une résine non polymérisée est introduite dans la conduite C, éventuellement, de façon partiellement gonflée. Le chauffage électrique incorporé dans le matériau composite est mis en fonctionnement lors du gonflage de la gaine au moyen d'un fluide sous pression, et maintenu jusqu'à la polymérisation totale de la résine. Les extrémités de la gaine durcie sont alors coupées. La gaine n'adhérant pas, en général, à la paroi intérieure de la conduite est autoporteuse. L'espace resté libre entre la gaine et la

conduite est bouché, de façon étanche, aux extrémités de la conduite.



GAINES AUTOPORTEUSES POUR CONDUITES ET PROCÉDE D'INTRODUCTION
ET DE POSITIONNEMENT DE CES GAINES DANS UNE CONDUITE

La présente invention concerne une gaine pour le garnissage interne d'une conduite avariée par exemple, et le procédé d'introduction et de positionnement de ces gaines dans une conduite, ainsi que les conduites pourvues des gaines conformes à l'invention. Ces gaines utilisées pour le garnissage interne des conduites servent, par exemple, pour la réparation, la consolidation ou l'étanchéisation de conduites avariées, rendues poreuses ou ayant, par exemple, la tendance à s'affaisser.

Dans les procédés connus, la gaine réalisée de façon connue en soi en un matériau composite est réalisée de façon à ce qu'elle soit totalement, sur la totalité de son épaisseur, imprégnée avec une résine. La gaine imprégnée avec ladite résine est introduite dans la conduite et appliquée fermement contre la paroi intérieure de ladite conduite par exemple au moyen d'un fluide sous pression souvent chaud qui est introduit dans la gaine et qui agit sur la face intérieure de la gaine jusqu'à la polymérisation de ladite résine, la paroi extérieure de la gaine adhérant alors fermement et définitivement sur la totalité de la longueur de la conduite à la paroi intérieure de la conduite. Pour obtenir une polymérisation convenable de la résine, on chauffe celle-ci indirectement, en général en chauffant le fluide sous pression ou tout autre moyen d'application de la gaine contre la conduite avant ou après son introduction dans la gaine. Ces procédés connus nécessitent une préparation minutieuse de la paroi intérieure de la conduite consistant en un nettoyage approfondi et un traitement chimique pour permettre l'adhérence de la paroi extérieure de la gaine imprégnée de résine sur la paroi intérieure de la conduite qui elle est souvent également enduite de résine. Ce nettoyage est compliqué, long et coûteux. En outre, le chauffage indirect de la résine ne permet qu'une diffusion irrégulière de la chaleur dans la paroi de la gaine lors de la polymérisation de la résine, ce qui résulte en une adhérence irrégulière de la gaine sur la paroi intérieure de la conduite, par exemple.

La présente invention a pour objet de pallier ces inconvénients. La gaine conforme à la présente invention est caractérisée en ce que sa paroi est constituée par un matériau composite dont au moins une partie de ses couches comprend une couche chauffante, ladite partie étant disposée entre une couche extrême intérieure pouvant être étanche et, éventuellement, une couche extrême extérieure; ladite partie est imprégnée d'une résine qui se durcit totalement lorsque la gaine est positionnée dans la conduite de façon à se conformer à la section de la conduite; ladite gaine doit alors,

essentiellement, sa rigidité à sa structure propre et elle peut être autoporteuse.

Selon un premier mode de réalisation, la gaine se distingue en ce que ledit matériau composite constitutif de sa paroi comporte premièrement une couche extérieure protectrice et ayant une résistance mécanique relativement élevée, cette couche pouvant être étanche et, deuxièmement, une couche réalisée sous forme d'au moins une bande chauffante, troisièmement une couche réalisée sous forme d'un tissu non tissé, quatrièmement au moins un ensemble comprenant - en allant de l'extérieur de la gaine vers son intérieur - une couche réalisée sous forme d'une armature suivie d'une autre couche réalisée en un tissu non tissé, et cinquièmement une couche extrême intérieure étanche réalisée en un matériau synthétique souple et pouvant être lisse; seulement les couches situées entre lesdites couches intérieure et extérieure étant au moins partiellement imprégnées avec une résine, ladite paroi extérieure n'adhérant pas à la paroi intérieure de la conduite; ladite gaine étant alors autoporteuse.

Ladite couche intérieure est réalisée en une feuille de chlorure de polyvinyle, polyéthylène, butyle et analogue.

Ladite deuxième couche est réalisée sous forme d'au moins une bande chauffante électriquement pouvant être de façon connue en soi en fibres de verre enduites de carbone.

Ladite troisième couche est réalisée en un tissu non tissé en fibres de polyester, fibres de verre ou analogues.

L'armature constituant la couche intérieure dudit ensemble est réalisée sous forme d'un grillage, d'un tissu tissé et analogue en fibres de verre; et que la couche extérieure dudit ensemble est réalisée sous forme d'un tissu non tissé en fibres de polyester, fibres de verre et analogues.

Ladite couche extérieure est réalisée en un matériau synthétique souple, tel que le chlorure de polyvinyle, en un tissu tissé, en un grillage en matière synthétique et analogue.

Selon un deuxième mode de réalisation, la gaine est caractérisée en ce que ledit matériau constitutif de sa paroi comporte une couche extrême interne réalisée en un matériau souple et étanche, tel le chlorure de polyvinyle, polyéthylène et analogue, et une couche extrême extérieure protectrice ayant une résistance mécanique relativement élevée, ladite couche étant réalisée en une feuille en chlorure de polyvinyle et analogue, en un tissu tissé en matière synthétique et analogue, en un grillage réalisé en un matériau résistant synthétique ou métallique; plusieurs couches

intermédiaires sont disposées entre lesdites couches extrêmes, dont au moins une couche chauffante électriquement réalisée au moyen de bandes pouvant être, de façon connue en soi, en fibres de verre qui sont enduites de carbone, ladite couche chauffante étant placée entre au moins deux couches
5 réalisées en un tissu tissé en fibres de verre, lesdites couches intermédiaires entre lesdites couches extrêmes étant au moins partiellement imprégnées avec une résine qui se durcit totalement lorsque la gaine est positionnée dans la conduite de façon à se conformer à la section de la conduite; la
10 paroi extérieure de la gaine n'adhère pas à la paroi intérieure de la conduite, ladite gaine étant alors autoporteuse.

Selon un troisième mode de réalisation de l'invention, la gaine est caractérisée en ce que ledit matériau constitutif de sa paroi comporte une couche intérieure réalisée sous forme d'une feuille en un matériau souple et étanche en chlorure de polyvinyle, polyéthylène, butyle et
15 analogue, et au moins deux couches en un tissu tissé en fibres de verre, et au moins une couche chauffante électriquement réalisée au moyen de bandes pouvant être, de façon connue en soi, en fibres de verre enduites de carbone, ladite couche chauffante étant placée entre deux couches réalisées en un
20 tissu non tissé en fibres de verre; toutes les couches sauf ladite couche intérieure dudit matériau composite sont au moins partiellement imprégnées avec une résine qui se durcit totalement lorsque la gaine est positionnée dans la conduite de façon à se conformer à la section de la conduite; ladite gaine doit alors sa rigidité essentiellement à sa structure propre; la
25 paroi extérieure de la gaine peut au moins partiellement adhérer à la paroi intérieure de la conduite.

De préférence, pour les gaines décrites ci-dessus, des dispositifs de mesure de la température sont disposés dans au moins une couche intermédiaire imprégnée de résine précitée, ces dispositifs étant reliés
30 par des moyens connus en soi à des instruments de mesure et de contrôle.

Le procédé conforme à l'invention est essentiellement caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

(i) - La gaine telle que décrite précédemment est préparée en un endroit protégé; les couches du matériau composite de la paroi de ladite gaine devant être imprégnées avec une résine sont imprégnées avec
35 une résine non polymérisée (et par conséquent encore liquide); les bords longitudinaux de la gaine sont joints, au moins partiellement; les extrémités de la gaine sont rendues étanches, une première extrémité étant pourvue d'un tuyau d'admission obturable, d'un fluide sous pression réglable

de façon à ce qu'il traverse au moins une couche de la paroi de la gaine de l'extérieur vers l'espace intérieur de ladite gaine, une deuxième extrémité de ladite gaine ayant été rendue étanche est pourvue avec un dispositif d'accrochage pour un moyen de traction ;

5 (ii) - la gaine ainsi préparée est acheminée vers le site du travail et peut être disposée en un état plié sur le terrain à l'entrée du puits menant vers l'entrée de la conduite devant être pourvue d'un garnissage interne ;

10 (iii) - la paroi intérieure de la conduite est nettoyée superficiellement, ce nettoyage se limitant essentiellement au déblayage de débris et analogues ayant pu se disposer et, éventuellement, s'accumuler localement dans la conduite ;

15 (iv) - la gaine est introduite en un état plié mais pouvant être partiellement gonflée dans la conduite par son extrémité pourvue d'un moyen d'accrochage qui est attaché à un dispositif de traction, qui peut être un câble tracté par un treuil situé à l'extérieur sur le site, à la sortie du puits menant vers la sortie de la conduite, la descente de la gaine dans le puits d'entrée et la montée dans le puits de sortie étant facilitées par des rouleaux ou analogues ;

20 (v) - la gaine pliée et éventuellement partiellement gonflée est tractée le long de la conduite jusqu'à ce que ses extrémités étanches dépassent légèrement l'entrée et la sortie de la conduite, l'extrémité de la gaine disposée à l'entrée de la conduite étant pourvue d'un tuyau d'admission obturable d'un fluide sous pression réglable dans l'intérieur de
25 la gaine et des fils (ou câbles) électriques reliés à la couche chauffante électriquement du matériau composite constitutif de la paroi de la gaine ;

(vi) - la gaine introduite dans la conduite est gonflée progressivement tandis que la couche chauffante électriquement est branchée à une source électrique et chauffe, de façon contrôlée, la résine pour
30 permettre sa polymérisation totale lorsque la gaine est totalement gonflée de façon à ce que sa section soit sensiblement conforme à la section de la conduite, ladite gaine devant alors sa rigidité à sa structure propre et peut, éventuellement, au moins partiellement adhérer à la paroi intérieure de la conduite.

35 (vii) - l'admission du fluide sous pression est arrêtée, le fluide sous pression dans la gaine est évacué, le chauffage électrique est arrêté; les extrémités de la gaine sont coupées et évacuées par les puits ;

40 (viii) - à chaque extrémité de la conduite, l'espace resté libre entre la gaine et la conduite est rendu étanche par bouchage, collage et analogue.

Selon un perfectionnement pouvant être utilisé pour la mise en oeuvre du procédé conforme à l'invention, les extrémités de la conduite sont partiellement obturées de façon étanche; un liquide est introduit dans la conduite sur une faible partie de la hauteur de la conduite; par la suite, la gaine partiellement gonflée est introduite dans la conduite de façon à flotter, lors de son introduction, sur ledit liquide; la gaine est gonflée et ladite résine est chauffée jusqu'à sa polymérisation totale, une partie dudit liquide pouvant être chassée pendant le gonflage de la gaine ; l'obturation partielle des extrémités de la gaine est enlevée pour permettre que les extrémités de la gaine gonflée totalement et ayant pris sa forme définitive puissent être coupées et évacuées.

Le fluide sous pression peut être admis à l'intérieur de la gaine par un tuyau qui traverse de façon étanche au moins la couche extrême intérieure de la gaine ou encore qui traverse, de façon étanche, la totalité de la paroi de la gaine.

Ledit tuyau d'admission du fluide sous pression peut être obturé et des moyens sont prévus pour pouvoir régler le débit et, éventuellement, la pression dudit fluide.

Ladite couche chauffante électriquement est constituée par au moins trois bandes chauffantes disposées de façon adjacente les unes aux autres, de façon à pouvoir utiliser du courant triphasé, les câbles électriques de chaque bande traversant, de façon étanche, au moins une couche du matériau composite constitutif de la paroi de la gaine.

La température de polymérisation est contrôlée pendant tout le procédé de polymérisation au moyen des dispositifs de mesure de la température qui sont disposés dans au moins une couche intermédiaire imprégnée de résine, et par un dispositif de réglage de la température, ledit contrôle pouvant être effectué soit manuellement, soit automatiquement. Le débit et, éventuellement, la pression du fluide de gonflage de la gaine sont contrôlés soit manuellement, soit automatiquement, éventuellement en fonction de la température instantanée de polymérisation.

D'autres caractéristiques et avantages ressortiront du texte suivant et des figures y afférentes, donnés à titre d'exemple.

Les figures 1, 1a, 1 b montrent en coupe, de façon schématique, trois modes de réalisation différents d'un matériau composite constitutif des parois des gaines conformes à l'invention.

Les figures 2, 3 montrent en coupe, de façon schématique, des gaines réalisées avec des matériaux composites différents qui sont disposées en condition gonflée dans des conduites

ayant des sections circulaires.

La figure 4 montre, de façon schématique, la première étape d'introduction d'une gaine pliée dans une conduite ayant une section circulaire.

5 La figure 5 montre, en coupe longitudinale et de façon schématique, la disposition dans une conduite circulaire d'une gaine réalisée avec le matériau composite montré dans la figure 1.

10 La figure 5a montre, en coupe longitudinale et de façon schématique, la disposition dans une conduite circulaire d'une gaine réalisée avec l'un des matériaux composites montrés dans les figures 1, 1 a, 1b.

15 La figure 6 montre, en coupe longitudinale et de façon schématique, une gaine gonflée et disposée définitivement dans une conduite.

Les mêmes numéros de références sont utilisés pour les mêmes dispositifs et/ou éléments dans toutes les figures.

La figure 1 montre un matériau composite pouvant être utilisé pour la formation d'une gaine conforme à l'invention. Ce matériau
20 comporte une couche extrême (1) destinée à constituer la couche intérieure de la gaine (G) (voir figure 2); cette couche (1) est, de préférence, réalisée en un matériau synthétique souple et étanche et, éventuellement, lisse tel que le chlorure de polyvinyle (P.V.C.), le polyéthylène ou analogue. On utilisera, de préférence, du chlorure de polyvinyle au
25 cas où l'on désire que cette couche (1) adhère fermement et définitivement à la couche suivante (2) après la polymérisation totale d'une résine appropriée avec laquelle cette couche (2) sera imprégnée lors de la formation de la gaine (G). Cette couche (2) suivante fait partie d'un ensemble (E) qui comporte, en outre, une couche (3). La couche (2) est de préférence
30 en un tissu non tissé en fibres de verre, fibres de polyester ou analogue, tandis que la couche (3) est une armature en un tissu tissé ou en un grillage en fibres de verre, par exemple.

Le matériau composite peut comporter plusieurs ensembles (E) pour augmenter la résistance de la gaine (G), si cela s'avère nécessaire. La dernière couche (3) - l'armature - du dernier ensemble (E) est
35 suivie d'une couche (4) en un tissu non tissé en fibres de verre, de polyester ou analogue. Après cette couche (4) on trouve une couche (5) qui est réalisée par des bandes en un matériau chauffant électriquement, tel qu'un tissu tissé en fibres de verre enduites de carbone connu en soi,

chacune desdites bandes étant raccordée au moyen des câbles (12), (voir figures 5, 5a, 6) à une source électrique (non montrée sur les dessins). Avantageusement, la couche chauffante (5) d'une gaine comprend trois ou six bandes (5₁, 5₂, 5₃, 5₄, 5₅, 5₆) de façon à ce que ces éléments-bandes chauffants puissent être raccordés à une source électrique triphasée. La couche (5) est suivie d'une couche extrême (6) destinée à constituer la couche extérieure de la gaine (G) constituée. Cette couche possède une résistance mécanique relativement élevée. Elle peut être réalisée en chlorure de polyvinyle et elle est alors étanche ou encore en un tissu résistant maillé ou un grillage en matière synthétique ou même au moins partiellement métallique. Dans au moins une couche, de préférence dans une couche (3) - armature, des dispositifs (7) de mesure de la température - par exemple de thermo-couples - sont disposés à des distances sensiblement égales tout le long de la gaine constituée (voir également figures 2, 5, 5a, 6) qui sont reliés au moyen d'un ou de plusieurs câble(s) à un poste de contrôle de la température (62) (voir figure 6).

La gaine (G) est constituée en posant des feuilles formant les couches les unes sur les autres, en imprégnant uniquement les couches intermédiaires (2,3,4,5) avec une résine, en pliant les feuilles assemblées de façon à ce que la gaine puisse avoir une section dont la configuration sera sensiblement égale à celle de la section de la conduite (C). Les bords longitudinaux de la gaine sont, en général, disposés bout à bout. Les bords des couches extrêmes (1,6) sont joints par un procédé de soudage à l'air chaud, par exemple, tandis que la liaison définitive des bords longitudinaux des couches intermédiaires imprégnées de résine s'effectue par l'adhérence d'un bord à l'autre par la polymérisation totale de la résine, lors de l'installation définitive de la gaine (G) dans la conduite (C). La longueur de la gaine (G) est légèrement supérieure à la longueur de la conduite (C) devant être pourvue d'un garnissage. Les extrémités de la gaine sont fermées de façon étanche; toutefois, des passages étanches pour un tuyau (9) d'admission d'un fluide sous pression et pour les divers câbles électriques sont prévus à au moins l'une des extrémités de la gaine (G). Un dispositif d'accrochage (11) est fixé sur l'une des extrémités étanches. Comme il sera montré plus loin (figures 5, 5a), l'étanchéité des extrémités peut être obtenue par le soudage, par exemple des extrémités de la couche extrême intérieure seulement (fig. 5) ou par la fermeture étanche de la totalité de la gaine (G) à chacune de ses extrémités (fig. 5a). L'épaisseur (t) de la paroi de la gaine (G) est fonction de la grandeur et de la forme de la section de la conduite, de la résistance désirée de la gaine (G), etc.; l'épaisseur (t) peut varier entre 3 mm

et 100 mm pour des conduites ayant des sections allant de 7500 mm^2 à 350.000 mm^2 . La figure 2 montre, à titre d'exemple, en coupe une conduite (C) et une gaine (G) disposée dans cette conduite. La conduite (C) a une section circulaire. La gaine (G) comporte quatre couches intermédiaires (2,3,4,5) imprégnées de résine polymérisée entre deux couches extrêmes (1,6) dont au moins la couche (1) est étanche. Pour un diamètre (D) de la conduite, le diamètre extérieur de la gaine (G) est égal à $(D - 2d)$ (d étant la distance entre la gaine et la conduite); c'est-à-dire que la paroi extérieure de la gaine (G) n'est pas nécessairement en contact avec la paroi intérieure de la conduite (C). En outre, la gaine n'adhère pas à la paroi intérieure de la conduite. La gaine est donc autoporteuse. L'épaisseur de chaque couche varie entre les dimensions suivantes, par exemple :

- couche (1) ... épaisseur e_1 .. de 0,5 mm à 3 mm ;
- couche (2) ... épaisseur e_2 .. de 2 mm à 5 mm ;
- couche (3) ... épaisseur e_3 .. de 0,8 mm à 3 mm ;
- couche (4) ... épaisseur e_4 .. de 2 mm à 5 mm ;
- couche (5) ... épaisseur e_5 .. de 0,2 mm à 2 mm ;
- couche (6) ... épaisseur e_6 .. de 0,5 mm à 4 mm ;

La figure 1a montre un autre mode de réalisation particulièrement avantageux du matériau composite constitutif de la paroi de la gaine (G). Entre deux couches extrêmes (1, 6) similaires ou couches (1,6) du matériau montré dans la figure 1, il y a trois couches (15, 5, 16) intermédiaires qui sont imprégnées avec une résine. Les couches (15,16) sont, de préférence, en un tissu tissé en fibres de verre, tandis que la couche (5) est constituée par au moins trois bandes ($5_1 \dots 5_6$) chauffantes électriquement. Des dispositifs (7) de mesure de température sont prévus dans l'une des couches (15) ou (16) et reliés par des câbles (8) à un appareil de contrôle de la température. Les extrémités de la gaine (G), qui est plus longue que la conduite devant être pourvue d'un garnissage, sont rendues étanches. L'une des extrémités (l'extrémité arrière) de la gaine (G) est pourvue des passages étanches pour un tuyau (9) d'admission d'un fluide sous pression et pour les divers câbles électriques, tandis qu'un dispositif d'accrochage (11) est fixé sur l'autre extrémité (avant) de la gaine (G). L'épaisseur (t_1) de la gaine (G) de la paroi de la gaine peut être comparativement très faible. En effet, les expériences du déposant ont prouvé que le matériau composite décrit ci-dessus est particulièrement résistant. Il est alors possible de réaliser des gaines (G) de très grande longueur et ayant des sections importantes qui sont très légères, faciles à manipuler et peu

coûteuses. La fabrication des gaines s'effectue, de préférence, en atelier d'une manière semblable à celle décrite pour la fabrication des gaines (G) réalisées avec le matériau composite montré dans la figure 1. La figure 3 montre une gaine (G) réalisée avec le matériau composite montré dans la figure 1a disposée dans une conduite circulaire, après polymérisation de la résine. Le diamètre de la gaine est égal à $(D - 2d)$, où (D) est le diamètre de la conduite et (d) la distance radiale entre la paroi extérieure de la gaine et la paroi intérieure de la conduite. Comme dans le cas précédent, la gaine (G) est autoporteuse. L'épaisseur de chaque couche est faible ; par exemple :

10	- couche (1) ...	épaisseur e_{31} ...	0,5 à 3 mm ;
	- couche (15)	épaisseur e_{32} ...	0,8 à 3 mm ;
	- couche (5)	épaisseur e_{33} ...	0,2 à 2 mm ;
	- couche (16) ...	épaisseur e_{34} ...	0,8 à 3 mm ;
15	- couche (6) ...	épaisseur e_{35} ...	0,5 à 4 mm ;

La figure 1b montre un matériau composite simplifié qui ne comporte plus que quatre couches : une couche extrême intérieure (1) similaire à celle des matériaux montrés dans les figures 1 et 1a ; une couche (15) en un tissu tissé en fibres de verre, une couche (5) chauffante électriquement et une autre couche (16) en un tissu tissé en fibres de verre. Seulement les couches (15,5,16) sont imprégnées avec une résine. Des dispositifs (7) de mesure de la température sont prévus avec un câblage (8) menant vers un poste de contrôle. Le diamètre extérieur d'une gaine (G) réalisée avec ce matériau composite peut être sensiblement égal au diamètre intérieur de la conduite. Dans ce cas, également, la gaine doit sa rigidité à sa structure propre. Toutefois, la paroi extérieure de la gaine peut être au moins partiellement en contact avec la paroi intérieure de la conduite (après polymérisation de la résine), et éventuellement au moins partiellement adhérer à cette dernière.

Le procédé d'introduction et de positionnement de la gaine (G) dans la conduite est le suivant :

La gaine (G) est préparée en atelier, les couches intermédiaires du matériau composite constitutif de sa paroi étant imprégnées avec une résine non encore polymérisée. Elle est acheminée vers le site (S) du travail et déposée sur un support posé sur le sol à côté du puits d'entrée (P_1), en condition pliée comme c'est montré sur la figure 4. Le dispositif d'accrochage (11) fixé sur l'extrémité libre étanche (l'extrémité arrière) de la gaine est reliée à un câble de traction (44). Au moyen d'un treuil (40) et le câble (44), la gaine (G) est descendue dans le puits (P_1) à l'aide des rouleaux (41, 42) et introduite dans la con-

duite (C). La gaine (G) pliée est tractée selon la flèche f le long de la conduite (C) jusqu'à ce que son extrémité arrière sorte de l'extrémité de la conduite (C) située au fond du puits de sortie (P_2). Un rouleau de guidage (43) est prévu pour le câble (44). La mise en place de la gaine (G) dans la conduite s'effectue sans risque de dégradations des éléments la composant notamment du fait de l'existence d'une couche extrême extérieure protectrice de la gaine; en outre, la répartition de la résine non polymérisée dans les couches imprégnées reste régulière. Le tuyau (9) d'admission d'un fluide sous pression monté, de façon étanche, dans l'extrémité avant de la gaine est branché via une vanne (10) réglable manuellement ou automatiquement à un compresseur (61) dont la pression peut être contrôlée. Il est ainsi possible de moduler le débit et la pression du fluide sous pression introduit dans la gaine. Le chauffage électrique est mis en route pendant le gonflage de la gaine et continue lorsque la gaine est gonflée et a pris sa forme définitive jusqu'à la polymérisation totale de la résine. Ce mode de chauffage direct de la résine permet l'utilisation d'une résine durcissant à une température élevée, ce qui évite les risques d'une polymérisation prématurée. Pendant toute la période de polymérisation de la résine, la température est mesurée au moyen des dispositifs (7) appropriés, par exemple des thermo-couples, et la température de polymérisation peut être contrôlée à chaque instant en agissant sur les sources électriques qui alimentent les bandes chauffantes ($5_1, 5_2, \dots, 5_6$). Ce contrôle peut être manuel ou automatique selon un programme prédéterminé. Le contrôle de la température peut encore être couplé au contrôle de la pression et du débit du fluide de gonflage. Il est, en effet, possible que des interventions soient nécessaires pour maintenir constante la pression de gonflage pendant la période de polymérisation de la résine, étant donnée la longueur de la conduite (qui peut atteindre et même dépasser 100 m) et l'échauffement progressif éventuel du fluide sous pression. En outre, le contrôle constant de la température de polymérisation de la résine et de la pression du fluide de gonflage de la gaine permet de réduire considérablement la consommation d'énergie. Lorsque la polymérisation de la résine est terminée et la gaine a pris sa forme définitive, le câble de traction (44) est décroché, le tuyau (9) débranché et les divers câbles électriques (8, 12) sont déconnectés. Les deux extrémités de la gaine (G) qui dépassent les extrémités de la conduite dans les fonds des puits (P_1, P_2) sont coupées et évacuées par les puits (P_1, P_2). L'espace resté libre entre la paroi extérieure de la gaine et la paroi intérieure de la conduite est obturée, aux extrémités de la conduite (et de la gaine) seulement au moyen d'un ciment approprié, par collage etc..., en fonction de l'utilisation de la

conduite et de la gaine. Cet espace libre qui est au maximum égal à $2d$ est très faible et dépasse, en pratique, rarement le millimètre. Il peut, toutefois, être plus important dans le cas de garnissage interne d'une conduite circulaire, par exemple, ayant un diamètre d'au moins 1,5 m environ.

5 Selon un perfectionnement particulièrement intéressant du procédé décrit ci-dessus, la partie inférieure de chacune des ouvertures aux extrémités de la conduite dans les puits (P_1 , P_2) est obturée et un liquide, par exemple, de l'eau est introduit dans la conduite constituant ainsi un bassin. La gaine est légèrement gonflée lors de son introduction dans la conduite, ce qui rend possible que la gaine, tout en avançant dans la conduite sous l'effort de traction exercé par le treuil (40), flotte sur ce "bassin" créé dans la conduite, d'où une diminution du frottement et donc de l'effort de traction nécessaire, ainsi qu'une diminution considérable de tout risque éventuel de détérioration de la gaine. Lorsque la gaine est mise en place, les obturations partielles des extrémités de la conduite sont enlevées, le liquide est évacué et le processus de mise en place définitive de la gaine et de la polymérisation totale de la résine est mis en route. Ce mode de procéder est particulièrement avantageux pour le garnissage des conduites de très grand diamètre (dans le cas de conduites circulaires).

20 Le procédé de garnissage conforme à l'invention peut être utilisé dans le cas des conduites métalliques, en céramique, en matière synthétique ou en béton.

25 Un grand nombre de modifications et de perfectionnements peuvent être imaginés et utilisés pour le procédé décrit ci-dessus sans pour autant sortir du cadre de l'invention.

REVENDEICATIONS

- 1.) - Gaine pour le garnissage interne d'une conduite caractérisée en ce que sa paroi est constituée par un matériau composite dont au moins une partie de ses couches comprend une couche chauffante (5), ladite partie étant
5 disposée entre une couche extrême intérieure (1) pouvant être étanche et, éventuellement, une couche extrême extérieure (6),; ladite partie est imprégnée d'une résine qui se durcit totalement lorsque la gaine est positionnée dans la conduite de façon à se conformer à la section de la conduite; ladite gaine doit alors essentiellement sa rigidité à sa structure propre et elle
10 peut être autoporteuse.
- 2.) - Gaine selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit matériau composite constitutif de sa paroi comporte premièrement une couche (6) extérieure protectrice et ayant une résistance mécanique relativement élevée, cette couche pouvant être étanche, deuxièmement une couche (5) réalisée sous
15 forme d'au moins une bande chauffante, troisièmement une couche (4) réalisée sous forme d'un tissu non tissé, quatrièmement au moins un ensemble (E) comprenant - en allant de l'extérieur de la gaine vers son intérieur - une couche (3) réalisée sous forme d'une armature suivie d'une autre couche (2) réalisée en un tissu non tissé, et cinquièmement une couche (1) extrême intérieure étanche réalisée en un matériau synthétique souple et pouvant être lisse; seulement
20 les couches situées entre lesdites couches intérieure et extérieure étant au moins partiellement imprégnées avec une résine, ladite paroi extérieure n'adhérant pas à la paroi intérieure de la conduite; ladite gaine étant alors autoporteuse.
- 3.) - Gaine selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que ladite couche (1) intérieure est réalisée par exemple en une feuille de chlorure de polyvinyle, polyéthylène, butyle.
- 4.) - Gaine selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que ladite deuxième couche (5) est réalisée sous forme d'au moins une bande chauffante électriquement pouvant être, de façon connue en soi, en fibres de
30 verre enduites de carbone.
- 5.) - Gaine selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que ladite troisième couche (4) est réalisée en un tissu non tissé par exemple en fibres de polyester, fibres de verre.
- 6.) - Gaine selon l'une des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que l'armature (3) constituant la couche intérieure dudit ensemble est réalisée sous forme d'un grillage, d'un tissu tissé par exemple en fibres de verre; et que la couche (2) extérieure dudit ensemble est réalisée sous forme d'un
35 tissu non tissé en fibres de polyester, fibres de verre.

- 7.) - Gaine selon l'une des revendications 1 à 6, caractérisée en ce que ladite
extérieure (1) est réalisée en un matériau synthétique souple,
tel que le chlorure de polyvinyle, en un tissu tissé par exemple en un grillage
en matière synthétique.
- 5 8.) - Gaine selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit maté-
riau constitutif de sa paroi comporte une couche (1) extrême interne réalisée
en un matériau souple et étanche, tel le chlorure de polyvinyle, polyéthyl-
ène et une couche (6) extrême extérieure protectrice ayant une
résistance mécanique relativement élevée, ladite couche étant réalisée par
10 exemple en une feuille de chlorure de polyvinyle en un tissu tissé par exem-
ple en matière synthétique, en un grillage réalisé en un matériau
résistant synthétique ou métallique; plusieurs couches intermédiaires sont
disposées entre lesdites couches extrêmes, dont au moins une couche (5) chau-
15 fante électriquement réalisée au moyen de bandes pouvant être, de façon
connue en soi, en fibres de verre qui sont enduites de carbone, ladite
couche chauffante étant placée entre au moins deux couches (15,16) réalisées en
un tissu tissé en fibres de verre, lesdites couches intermédiaires entre
lesdites couches extrêmes étant au moins partiellement imprégnées avec
20 une résine qui se durcit totalement lorsque la gaine est positionnée dans
la conduite de façon à se conformer à la section de la conduite; la paroi
extérieure de la gaine n'adhère pas à la paroi intérieure de la conduite,
ladite gaine étant alors autoporteuse.
- 9.) - Gaine selon la revendication 1, caractérisée en ce que ledit
matériau constitutif de sa paroi comporte une couche (1) intérieure réalisée
25 sous forme d'une feuille en un matériau souple et étanche par exemple en chloru-
re de polyvinyle, polyéthylène, butyle, et au moins deux couches (15,16) en
un tissu tissé en fibres de verre, et au moins une couche (5) chauffante élec-
triquement réalisée au moyen de bandes pouvant être, de façon connue en soi,
en fibres de verre enduites de carbone, ladite couche chauffante étant placée ent
30 deux couches (15,16) réalisées en un tissu non tissé en fibres de verre;
toutes les couches sauf ladite couche intérieure dudit matériau composite
sont au moins partiellement imprégnées avec une résine qui se durcit to-
talement lorsque la gaine est positionnée dans la conduite de façon à se
conformer à la section de la conduite, ladite gaine doit alors sa rigidité
35 essentiellement à sa structure propre; la paroi extérieure de la gaine
peut au moins partiellement adhérer à la paroi intérieure de la conduite.
- 10.) - Gaine selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que
des dispositifs (7) de mesure de la température sont disposés dans au
moins une couche intermédiaire imprégnée de résine précitée, ces dispositifs étant
40 reliés par des moyens (8) connus en soi à des instruments de mesure et de

contrôle (62).

11.) - Procédé de garnissage interne de conduites, caractérisé en ce qu'il comprend les étapes suivantes :

- 5 (i) - La gaine telle que décrite dans au moins une des revendications 1 à 10 précédentes est préparée en un endroit protégé; les couches du matériau composite de la paroi de ladite gaine devant être imprégnées avec une résine sont imprégnées avec une résine non polymérisée (et par conséquent encore liquide); les bords longitudinaux de la gaine sont joints au moins partiellement; les extrémités de la gaine sont
10 rendues étanches, une première extrémité étant pourvue d'un tuyau (9) d'admission obturable d'un fluide sous pression réglable de façon à ce qu'il traverse au moins une couche de la paroi de la gaine de l'extérieur vers l'espace intérieur de ladite gaine, une deuxième extrémité de ladite gaine ayant été rendue étanche est pourvue avec un dispositif (11) d'accrochage pour un moyen de traction ;
- 15 (ii) - la gaine (G) ainsi préparée est acheminée vers le site du travail et peut être disposée en un état plié sur le terrain à l'entrée du puits menant vers l'entrée de la conduite devant être pourvue d'un garnissage interne ;
- 20 (iii) - la paroi intérieure de la conduite est nettoyée superficiellement, ce nettoyage se limitant essentiellement au déblayage de débris et analogues ayant pu se disposer et, éventuellement, s'accumuler localement dans la conduite ;
- 25 (iv) - la gaine est introduite en un état plié mais pouvant être partiellement gonflée dans la conduite par son extrémité pourvue d'un moyen (11) d'accrochage qui est attaché à un dispositif (44) de traction, qui peut être un câble tracté par un treuil (40) situé à l'extérieur sur le site, à la sortie du puits menant vers la sortie de la conduite, la descente de la gaine dans le puits d'entrée et la montée dans le puits de sortie étant facilitées par exemple par des rouleaux (41, 42, 43).
- 30 (v) - la gaine pliée et éventuellement partiellement gonflée est tractée le long de la conduite jusqu'à ce que ses extrémités étanches dépassent légèrement l'entrée et la sortie de la conduite, l'extrémité de la gaine disposée à l'entrée de la conduite étant pourvue d'un tuyau (9) d'admission obturable d'un fluide sous pression réglable dans l'intérieur de la gaine et des fils (ou câbles) électriques (8, 12) reliés à la couche (5) chauffante électriquement du matériau composite constitutif de la paroi de la gaine ;
- 35 (vi) - la gaine introduite dans la conduite est gonflée

progressivement, tandis que la couche (5) chauffante électriquement est branchée à une source électrique et chauffe de façon contrôlée la résine pour permettre sa polymérisation totale lorsque la gaine est totalement gonflée de façon à ce que sa section soit sensiblement conforme à la section de la conduite, ladite gaine devant alors sa rigidité à sa structure propre et peut, éventuellement au moins partiellement, adhérer à la paroi intérieure de la conduite.

(vii) - l'admission du fluide sous pression est arrêtée, le fluide sous pression dans la gaine est évacué, le chauffage électrique est arrêté; les extrémités de la gaine sont coupées et évacuées par les puits ;

(viii) - à chaque extrémité de la conduite l'espace resté libre entre la gaine et la conduite est rendu étanche par bouchage, collage et analogue.

12.) - Procédé selon la revendication 11, caractérisé en ce que les extrémités de la conduite sont partiellement obturées, de façon étanche; un liquide est introduit dans la conduite sur une faible partie de la hauteur de la conduite ; par la suite, la gaine partiellement gonflée est introduite dans la conduite de façon à flotter, lors de son introduction, sur ledit liquide; la gaine est gonflée et ladite résine est chauffée jusqu'à sa polymérisation totale, une partie dudit liquide pouvant être chassée pendant le gonflage de la gaine; l'obturation partielle des extrémités de la gaine est enlevée pour permettre que les extrémités de la gaine gonflée totalement et ayant pris sa forme définitive puissent être coupées et évacuées.

13.) - Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que le fluide sous pression est admis à l'intérieur de la gaine par un tuyau (9) qui traverse, de façon étanche, au moins la couche (1) extrême intérieure de la gaine.

14.) - Procédé selon l'une des revendications 11 ou 12, caractérisé en ce que le fluide sous pression est admis à l'intérieur de la gaine par un tuyau (9) qui traverse, de façon étanche, la totalité de la paroi de la gaine.

15.) - Procédé selon l'une des revendications 13 ou 14, caractérisé en ce que ledit tuyau (9) d'admission du fluide sous pression peut être obturé et que des moyens (10) sont prévus pour pouvoir régler le débit et éventuellement la pression dudit fluide.

16.) - Procédé selon l'une des revendications 11 à 15, caractérisé en ce que ladite couche (5) chauffante électriquement est constitué par au moins trois bcs des chauffantes (5₁, 5₂, 5₃) disposées de façon adjacente les unes aux autres, de façon à pouvoir utiliser du courant triphasé, les câbles électriques (12)

de chaque bande traversant de façon étanche au moins une couche du matériau composite constitutif de la paroi de la gaine.

- 5 17.) - Procédé selon l'une des revendications 11 à 16, caractérisé en ce que la température de polymérisation est contrôlée pendant tout le procédé de polymérisation au moyen des dispositifs (7) de mesure de la température qui sont disposés dans au moins une couche intermédiaire imprégnée de résine et par un dispositif (62) de réglage de la température, ledit contrôle pouvant être effectué soit manuellement, soit automatiquement.
- 10 18.) - Procédé selon l'une des revendications 11 à 17, caractérisé en ce que le débit et, éventuellement, la pression du fluide de gonflage de la gaine sont contrôlés soit manuellement, soit automatiquement, éventuellement en fonction de la température instantanée de polymérisation.
- 15 19.) - Procédé selon l'une des revendications 11 à 18, caractérisé en ce que l'épaisseur de la paroi de la gaine décrite dans les revendications 2 à 7 ci-dessus est fonction de la grandeur de la section de la conduite devant être pourvue d'un garnissage intérieur, ladite épaisseur pouvant varier entre 3 mm à 100 mm environ pour des conduites ayant des sections allant de 7500 mm^2 à 350000 mm^2 environ.
- 20 20.) - Procédé selon l'une des revendications 11 à 18, caractérisé en ce que l'épaisseur de la paroi de la gaine décrite dans l'une des revendications 8 ou 9 ci-dessus est fonction de la grandeur de la section de la conduite devant être pourvue d'un garnissage intérieur, ladite épaisseur pouvant varier entre 3 mm et 15 mm environ pour des conduites ayant des sections allant de 7500 mm^2 à 350000 mm^2 environ.

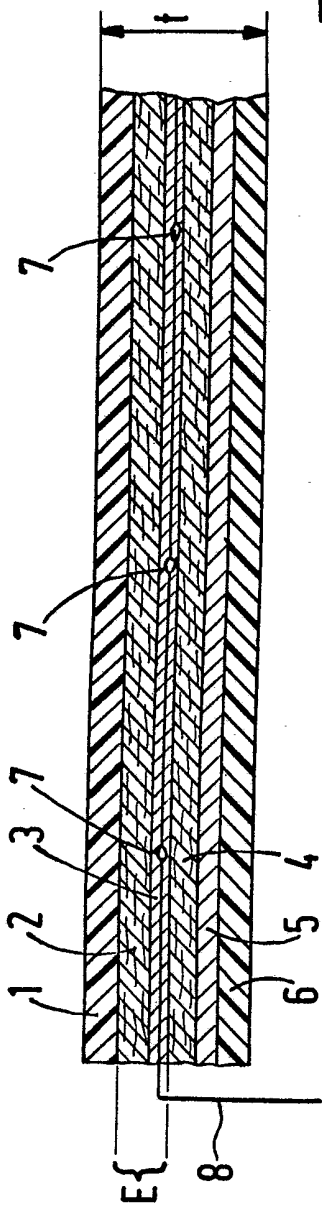


FIG. 1

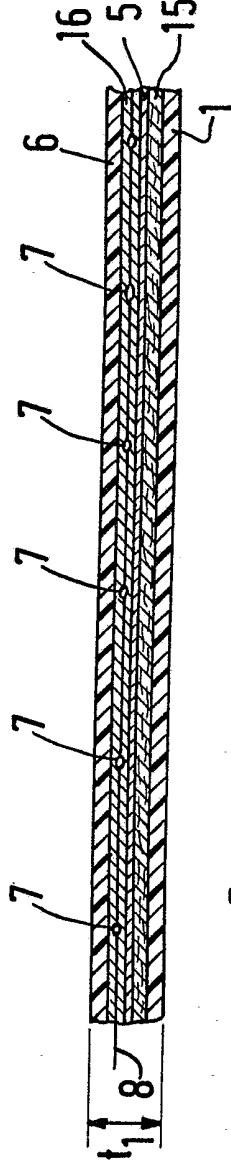


FIG. 1a

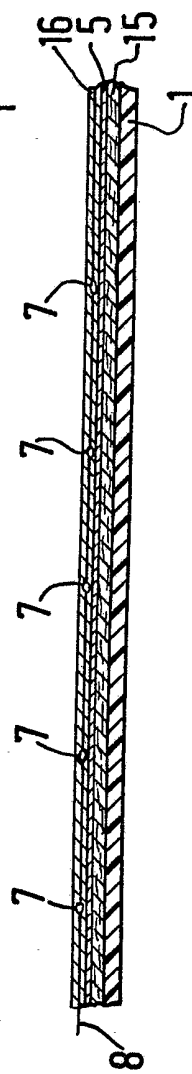


FIG. 1b

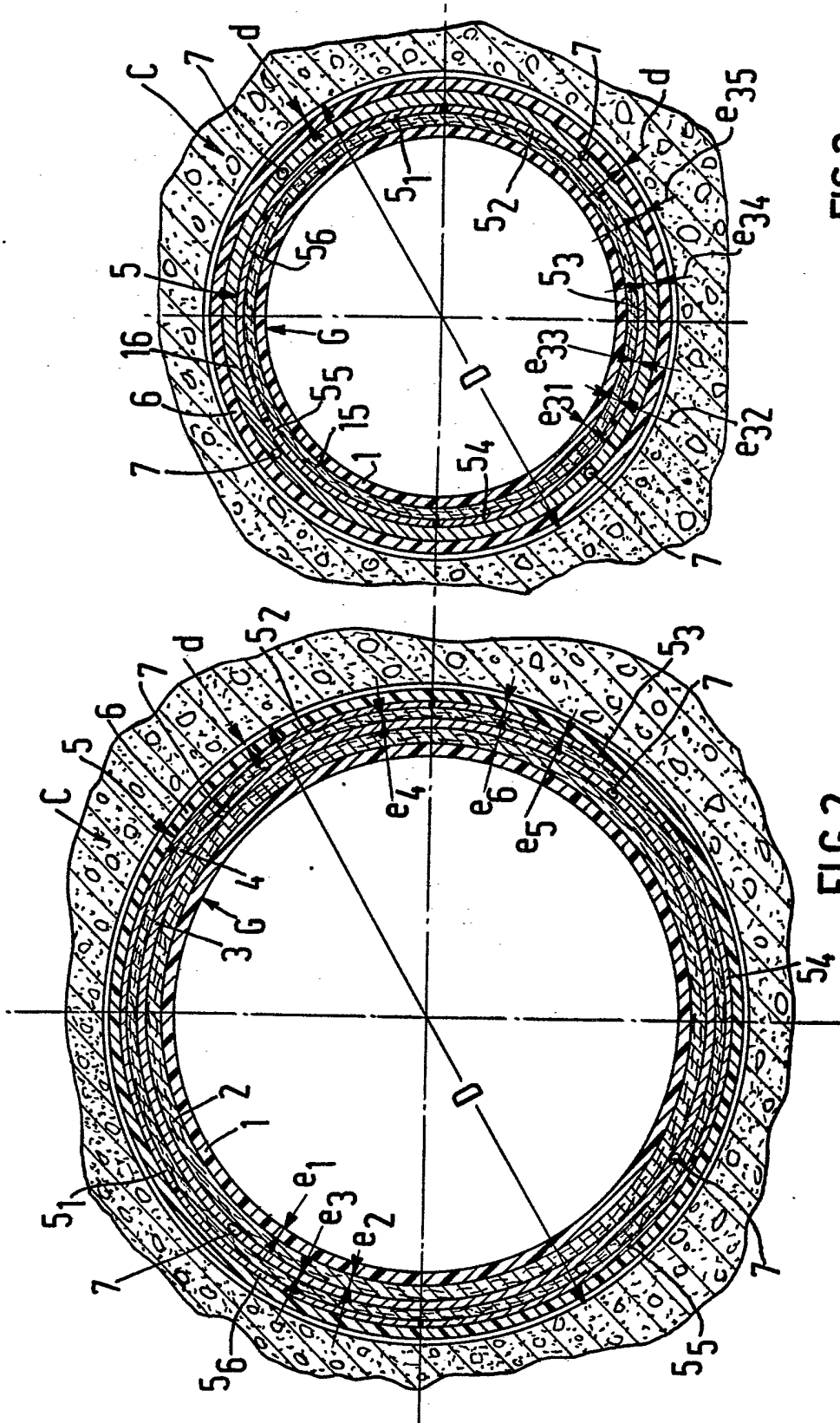


FIG. 3

FIG. 2

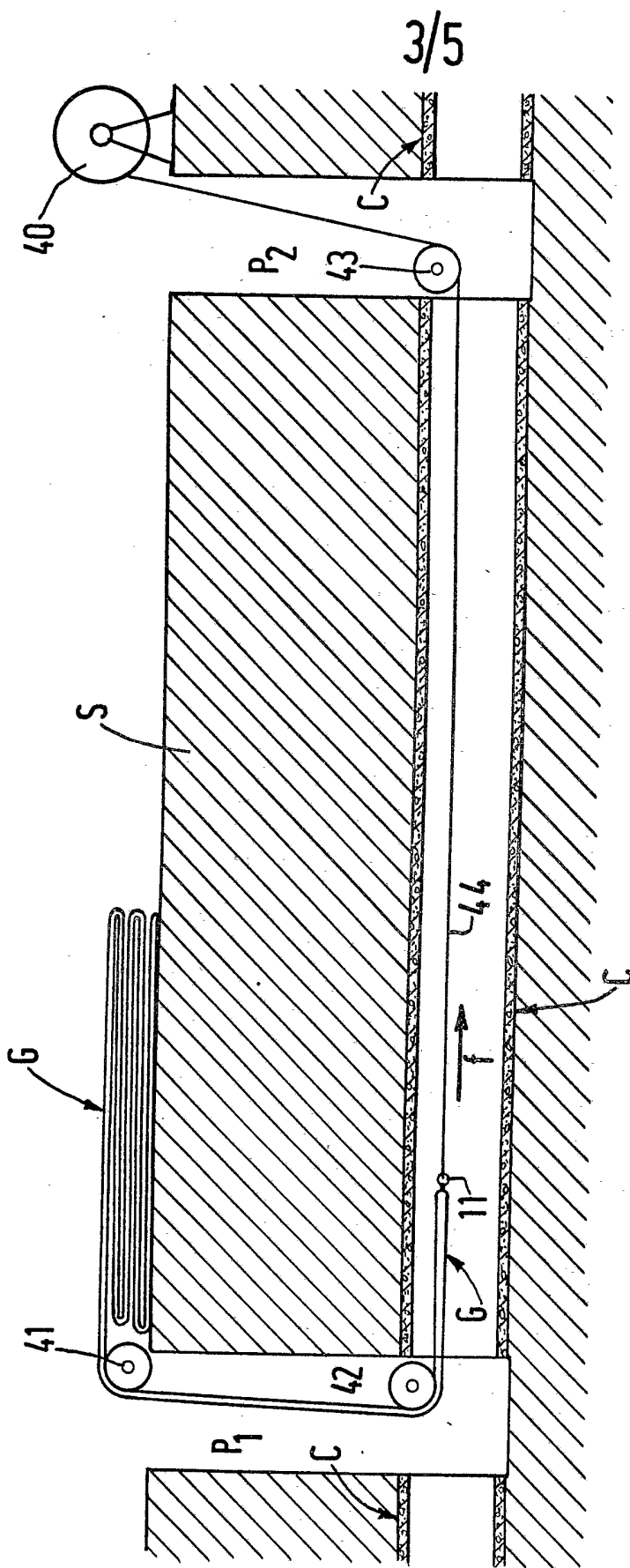


FIG. 4

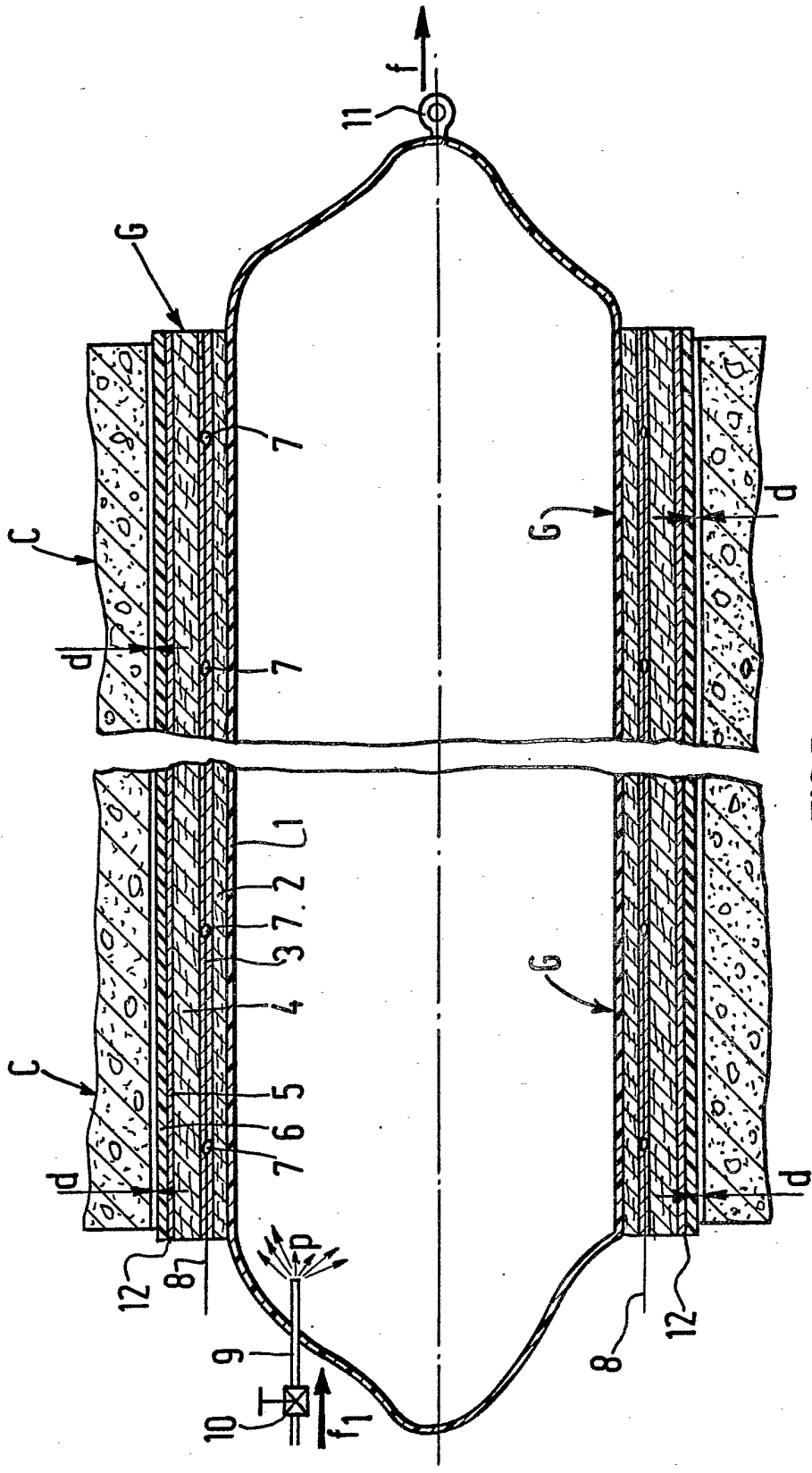


FIG.5

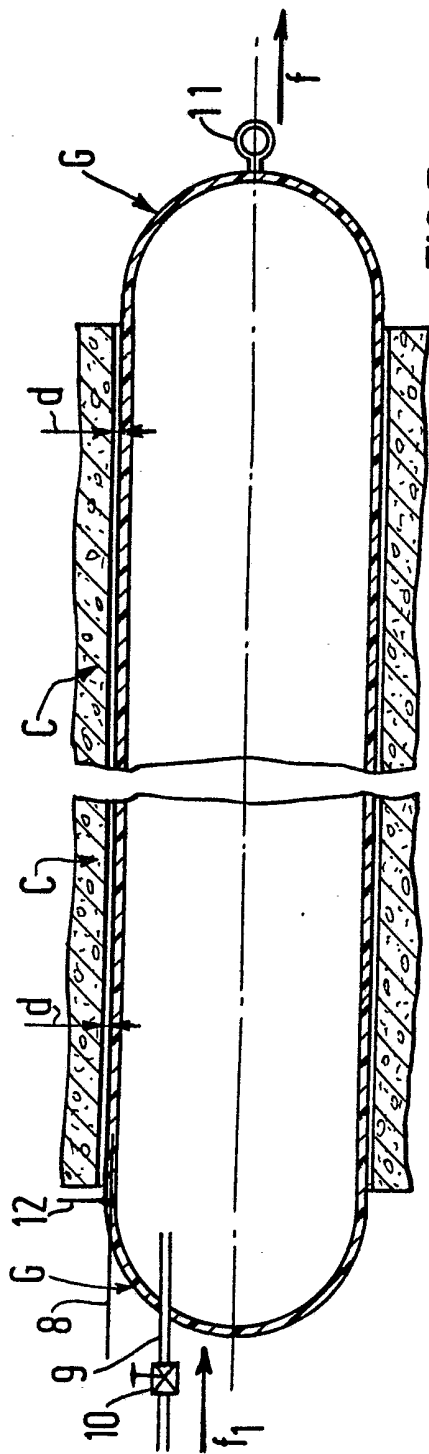


FIG. 5a

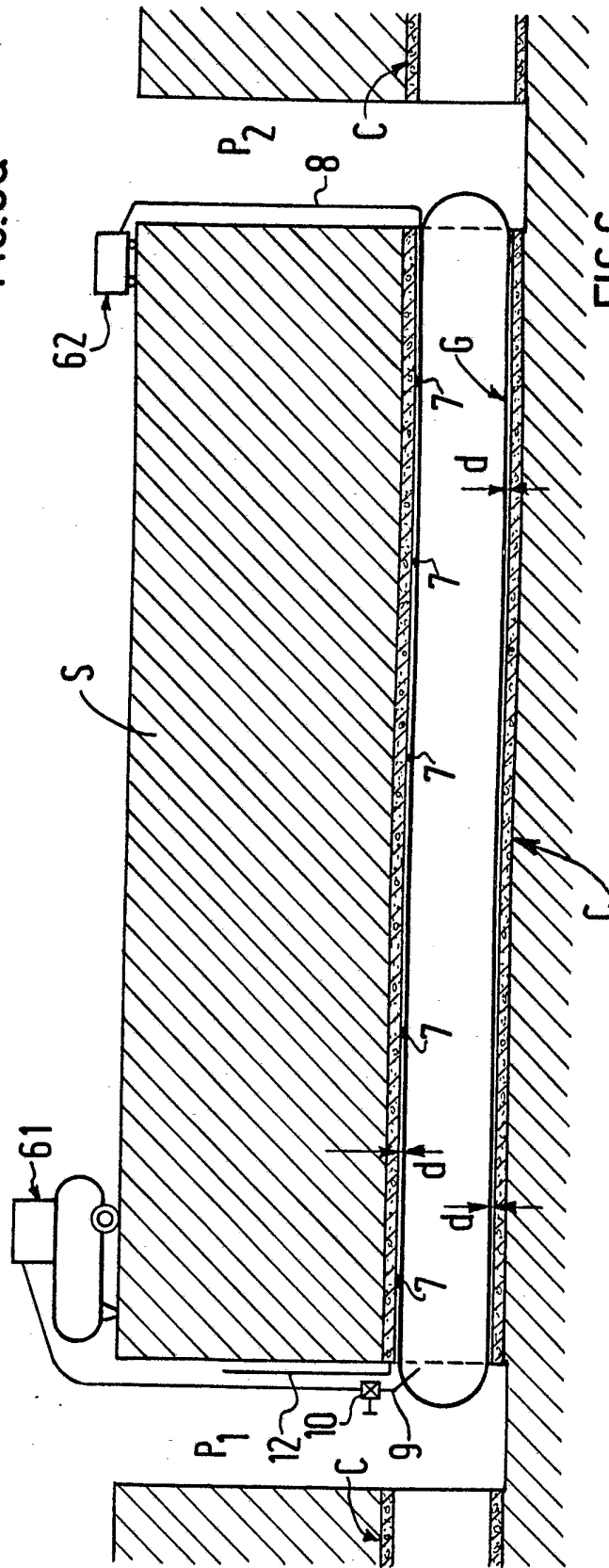


FIG. 6