

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

**EP 0 353 309 B1**

(12)

**EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:  
**05.02.1997 Patentblatt 1997/06**

(51) Int Cl.<sup>6</sup>: **E21B 33/00**, E21B 33/10,  
E21B 33/12, E21B 33/13

(21) Anmeldenummer: **89901623.2**

(86) Internationale Anmeldenummer:  
**PCT/SU88/00234**

(22) Anmeldetag: **22.11.1988**

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:  
**WO 89/06739 (27.07.1989 Gazette 1989/16)**

(54) **VERFAHREN ZUM BAU EINES LOCHS**

METHOD OF CONSTRUCTING A WELL

PROCEDE POUR CONSTRUIRE UN PUIT

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**DE FR GB IT**

(30) Priorität: **21.01.1988 SU 4366623**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**07.02.1990 Patentblatt 1990/06**

(73) Patentinhaber: **TATARSKY GOSUDARSTVENNY  
NAUCHNO-ISSLEDOVATELSKY  
I PROEKTYN INSTITUT NEFTYANOI  
PROMYSHLENNOSTI  
Bugulma, 423200 (SU)**

- **PEROV, Anatoly Vasilievich**  
Moscow, 113405 (SU)
- **MAVLJUTOV, Midkhat Rakhmatulloevich**  
Ufa, 450075 (SU)
- **SANNIKOV, Rashit Khaibulloevich**  
Ufa, 450040 (SU)
- **GALIAKBAROV, Vil Faizulloevich**  
Ufa, 450097 (SU)
- **URAZGILDIN, Ilyas Anisovich**  
Bugulma, 423200 (SU)

(74) Vertreter: **Beetz & Partner Patentanwälte**  
Steinsdorfstrasse 10  
80538 München (DE)

(72) Erfinder:

- **ABDRAKHMANOV, Gabdrashit Sultanovich**  
Bugulma, 423200 (SU)
- **ZAINULLIN, Albert Gabidulloevich**  
Bugulma, 423200 (SU)
- **ARZAMASTSEV, Fillipp Grigorievich**  
Bugulma, 423200 (SU)
- **UTESHEV, Rashit Akhmedulloevich**  
Moscow, 113186 (SU)
- **IBATULLIN, Rustam Khamitovich**  
Bugulma, 423200 (SU)
- **JUSUPOV, Izil Galimzyanovich**  
Bugulma, 423200 (SU)

(56) Entgegenhaltungen:

<b>SU-A- 0 907 220</b>	<b>SU-A- 1 008 419</b>
<b>SU-A- 1 010 252</b>	<b>US-A- 2 237 538</b>
<b>US-A- 2 447 629</b>	<b>US-A- 3 134 442</b>
<b>US-A- 3 326 293</b>	<b>US-A- 4 483 399</b>
<b>US-A- 4 501 327</b>	

- **Neftyanoe Khozyaistvo, Nr. 4, April 1982 (Nedra, Moscow) G.S. ABDRAKHMANOV et al.**  
"Izolyatsia Zon Pogloschenia Stalnymi Trubami Bez Umenshenia Diametra Skvazhiny" pages 26, 27

**EP 0 353 309 B1**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zum Bau einer Mehrrohrtourbohrung der im Oberbegriff des Patentanspruchs angegebenen Gattung.

Die Erfindung kann wirksam angewendet werden beim Durchbohren von bohrtechnisch kritischen Gebirgsschichten, d. h. von Schichten mit anormal hohem Gebirgsdruck und lockerem Gebirge, in denen Gestein, Flüssigkeit oder Gas in den Bohrraum gedrückt werden.

Bei herkömmlichen Tiefbohr-Verfahren wird eine Spülflüssigkeit in das verrohrte Bohrloch gedrückt, um das Bohrklein herauszuspülen und den Gebirgsdruck durch den Druck der Spülungssäule auszugleichen, der durch Einstellen des spezifischen Gewichtes der Spülung geregelt wird. Bei stark wechselnden Gebirgsdrücken in unterschiedlichen Schichten oder Formationen kann dieses Gleichgewicht durch Änderung des spezifischen Gewichtes der Spülung nicht mehr kompensiert werden. In diesen Fällen wird die aufgeschlossene Schicht vor dem Aufschluß der folgenden Schicht mit einer Futterrohrtour abgedeckt, die anschließend zementiert wird. Nach Einstellen eines geeigneten spezifischen Gewichtes der Spülung wird das Niederbringen der Bohrung mit einem Bohrmeißel von kleinerem Durchmesser fortgesetzt. Dadurch wird die Bohrung bis zur produktiven Schicht mit einem stufenweise abnehmenden Durchmesser niedergebracht, wobei zur Abstützung der Bohrlochwandungen Futterrohre verwendet werden müssen. Konzentrisch in diesen Futterrohren werden spezielle Leitrohre, Zwischenrohre und Förderrohre eingebaut. Ein solches Bohrverfahren erfordert einen hohen Aufwand an Zeit, Zement und Futterrohren.

Aus der SU-A-907 220 ist ein Verfahren zum Herstellen einer Tiefbohrung bekannt, bei dem die Bohrlochwand im Bereich von kritischen Gebirgsschichten durch speziell ausgebildete Futterrohrabschnitte abgedeckt wird, um das Eindringen von Flüssigkeiten und Feststoffen in das Bohrloch zu verhindern. Diese Futterrohrabschnitte haben zylindrische Endstücke mit Gewinde und einen durch längsgerichtete Einbauchungen profilierten Mittelteil. Mehrere an ihren Endstücken miteinander verschraubte und am unteren Ende durch einen Schuh abgeschlossene Futterrohre werden in das Bohrloch bis zur Tiefe der kritischen Gebirgsschichten abgesenkt und in ihren mittleren längsprofilierten Abschnitten hydraulisch bis auf den Bohrlochdurchmesser aufgeweitet. Nach der Aufweitung wird das zum Absenken verwendete Bohrgestänge abgeschraubt und gezogen. Anschließend wird der Durchmesser der zylindrischen Endstücke der Futterrohre vergrößert. Bei diesem Verfahren kann nach dem Einbringen der Futterrohrabschnitte nur mit einem Bohrkopf von kleinerem Durchmesser weitergebohrt werden, was beim Durchbohren von mehreren kritischen Gebirgsschichten zu einer stufenweisen Verringerung der Bohrlochweite führt.

Aus der US-A-4 501 327 ist ein weiteres Verfahren

zum Herstellen von verrohrten Tiefbohrungen bekannt, bei dem die Bohrlochwände in bestimmten gebirgstech-  
nisch kritischen Abschnitten durch eine hohlzylindrische  
Einlage bzw. Kassette abgedichtet werden, welche  
nach dem Einbringen in das Bohrloch aufgeweitet und  
zementiert wird.

Schließlich ist in der Fachzeitschrift "Neftjanoe  
chozjajstvo", Nr. 4, 1982, S. 26, 27, ein gattungsgemä-  
ßes Tiefbohrverfahren mit Abdichtung der Bohrloch-  
wandung im Bereich kritischer Gebirgsschichten be-  
schrieben, bei dem das Bohrloch im Bereich der kriti-  
schen Gebirgsschichten erweitert wird und ein durchge-  
hender Futterrohrabschnitt in diesen erweiterten Bohr-  
lochbereich mittels des Bohrgestänges abgesenkt wird.  
Der mittlere längsprofilerte Teil des Futterrohrab-  
schnitts wird hydraulisch und anschließend durch ein  
geeignetes Werkzeug mechanisch bis zur Anlage an  
der Bohrlochwandung aufgeweitet. Nach dem anschlie-  
ßenden Aufbohren der schmaleren Endstücke kann mit  
einem Bohrkopf von gleichem Durchmesser weiterge-  
bohrt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ver-  
fahren zum Herstellen einer Mehrrohrtourbohrung mit  
konstantem Innendurchmesser aufzuzeigen, das eine  
sichere Abdichtung auch von Schichten mit besonders  
hohem Gebirgsdruck gewährleistet.

Diese Aufgabe wird durch die im Patentanspruch  
angegebenen Maßnahmen gelöst.

Durch das Niederbringen der Bohrung mit Meißeln  
desselben Durchmessers nach dem Einbau der Stand-  
rohrtour und des Futterrohrs kann der vorgegebene  
Bohrlochdurchmesser bis zu der projektierten Tiefe bei-  
behalten werden, wodurch sich die Verwendung von  
Zwischenrohrturen erübrigt und folglich der Material-  
aufwand reduziert und der Bau der Bohrungen be-  
schleunigt werden. Durch das hydraulische Aufweiten  
der oberen und unteren Profilrohre wird die Profilrohr-  
tour im Bohrloch sicher fixiert. Die Aufweitung der mitt-  
leren Profilrohre durch Aufwalzen ihres Innendurch-  
messers auf den Innendurchmesser der anderen Profil-  
rohre bewirkt eine Materialverfestigung dieser Profilroh-  
re durch Änderung des Metallgefüges, wodurch sich der  
Widerstand gegen sehr hohe Gebirgsdrücke erhöht.  
Somit können Profilrohre als Überdeckungen von  
Schichten mit einem anormal hohen Lagerstättendruck  
verwendet und mit billigeren Mitteln umgebaut werden.  
Je nach Metallsorte und Wanddicke kann bei einer  
durch das Aufwalzen erzielten Durchmesserergröße-  
rung um 3 bis 5 % ein maximaler Härtezuwachs des  
Rohrmetalls um 130 bis 260 % erzielt werden.

Weitere Besonderheiten und Vorteile der Erfindung  
werden nachstehend anhand eines in der Zeichnung  
dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert. Es  
zeigen:

Fig. 1 eine fertige Tiefbohrung von gleichbleiben-  
dem Durchmesser, bei der mehrere bohrtech-  
nisch kritische Gebirgsschichten gegen das

Bohrlochinnere abgedichtet sind;

Fig. 2 einen Bohrlochabschnitt mit einer gemäß der Erfindung eingebauten Profilrohrtour, deren mittlerer Teil einen kleineren Außendurchmesser als der erweiterte Bohrl Lochdurchmesser aufweist;

Fig. 3 einen Bohrlochabschnitt mit einer im kritischen Bereich eingebauten Profilrohrtour;

Fig. 4 einen Schnitt IV-IV in Fig. 2;

Fig. 5 einen Schnitt V-V in Fig. 2.

Zum Herstellen einer verrohrten Tiefbohrung wurde gemäß Fig. 1 ein oberer Bohrlochabschnitt mit einem Meißel von großem Durchmesser niedergebracht und mit einer Leitrohrtour 1 ausgekleidet. Daraufhin wurde mit einem Meißel von kleinerem Durchmesser weitergebohrt und ein Futterrohr im Bohrloch fixiert. Anschließend wurde mit einem Meißel mit gleichbleibendem Durchmesser bis zur projektierten Tiefe weitergebohrt. Bei einem Aufschluß von bohrtechnisch kritischen Gebirgsschichten wurde oberhalb des Meißels ein Räumers angeordnet, mit dem der Bohrl Lochdurchmesser um einen Betrag erweitert wurde, der dem Außendurchmesser eines aufgeweiteten Profilrohres entsprach. Anschließend wurde mittels des Bohrgestänges in den Bohrlochabschnitt der kritischen Gebirgsschicht eine Profilrohrtour abgesenkt und durch den Druck einer eingepreßten Flüssigkeit aufgeweitet. Danach erfolgte eine Kalibrierung des Durchgangsquerschnittes dieses Rohrabschnittes mittels einer Aufwalzvorrichtung bis auf einen Durchmesser, der einen freien Durchgang des Meißels zum weiteren Bohren ermöglicht. In ähnlicher Weise wurden alle weiteren kritischen Gebirgsschichten und Komplikationszonen beim Niederbringen der Bohrung bis zur projektierten Tiefe ausgekleidet und verfestigt, woraufhin schließlich eine Förderrohrtour eingebaut und zementiert wurde.

Wird eine bohrtechnisch kritische Schicht abgeschlossen, deren Gebirgsdruck die Druckfestigkeit eines der in der vorstehend angegebenen Weise eingebauten Profilrohres übersteigt, dann werden zwischen diesen Profilrohren in einer Profilrohrtour zusätzliche Profilrohre angeordnet, deren Außendurchmesser vor dem Profilieren kleiner als der Bohrl Lochdurchmesser ist und deren Länge größer als die Dicke der Gebirgsschicht mit anormal hohem Lagerstättendruck ist. Diese Profilrohre werden erfindungsgemäß bis zu einem Durchmesser aufgewalzt, der ihren Ausgangsdurchmesser um 3 bis 5 % übersteigt.

Im folgenden wird ein konkretes Beispiel zum Herstellen einer verrohrten Tiefbohrung beschrieben.

Gemäß Fig. 1 wurde eine Ausgangsbohrung für eine Leitrohrtour 1 mit einem Meißel von 394 mm Durchmesser bis zu einer Tiefe von 6 m gebohrt und mit her-

kömmlichen Leitrohren von 324 mm Außendurchmesser verfestigt. Danach wurde mit einem Meißel von 295 mm Durchmesser bis auf eine Tiefe von 300 m unter Spülung mit einer Spülflüssigkeit von  $1,1 \text{ g/cm}^3$  Dichte weitergebohrt. Diese Bohrung wurde mit einem Futterrohr 2 von 245 mm Durchmesser verfestigt. Anschließend wurde mit Meißeln von 215,9 mm Durchmesser bis zur projektierten Tiefe von 1800 m weitergebohrt. In einer wasserführenden Schicht 3 bei 460 bis 470 m wurden Profilrohre 4 eingebracht, die in einem Intervall von 380 bis 480 m durch einen inneren Flüssigkeitsdruck von 10 bis 12 MPa aufgeweitet und anschließend durch Aufwalzen an die Wandungen des Bohrlochs angedrückt wurden. Zuvor wurde das Bohrloch mittels eines Räumers bis auf einen Durchmesser von 335 mm erweitert. Die Erdöl und Wasser führende Zone 3' wurde in einer Tiefe von 600 bis 640 m nach einem ähnlichen Verfahren abgedichtet, wobei eine Profilrohrtour 4' in einem Intervall von 534 bis 650 m eingebaut wurde. Die Druckwasser führende Zone 3" wurde in einer Tiefe von 820 bis 840 m mit Hilfe einer Profilrohrtour 4" in einem Intervall von 800 bis 900 m abgedichtet. Des weiteren wurde mit einem Meißel von 215,9 mm Durchmesser unter Verwendung einer Bohrspülung mit einer Dichte von  $1,43 \text{ g/cm}^3$  weitergebohrt, die den geologischen Verhältnissen der aufzuschließenden Schicht 5 entsprach. Abschließend wurde eine Förderrohrtour 6 mit einem Durchmesser von 146 mm eingebaut. In den Tiefen von 380 bis 800 m wurde unter Verwendung einer Spülflüssigkeit mit einer Dichte von  $1,29 \text{ g/cm}^3$  und in der Tiefe von 800 bis 900 m mit einer Spülflüssigkeitsdichte von  $1,6 \text{ g/cm}^3$  gebohrt.

Auf diese Weise wurden die kritischen Zonen 3, 3', 3" nach ihrem jeweiligen Aufschluß durch den Einbau der Profilrohr Touren 4, 4' und 4" abgedichtet.

Bei dem in Fig. 2 bis 4 dargestellten Verfahren gemäß der Erfindung werden beim Aufschließen einer Gebirgsschicht mit einem anormal hohen Lagerstättendruck die Enden eines mittleren Profilrohres 4b im bohrtechnisch kritischen Bohrlochabschnitt dieser Gebirgsschicht 7 mit Packerelementen 8 versehen und mit einem durch einen Schuh 9 abgeschlossenen unteren Profilrohr 4c sowie einem oberen Profilrohr 4a verbunden, das ein linksgängiges Anschlußgewinde 10 an seinem oberen Ende aufweist. Diese Profilrohrtour 4 wird an einem Bohrgestänge 11 bis in den kritischen Bohrlochabschnitt 7a abgesenkt, so daß sich im Bereich der kritischen Gebirgsschicht 7 die mittleren zu verfestigenden Profilrohre 4b befinden.

Nach dem Einbau der Profilrohrtour 4 in den kritischen Bohrlochabschnitt 7a wird im Innenraum dieser Profilrohrtour 4 ein Überdruck durch Einpressen einer Flüssigkeit mit Hilfe z. B. einer Spülpumpe oder eines Zementieraggregates erzeugt. Unter der Wirkung dieses Innendruckes werden die oberen und unteren Profilrohre 4a und 4c abgerichtet und fixiert. Das mittlere ebenfalls abgerichtete Profilrohr 4b erhält dabei einen Durchmesser, der um 3 bis 5 % kleiner als der Durch-

messer des aufgeweiteten Bohrlochabschnittes 7 ist. Nach einer Druckentlastung wird das Bohrgestänge 11 von dem oberen Profilrohr 4a abgeschraubt und ausgebaut. Anschließend wird an dem Bohrgestänge 11 eine Aufwalzvorrichtung 12 gemäß Fig. 3 eingefahren, mit welcher die Profilrohrtour 4 aufgewalzt wird. Dadurch werden das obere und das untere Profilrohr 4a, 4c kalibriert, während das mittlere Profilrohr 4b bis zu einem um 3 bis 5 % vergrößerten Durchmesser aufgewalzt wird. Dabei wird das mittlere Profilrohr 4b aufgeweitet und dicht an die Bohrlochwandung angedrückt, wobei die Packerelemente 8 den abzudichtenden Bohrlochabschnitt 7a vom übrigen Bohrloch trennen. Nach Abschluß des Kalibriervorgangs wird der Schuh 9 vom unteren Profilrohr 4c gelöst.

Bei dem Auswalzen der Innenfläche des mittleren Profilrohrs 4b der Profilrohrtour 4 vollzieht sich eine Materialverformung in radialer Richtung, was zu einer Metallverfestigung führt, die in einer Erhöhung der Metallhärte zum Ausdruck kommt. Der Härtezuwachs beträgt je nach der Stahlsorte und der Wanddicke 130 bis 260 %.

#### Patentansprüche

##### 1. Verfahren zum Herstellen einer verrohrten Tiefbohrung, bei welchem

- ein Bohrlochabschnitt im Bereich einer bohrtechnisch kritischen Zone mittels eines Räumers erweitert wird,
- eine aus Profilrohren gebildete Profilrohrtour (4) in diesem erweiterten Bohrlochabschnitt positioniert wird,
- die positionierte Profilrohrtour mittels eines hydraulischen innendruckes aufgeweitet wird,
- die hydraulisch aufgeweitete Profilrohrtour mittels einer Aufwalzvorrichtung (12) bis zur Anlage an die Bohrlochwandung weiter aufgeweitet und kalibriert werden und
- danach mit einem Bohrmeißel gleichen Durchmessers weitergebohrt wird,

##### dadurch gekennzeichnet, daß

- die aus oberen, mittleren und unteren Profilrohren (4a, 4b, 4c) bestehende Profilrohrtour im erweiterten Bohrlochabschnitt (7a) so positioniert wird, daß die mittleren Profilrohre (4b) die bohrtechnisch kritische Gebirgsschicht (7) abdecken und sich die oberen Profilrohre (4a) oberhalb und die unteren Profilrohre (4c) unterhalb dieser kritischen Gebirgsschicht (7) befinden,

die oberen und die unteren Profilrohre (4a, 4c) bis zur Druckanlage an der erweiterten Bohrlochwandung sowie die mittleren Profilrohre (4b) bis auf einen Durchmesser abgerichtet werden, der um 3 bis 5 % kleiner als der Durchmesser des aufgeweiteten Bohrlochabschnittes (7a) ist, und

- mittels der Aufwalzvorrichtung anschließend die oberen und unteren Profilrohre (4a, 4c) kalibriert sowie die mittleren Profilrohre (4b) bis zur druckfesten Anlage an der Wandung des erweiterten Bohrlochabschnittes (7a) unter Metallverfestigung aufgewalzt werden.

#### Claims

##### 1. Method of producing a cased deep bore, in which

- a section of the bore hole is widened by means of a reamer in the region of a zone which is critical from the boring technology viewpoint,
- a profile tube turn (4) which is formed from profile tubes is positioned in this widened section of the bore hole,
- the positioned profile tube turn is enlarged by means of a hydraulic internal pressure,
- the hydraulically enlarged profile tube turn is further enlarged and grooved by means of an expanding device (12) until it abuts against the wall of the bore hole, and
- boring is thereupon continued with a boring bit of the same diameter,

##### characterised in that

- the profile tube turn consisting of upper, middle and lower profile tubes (4a, 4b, 4c) is positioned in the widened section (7a) of the bore hole in such a way that the middle profile tubes (4b) cover the stratum (7) which is critical from the boring technology viewpoint and the upper profile tubes (4a) are located above, and the lower profile tubes (4c) below, this critical stratum (7), the upper and lower profile tubes (4a, 4c) are trimmed until they abut, with pressure, against the widened wall of the bore hole, and also the middle profile tubes (4b) are trimmed until they reach a diameter which is 3 to 5% smaller than the diameter of the enlarged section (7a) of the bore hole, and
- the upper and lower profile tubes (4a, 4c) are

then grooved by means of the expanding device, and also the middle profile tubes (4b) are expanded until they abut, in a pressure-resistant manner, against the wall of the widened section (7a) of the bore hole, with metal reinforcement. 5

## Revendications

- 10
1. Procédé pour réaliser un forage profond tubé, dans lequel
- on élargit un tronçon du trou de forage dans une zone critique sur le plan de la technique de forage, à l'aide d'un manchon aléseur, 15
  - on met en place, dans ce tronçon de trou de forage élargi, un entourage en tube profilé (4) formé de tubes profilés,
  - on élargit, à l'aide d'une pression hydraulique, l'entourage en tube profilé mis en place, 20
  - on élargit encore plus et on calibre l'entourage en tube profilé élargi par voie hydraulique, à l'aide d'un dispositif à évaser (12) jusqu'à ce que l'entourage vienne porter contre la paroi du trou de forage, et 25
  - on continue ensuite à forer avec un trépan de même diamètre,
- caractérisé en ce que, 30
- on positionne l'entourage en tube profilé se composant de tubes profilés supérieur, médian et inférieur (4a, 4b, 4c) dans le tronçon de trou de forage élargi (7a), de telle façon que le tube profilé médian (4b) recouvre la couche de roches (7) critique sur le plan de la technique de forage et que les tubes profilés supérieur (4a) et inférieur (4c) se trouvent placés respectivement au-dessus et au-dessous de cette couche critique de roches (7), et que les tubes profilés supérieur et inférieur (4a, 4c), jusqu'à ce qu'ils viennent porter par pressage contre la paroi élargie du trou de forage, ainsi que le tube profilé médian (4b), soient calibrés à un diamètre qui soit inférieur de 3 à 5% au diamètre du tronçon de trou de forage élargi (7a), et 35 40 45
  - on élargit ensuite par mandrinage les tubes profilés supérieur et inférieur (4a, 4c) calibrés ainsi que le tube profilé médian (4b), à l'aide du dispositif à évaser, jusqu'à ce qu'ils viennent porter rigidement par pressage contre la paroi du tronçon de trou de forage élargi (7a) en réalisant une consolidation métallique 50 55

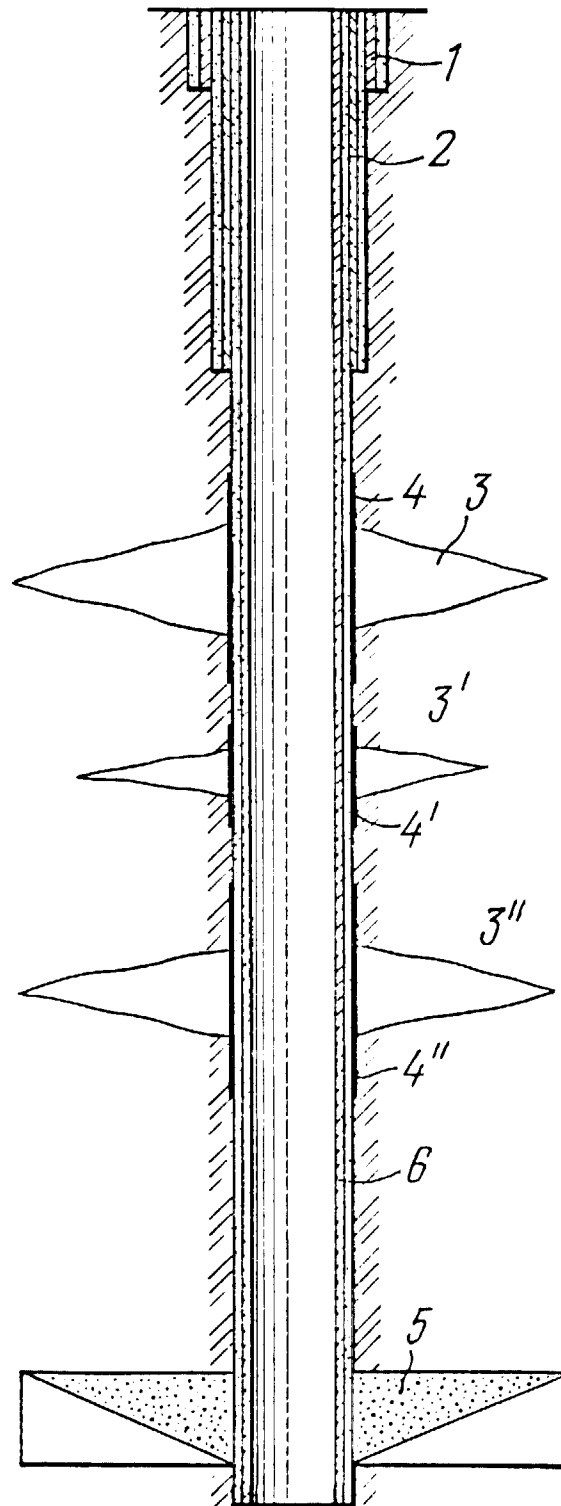


FIG.1

