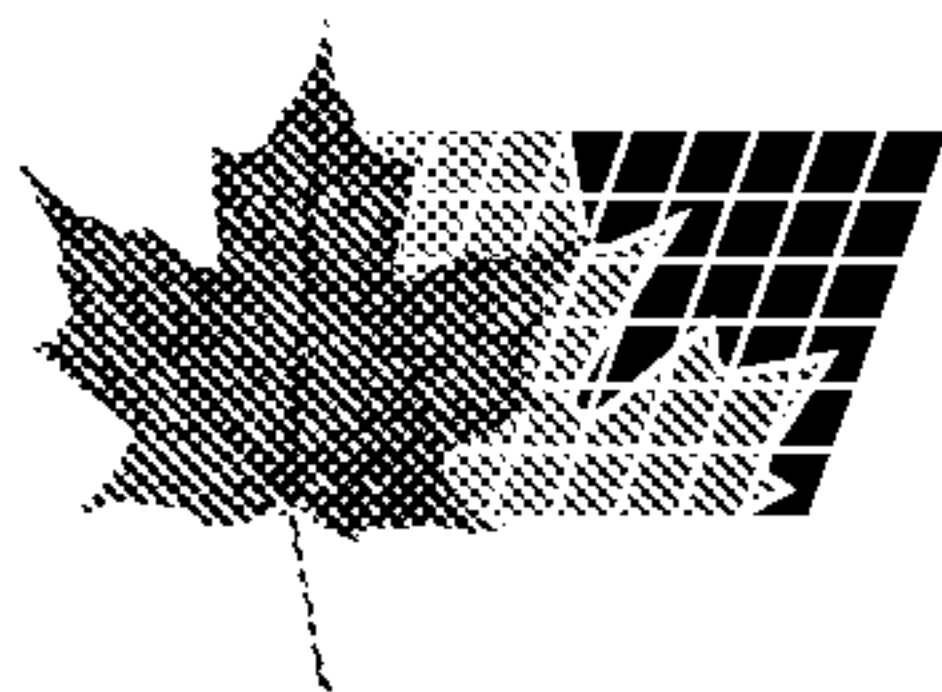




(72) KOHLER, Norbert, FR

(72) JARRIN, Jacques, FR

(72) ARGILLIER, Jean-François, FR

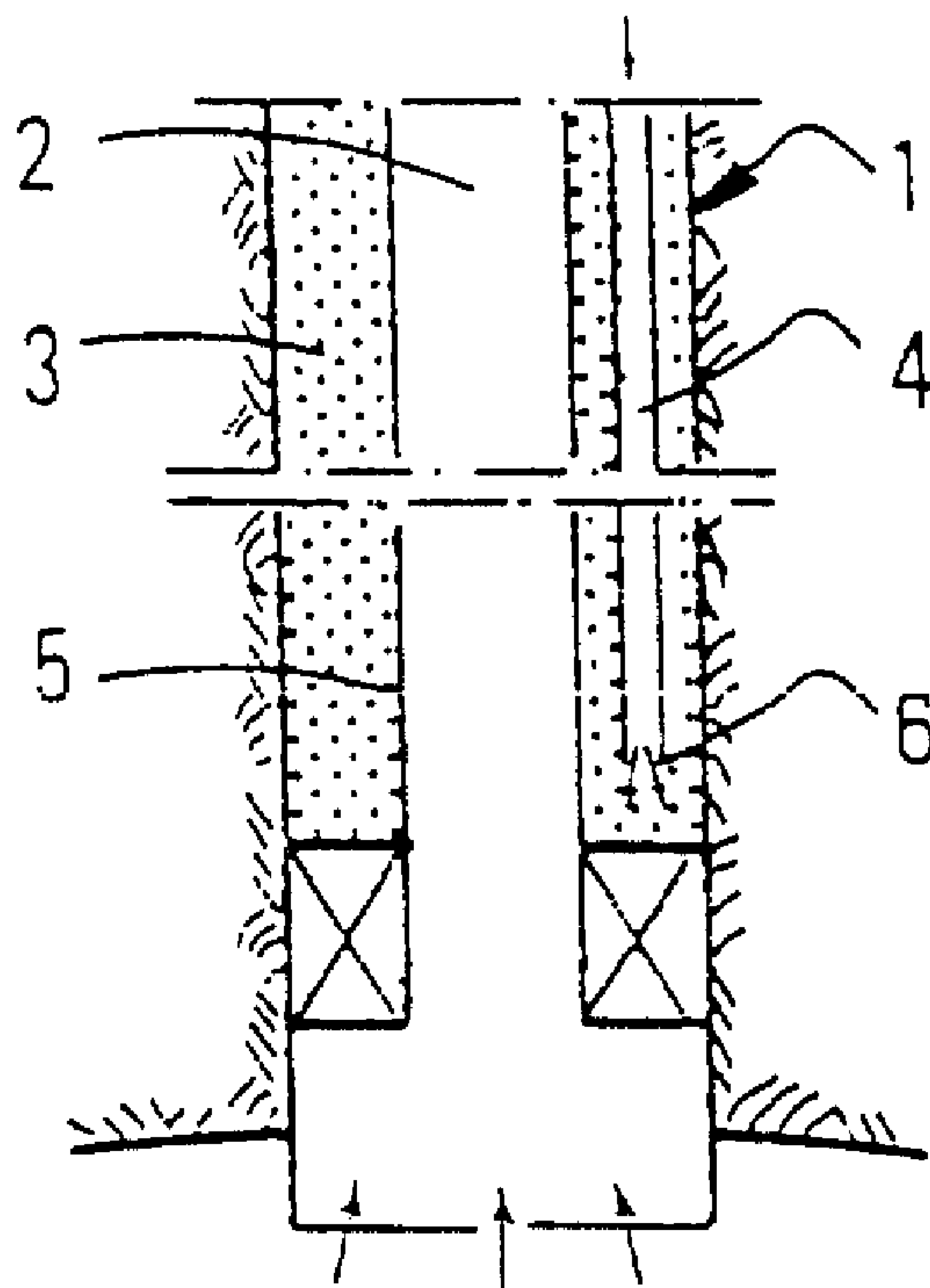
(71) INSTITUT FRANCAIS DU PETROLE, FR

(51) Int.Cl.⁶ E21B 43/16

(30) 1998/06/11 (98/07404) FR

(54) **PROCEDE POUR L'ISOLATION THERMIQUE DES TUBINGS
DE PRODUCTION PLACES DANS UN Puits AU MOYEN
D'UNE MOUSSE NON RIGIDE**

(54) **PROCESS FOR THERMALLY ISOLATING PRODUCTION
TUBINGS PLACED IN A WELL USING A NON-RIGID FOAM**



(57) Un procédé pour isoler une colonne de tubes placée dans une canalisation et dans laquelle circule un fluide, l'isolant étant une mousse non rigide produite à partir d'une solution liquide et située dans l'espace annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois de la canalisation dans laquelle se trouvent ces tubes. Un puits de production débouche dans sa partie basse sur une roche productrice contenant un fluide à extraire. Dans le puits de production est placé le tubing. La zone représente l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois du puits dans lequel se trouvent ces tubes. Un tube d'injection d'un fluide liquide et/ou gazeux est placé dans l'annulaire et une buse d'injection du fluide liquide et/ou gazeux débouche dans la zone.

PRECIS DE LA DIVULGATION :

Un procédé pour isoler une colonne de tubes placée dans une canalisation et dans laquelle circule un fluide, l'isolant étant une mousse non rigide produite à partir d'une solution liquide et située dans l'espace annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois de la canalisation dans laquelle se trouvent ces tubes. Un puits de production débouche dans sa partie basse sur une roche productrice contenant un fluide à extraire. Dans le puits de production est placé le tubing. La zone représente l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois du puits dans lequel se trouvent ces tubes. Un tube d'injection d'un fluide liquide et/ou gazeux est placé dans l'annulaire et une buse d'injection du fluide liquide et/ou gazeux débouche dans la zone.

PROCEDE POUR L'ISOLATION THERMIQUE DES TUBINGS DE PRODUCTION PLACES DANS UN PUIT AU MOYEN D'UNE MOUSSE NON RIGIDE

La présente invention concerne le domaine des tubes utilisés pour transporter des fluides et plus particulièrement les tubes placés dans des puits de forage. Ces tubes couramment appelés

5 "tubings" sont placés à l'intérieur d'un sondage producteur d'hydrocarbures et servent soit de conduite de refoulement des fluides par une pompe de fond, soit directement de conduite de production dans le cas de gisements éruptifs, soit de conduite d'injection de fluides dans un gisement.

Plus généralement, la présente invention concerne les tubes pour transporter des fluides placés

10 dans une canalisation.

Les fluides transportés par ces tubes peuvent être de nature très diverses, la plupart du temps, ces tubes serviront à l'extraction de pétrole. Or il est souvent intéressant de transporter le pétrole à sa température de fond, on évite ainsi un certain nombre d'inconvénients générés du fait des

15 échanges thermiques avec l'extérieur. Ces inconvénients sont par exemples des dépôts de paraffines, d'asphaltènes ou d'hydrates, de bruts visqueux en conditions de surface, des phénomènes de condensation, d'instabilités, des pertes de productivité. Ces inconvénients peuvent générer des phénomènes dits de « self killing » et conduire à des abandons prématurés des puits ou même des champs.

20

Une solution connue est d'isoler thermiquement le tubing de production afin de minimiser les pertes de chaleur lors du passage des fluides, l'objectif étant que la conductivité thermique de ces tubings isolés soit sensiblement dans la fourchette 0,05 à 0,2 watt/m/°C.

25 Diverses méthodes d'isolation thermique des tubings existent et ont déjà fait l'objet d'applications sur champ de production. On distingue les procédés d'isolation complète des tubes par divers fluides, par exemple gaz, huiles, gels aqueux ou organiques, soufre fondu, par les procédés d'isolation de la paroi externe du tubing de production, par exemple chemisage par des matériaux isolants, peintures isolantes à base d'aluminium, mousses rigides et mousses de polysilicate

30 générées in situ.

Toutes ces techniques sont soit coûteuses, soit peu efficaces, soit difficilement réversibles. L'utilisation de fluides dont la réversibilité ne serait pas totale présente, par ailleurs, des risques d'endommagement de certaines des formations productrices du fait de la mise en contact de produits peu solubles à leur contact. La réversibilité des systèmes mis en place apparaît donc
5 comme primordiale.

La présente invention concerne un procédé pour isoler thermiquement et de façon réversible une colonne comprenant au moins un tube placée dans une canalisation et dans laquelle circule un
10 fluide, l'isolant étant une mousse non rigide produite à partir d'une solution liquide et d'un gaz, ladite mousse est située dans l'espace annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois de la canalisation dans laquelle se trouvent ces tubes.

Selon une variante, la canalisation est un puits de forage, de préférence ce puits est cuvelé par un tube d'acier.

15

Les principaux avantages du procédé selon la présente invention sont les suivants : la mousse non rigide présente, du fait de sa faible densité, une conductivité thermique très faible par rapport aux matériaux denses généralement utilisés, ses propriétés isolantes sont donc exaltées. Sans vouloir être lié à une quelconque théorie, on peut penser que la génération d'une mousse dans l'espace
20 annulaire permet de compartimenter cet espace. Ainsi le gaz contenu dans cet espace aura moins tendance à circuler dans ledit espace, les phénomènes de convection seront donc limités.

Cette mousse a généralement une densité comprise entre 0,01 et 0,8 et de préférence elle est inférieure à 0,3, la nature de cette mousse permet aussi d'y ajouter des additifs anticorrosion dont la fonction est de protéger les surfaces métalliques du tubing de production et de la colonne de
25 tubage du puits. La nature de cette mousse permet aussi, de manière réversible, de retourner à l'état qui précède la formation de ladite mousse, cette propriété peut s'avérer intéressante si l'on doit intervenir dans l'espace annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois de la canalisation dans laquelle se trouvent ces tubes, par exemple si l'on doit remplacer l'un des tubes. En outre, ces solutions comprenant un ou plusieurs additifs contribuant à faire mousser le
30 fluide porteur et contenant majoritairement de l'eau et/ou un liquide organique s'avèrent économiquement intéressantes.

La mousse non rigide utilisée dans le procédé d'isolation selon l'invention est produite en introduisant au moins un agent moussant choisi dans le groupe formé par les systèmes d'agents moussant pour mousses aqueuses et systèmes d'agents moussant pour mousses à base d'un
5 liquide organique dans au moins une phase liquide choisie dans le groupe formé par l'eau et les liquides organiques.

Un ou plusieurs additifs peut aussi être ajouté à l'agent moussant. Ces additifs sont généralement des additifs promoteurs de la formation de la mousse, des additifs promoteurs de la stabilité de la mousse, des agents anticorrosion, des agents stabilisants à la chaleur, des agents viscosifiants,
10 épaississants de la phase liquide.

Pour produire des mousses aqueuses, on pourra utiliser au moins un agent moussant choisi dans le groupe formé par les tensioactifs anioniques, non ioniques, cationiques ou amphotères, ou encore des combinaisons de ces différents tensioactifs selon que l'on voudra privilégier la stabilité en température, la résistance à d'éventuelles contaminations (eau, sels, hydrocarbures...),
15 l'adhérence sur les parois, la compatibilité avec le fluide porteur et les éventuels agents épaississants et /ou alourdissants.

Pour produire des mousses à base d'huile, on pourra utiliser selon le cas au moins un agent moussant choisi dans le groupe formé par les agents moussants du gasoil, du kérosène, des huiles ou dérivés d'origines végétales, des oléfines, des alcanes linéaires éventuellement substitués
20 comme par exemple des tensioactifs fluorés, des esters, des amines, des complexes d'aluminium. On pourra également utiliser toutes sortes de tensioactifs liposolubles ou encore des bruts à fortes propriétés moussantes.

En ce qui concerne les agents épaississants ou stabilisants de la phase liquide, il s'agit en général
25 de polymères de poids moléculaire élevé comme par exemple des polymères hydrosolubles tels que les polyacrylamides, polyoxydes d'éthylène, carboxyméthylcellulose, hydroxyéthylcellulose, des polymères liposolubles, tels que les polyoléfines, polyméthacrylates. L'agent épaississant peut aussi être un gel aqueux ou organique, ou encore des particules minérales dispersées en milieux aqueux ou organiques comme par exemple des bentonites ou des bentonites traitées pour être
.30 utilisées en milieux organiques.

Avantageusement, on utilisera des huiles et systèmes d'agents moussants et gélifiants non toxiques et/ou biodégradables.

La mise en place de la mousse dans l'annulaire, défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois du puits dans lequel se trouvent ces tubes, est généralement réalisée selon une des procédures suivantes.

La mousse est générée en surface puis mise en place dans l'annulaire par pompage dans l'annulaire ou dans le tubing équipé de vannes de fond de circulation avec l'annulaire.

On peut aussi injecter la solution contenant l'agent moussant dans l'annulaire puis former la mousse in situ par injection de gaz à la base de la colonne de fluide, par un tube placé de préférence dans l'annulaire. Dans ce cas l'annulaire peut être maintenu ouvert en surface, ou contrôlé par une vanne de fermeture ou une duse.

Les gaz utilisés pour produire la mousse ou le gel sont de l'air, de l'azote, des gaz naturels, des gaz d'échappements, du dioxyde de carbone (CO₂), et leurs mélanges.

Dans tous les cas, il peut être utile de maintenir par un moyen adéquat un flux continu minimal de gaz injecté dans la partie inférieure de l'annulaire pendant toute la durée d'utilisation de la mousse.

Lorsque l'invention s'applique aux puits de forage, il est fait référence à deux fluides. Ainsi il faudra distinguer le "fluide à extraire" de la roche productrice et le "fluide liquide et /ou gazeux" qui correspond à la mousse générée au préalable ou générée in situ.

La présente invention concerne aussi un système d'exploitation d'un puits producteur d'un fluide comprenant au moins un tubing placé dans le puits de forage et dans lequel circule ledit fluide à extraire. Le système d'exploitation comprend aussi une mousse isolante non rigide située dans l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois du puits dans lequel se trouvent ces tubes et au moins des moyens d'injection dont les sorties sont situées dans ledit annulaire.

Ces moyens permettent l'injection soit d'une mousse formée au préalable ou d'un gaz destiné à faire mousser les constituants d'une mousse placés dans l'annulaire. Ces moyens d'injection peuvent comporter une vanne située en tête de l'annulaire, une vanne située en fond de l'annulaire, une conduite d'injection dont la sortie est située dans l'annulaire, cette conduite étant située soit dans l'annulaire lui-même soit dans la colonne de production (tubing).

La vanne de tête située dans la partie supérieure de l'annulaire permet d'injecter une mousse formée en surface. La vanne de fond permet d'injecter un gaz dans l'annulaire et ainsi de faire mousser in situ les constituants d'une mousse placés dans ledit annulaire. Les conduites d'injection dont la sortie est située dans l'annulaire et situées soit dans l'annulaire lui-même soit dans la
5 colonne de tube de production (tubing) permettent d'introduire dans ledit annulaire une mousse formée au préalable ou un gaz destiné à faire mousser in situ les constituants d'une mousse placés dans ledit annulaire. Dans le cas où la conduite d'injection du fluide est positionnée dans le tubing, ce tubing est équipé de vannes de fond de circulation avec l'annulaire.

10 Le système d'exploitation sera mieux compris à l'aide des figures 1 à 4.

La figure 1 est une représentation simple de l'invention dans laquelle une colonne de tubes 2 transportant un fluide est placée dans une canalisation 1. Des moyens de centrage 6, par exemple à lames, supportent la colonne de tubes 2 et assurent le maintien de cette colonne dans une
15 position telle que l'axe principal de la dite colonne est sensiblement confondu avec l'axe principal de la canalisation 1. La zone 3 représente l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes 5 et les parois de la canalisation 1 dans laquelle est placée la colonne de tubes. Un tube 4 d'injection d'un fluide liquide et/ou gazeux débouche dans la zone annulaire 3.

20 La figure 2 représente un puits de production 1 atteignant dans sa partie basse une roche productrice contenant un fluide à extraire. Dans le puits de production 1 est placée une colonne de tubes ou tubing 2. La zone 3 représente l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes 5 et les parois du puits 1 dans lequel se trouvent ces tubes. Un tube d'injection d'un fluide liquide et/ou gazeux 4 est placé dans l'annulaire 3, une buse d'injection du fluide liquide et/ou gazeux 6
25 débouche dans la zone 3.

La figure 3 représente un puits de production 1 atteignant dans sa partie basse une roche productrice contenant un fluide à extraire. Dans le puits de production 1 est placé une colonne de tubes ou tubing 2. La zone 3 représente l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes 5 et
-30 les parois du puits 1 dans lequel se trouvent ces tubes. Un tube d'injection d'un fluide liquide et/ou

gazeux 4 est placé dans le tubing, une buse d'injection du fluide liquide et/ou gazeux 6 débouche dans la zone 3.

La figure 4 représente un puits de production 1 atteignant dans sa partie basse une roche productrice contenant un fluide à extraire. Dans le puits de production 1 est placée une colonne de tubes ou tubing 2. La zone 3 représente l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes 5 et les parois du puits 1 dans lequel se trouvent ces tubes. Des vannes 7 permettent le contrôle du flux gazeux qui entre dans la zone annulaire 3.

10 La mise en place de la mousse peut être effectuée de plusieurs façons.

Dans le cas général (figure 1), la mousse peut être générée à l'extérieur de la canalisation 1 puis injectée dans la zone annulaire 3 au moyen du tube 4, on peut aussi injecter un liquide et un agent moussant dans la zone annulaire 3 puis injecter ensuite un gaz dans l'annulaire 3, la mousse est
15 alors formée in situ.

Dans le cas d'un puits de forage, la mousse générée en surface peut être mise en place dans l'annulaire soit au moyen d'un tube 4 positionné dans le tubing équipé de vannes de fond de circulation avec l'annulaire (on utilise alors un système conforme à la figure 3) soit par pompage dans l'annulaire (on utilise alors un système conforme à la figure 2).

20 On peut aussi injecter la solution contenant l'agent moussant dans l'annulaire puis former la mousse in situ par injection de gaz à la base de la colonne de fluide (fond du puits), soit par un tube d'injection de gaz placé dans le tubing et équipé de vannes de fond de circulation avec l'annulaire (on utilise alors un système conforme à la figure 3), soit par un tube d'injection de gaz placé dans l'annulaire (on utilise alors un système conforme à la figure 2).

25 Lorsque le gisement contient du gaz, on peut prélever au fond une partie du gaz issu du puits de production et l'utiliser pour faire mousser les réactifs (agent moussant et liquide) placés dans l'annulaire (on utilise alors un système conforme à la figure 4).

Les réalisations de l'invention au sujet desquelles un droit exclusif de propriété ou de privilège est revendiqué, sont définis comme il suit :

- 5 1. Procédé pour isoler thermiquement et de façon réversible une colonne comprenant au moins un tube placée dans une canalisation, dans ladite colonne circule un fluide, caractérisé en ce que l'isolant est une mousse non rigide produite à partir d'une solution liquide et d'un gaz, ladite mousse est située dans l'espace annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois de la canalisation dans laquelle se trouvent ces tubes.
- 10 2. Procédé selon la revendication 1 tel que ladite canalisation est un puits de forage.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2 dans lequel la mousse non rigide est produite en introduisant au moins un agent moussant choisi dans le groupe formé par les systèmes d'agents
- 15 moussant pour mousses aqueuses et systèmes d'agents moussant pour mousses à base d'un liquide organique dans au moins une phase liquide choisie dans le groupe formé par l'eau et les liquides organiques.
4. Procédé selon l'une des revendication 1 à 3 dans lequel la mousse est une mousse aqueuse
- 20 produite en utilisant au moins un agent moussant choisi dans le groupe formé par les tensioactifs anioniques, non ioniques, cationiques ou amphotères.
5. Procédé selon l'une des revendication 1 à 3 dans lequel la mousse est une mousse à base d'huile produite en utilisant au moins un agent moussant choisi dans le groupe formé par les agents
- 25 moussants du gasoil, du kérosène, des huiles ou dérivés d'origines végétales, des oléfines, des alcanes linéaires, des esters, des amines, des complexes d'aluminium, des tensioactifs liposolubles ou des bruts à fortes propriétés moussantes.
6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 5 dans lequel la mousse produite comprend au
- 30 moins un additif choisi dans le groupe formé par les additifs promoteurs de la stabilité de la

mousse, des agents anticorrosion, des agents stabilisants à la chaleur, des agents viscosifiants, épaississants de la phase liquide.

5 7. Procédé selon l'une des revendications 1 à 6 dans lequel l'isolant est mis en place selon la procédure suivante : la mousse est générée en surface puis mise en place dans l'annulaire par pompage dans l'annulaire ou dans ladite colonne équipée d'au moins une vanne de circulation avec l'annulaire.

10 8. Procédé selon l'une des revendications 2 à 6 dans lequel l'isolant est mis en place par injection de la solution contenant l'agent moussant dans l'annulaire puis formation de la mousse in situ par injection du gaz à la base de la colonne de fluide.

9. Procédé selon la revendication 8 dans lequel le gaz utilisé est de l'air, de l'azote, des gaz naturels, des gaz d'échappements, du dioxyde de carbone, et leurs mélanges.

15

10. Système d'exploitation d'un puits producteur d'un fluide comprenant au moins un tubing placé dans le puits et dans lequel circule ledit fluide à extraire, caractérisé en ce qu'il comprend une mousse isolante non rigide située dans l'annulaire défini par l'extérieur de la colonne de tubes et les parois du puits dans lequel se trouvent ces tubes et au moins des moyens d'injection dont les
20 sorties sont situées dans ledit annulaire.

11. Système d'exploitation selon la revendication 11 tel que les moyens d'injection comportent une vanne située en tête de l'annulaire.

25 12. Système d'exploitation selon la revendication 11 tel que les moyens d'injection comportent une vanne située en fond de l'annulaire.

13. Système d'exploitation selon la revendication 11 tel que les moyens d'injection comportent une conduite d'injection située dans la colonne de production (tubing) et dont la sortie est située dans
30 l'annulaire.

14. Système d'exploitation selon la revendication 11 tel que les moyens d'injection comportent une conduite d'injection située dans l'annulaire et dont la sortie est située dans ledit annulaire.

1/1

FIG.1

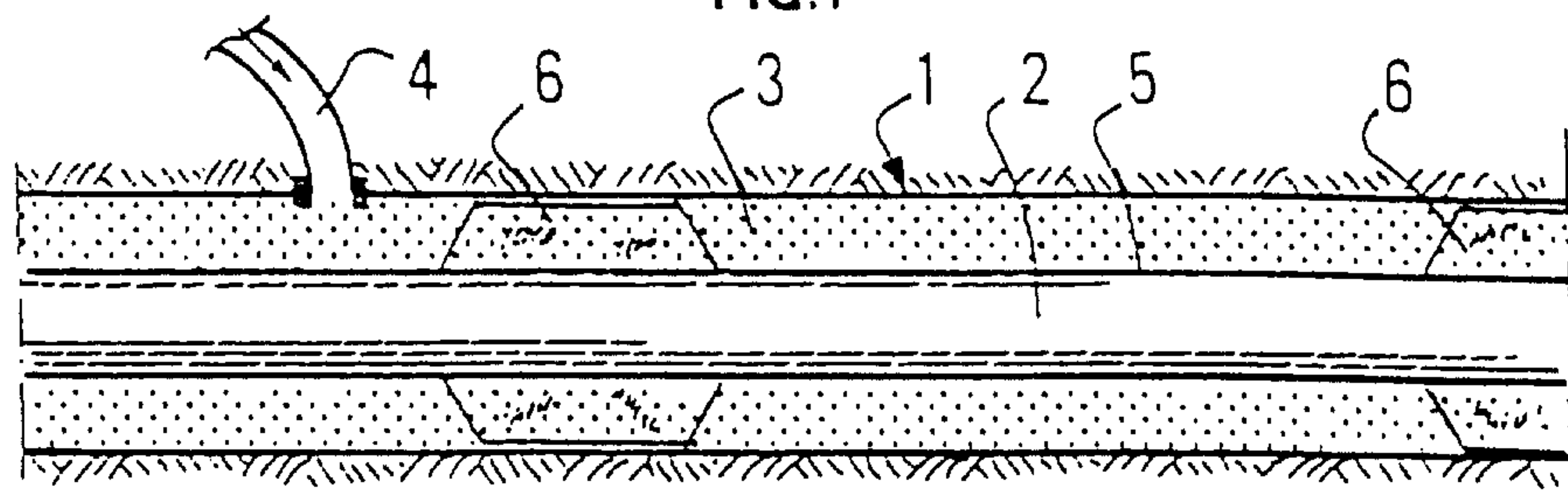


FIG.2

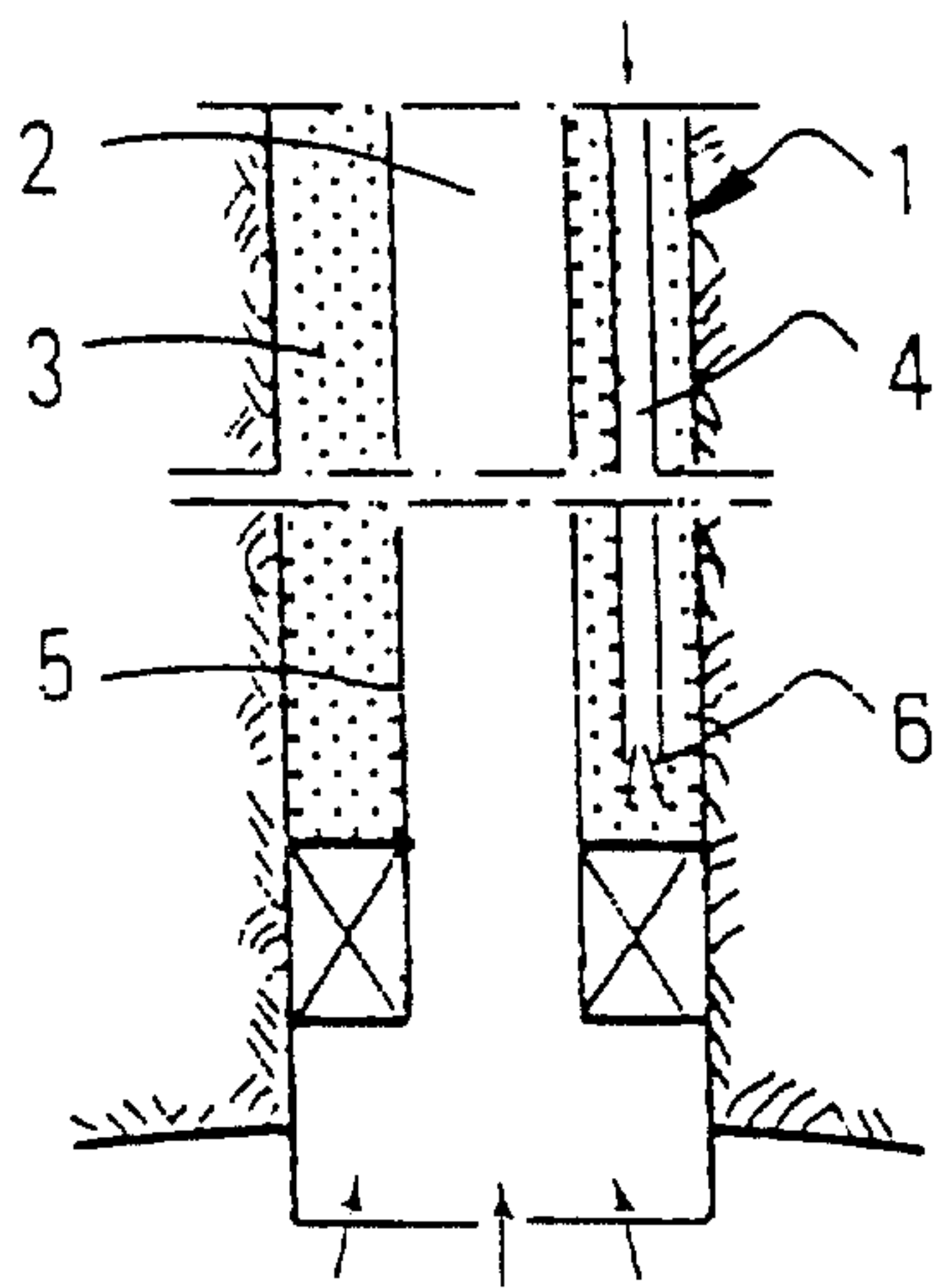


FIG.3

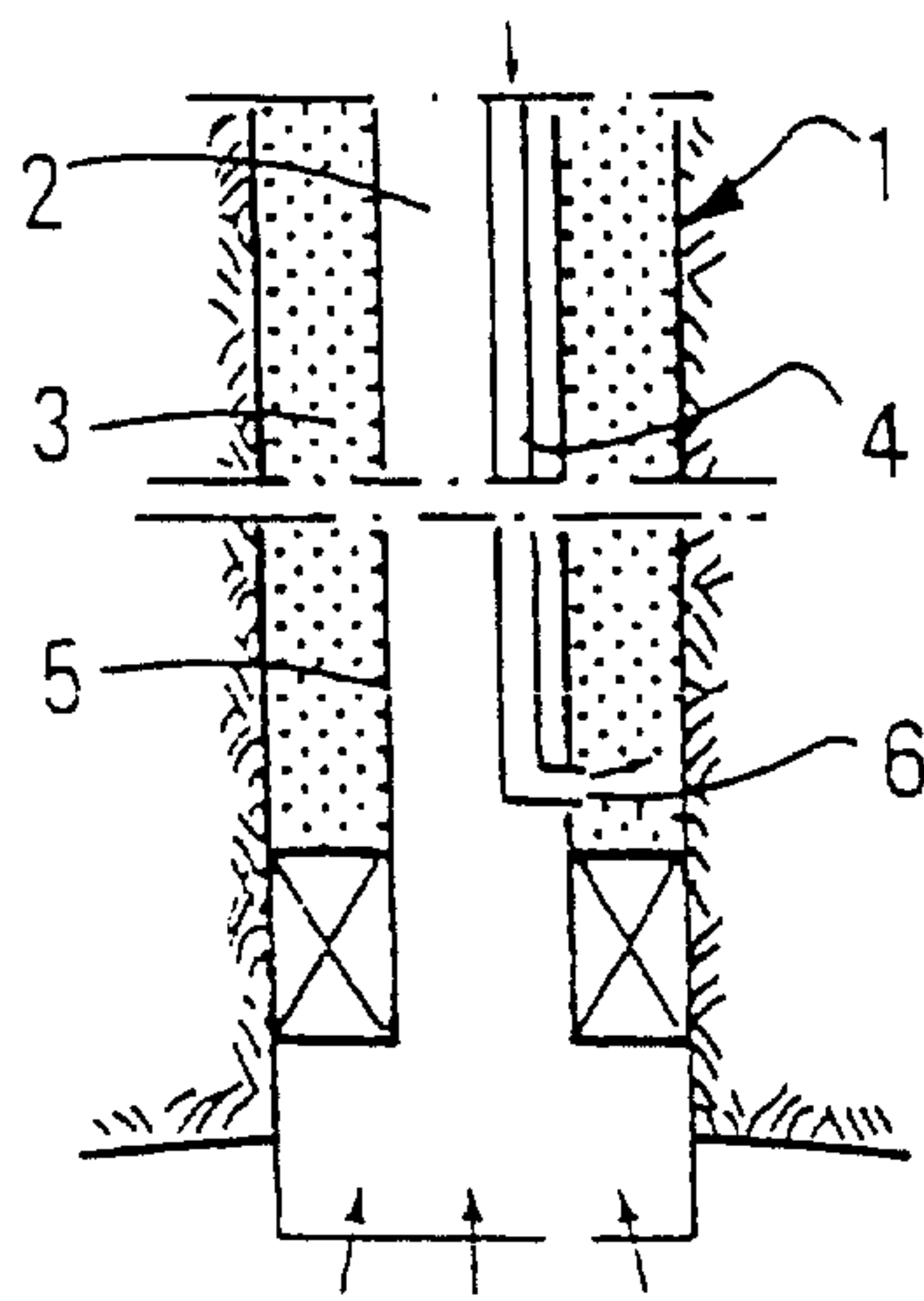


FIG.4

