



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 90121

(13) C2

(51) МПК (2009)  
E21B 10/26МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

## (54) СПОСІБ ОБЕРТАЛЬНОГО БУРІННЯ ШПУРУ

1

(21) а200707933

(22) 13.07.2007

(24) 12.04.2010

(46) 12.04.2010, Бюл.№ 7, 2010 р.

(72) НАЗИМКО ВІКТОР ВІКТОРОВИЧ

(73) НАЗИМКО ВІКТОР ВІКТОРОВИЧ

(56) UA 12374 U, 15.02.2006

US 7083010 B2, 01.08.2006

SU 817248, 30.03.1981

SU 642474 A1, 15.01.1979

(57) Спосіб обертального буріння шпуру, що включає буріння шпуру шляхом обертання виконавчого органа і подачі його на вибій шпуру та продовження буріння шпуру більшим діаметром, який **відрізняється** тим, що розширення діаметра шпуру здійснюють шляхом зміщення центра мас вико-

2

навчого органа відносно його осі обертання на ексцентриситет, що визначається згідно з залежністю

$$\Delta = \frac{3xEJ}{m\omega^2 l^3},$$

де  $\Delta$  - величина зміщення центра мас виконавчого органа,  $x$  - величина відхилення передового кінця виконавчого органа від осі обертання, що дорівнює  $x=(D_6-d_m)/2$ , де  $D_6$  та  $d_m$  є більший та менший діаметри шпуру відповідно,  $E$  - модуль пружності металу, з якого виготовлена бурова штанга,  $J$  - момент інерції бурової штанги,  $m$  - маса розширюючого елемента,  $\omega$  - швидкість обертання виконавчого органа,  $l$  - відстань від місця закріплення бурової штанги до бурової коронки.

Винахід відноситься до гірничої промисловості і може бути використаний для буріння шпурів під анкерне кріплення.

Відомий спосіб обертального буріння свердловини згідно патенту СРСР № 1469085, МПК E21B 10/26, опублікований 18.07.1986 в бюл. №12 в якому використовується коронка спеціальної конструкції для розширення свердловини. Спосіб виконується шляхом обертання виконавчого органу та продовження буріння шпуру більшим діаметром з його розширенням за допомогою спеціальної бурової коронки, в якій встановлені лопаті розширювача, що мають односторонній внутрішній зріз. При різанні м'якого ґрунту на внутрішньому зрізі лопаті виникає реактивна сила, що штовхає її у зовнішній відцентровий бік, в результаті чого діаметр бурової коронки збільшується, що обумовлює можливість розширення шпуру.

Недоліком способу є неможливість розширення шпуру у твердих породах, оскільки лопаті відриваються відразу ж після контакту з вибоєм свердловини. При цьому буровий став застряє у свердловині, що вимагає буріння нової свердловини. Це знижує надійність, ефективність буріння та його вартість.

Найбільш близьким аналогом способу, що заявляється є спосіб буріння і розширення свердловини та пристрій для його реалізації згідно патенту

США 7083010 від 01.08.2006, МПК E21B7/28. Спосіб включає буріння шпуру шляхом обертання виконавчого органу і подачі його на вибій шпуру та продовження буріння шпуру більшим діаметром шляхом розширення шпуру за допомогою розширювача, в якому розміщені вставки, що під дією пружин виштовхуються з розширювача і притискають різець розширювача до стінки свердловини і таким чином збільшують її діаметр. Вставки виштовхуються в результаті зрізання шпонок під дією тиску промивної рідини, що подається через виконавчий орган в вибій свердловини.

Недоліком способу є низька ефективність розширення шпуру, оскільки в прототипі застосовується геометричний принцип розширення. Розширення шпуру відбувається за рахунок відхилення виконавчого органу. Відомо, що шпуром є такий отвір у масиві гірських порід, діаметр якого не перевищує 42мм. При більшому діаметрі отвір називають свердловиною. При діаметрі шпуру 25-34мм діаметр бурової штанги становить 18-22мм, бо треба мати зазор між стінками шпуру та буровою штангою, щоб пропускати штаб від буріння. При такому діаметрі бурової штанги її жорсткість занадто мала і тому відхилення виконавчого органу за рахунок геометричного зміщення під дією виштовхування вставки відбувається тільки напроти вставки, що виштовхується і тому на відстані від

(13) C2

(11) 90121

(19) UA

неї швидко згасає. Це відбувається ще й тому, що сила відхилення майже не залежить в даному випадку від швидкості обертання виконавчого органу. Так на відстані кілька діаметрів бурової штанги зусилля відхилення зменшується в 1,5-2 рази, що зменшує ефективність розширення шпuru і призводить до невизначеності діаметру розширеної ділянки.

Суттєві ознаки найближчого аналогу, які співпадають з ознаками об'єкту, що заявляється:

1. буріння шпuru малого діаметра шляхом обертання виконавчого органу і подачі його на вибій шпuru

2. продовження буріння шпuru більшим діаметром.

Відомий бурильний пристрій з застосуванням штабу для буріння шпурів під анкера згідно публікації про патент в Сполучених Штатах Америки №US2002/0104681 A1 від 8 серпня 2002 року МПК E21B21/00. Пристрій має бурильну штангу з буровою головкою для обертального буріння зі зменшеним діаметром та повздовжнім отвором для всмоктування ґрунту, який з'єднаний з нерухомою головкою для відводу ґрунту, причому бурова головка має виступ для забезпечення можливості розширення шпuru.

Недоліком пристрою є неможливість розширення шпuru тільки на його глибинній ділянці, тому, що для розширення глибинної ділянки бурова головка має пройти через весь шпур включно і його устя. Отже розширення відбувається тільки по всій довжині шпuru. Це не дає можливості закріплювати анкера в глибинній розширеній частині шпuru і таким чином унеможливує підвищення несучої спроможності анкера.

Найбільш близьким аналогом пристрою, який може бути використаним для реалізації способу, що заявляється є пристрій для обертального буріння шпурів згідно патенту України №12374, МПК E21B 10/26, опублікований 15.02.2006 у бюл. №2. Цей пристрій містить приводний шпindel, бурову штангу, бурову коронку, розширюючий елемент у вигляді зигзагоподібного перехідника, що встановлено між приводним шпинделем та буровою штангою. Під час обертання приводного шпинделя зигзагоподібний перехідник геометрично відхиляє бурову штангу та бурову коронку від осі обертання, в результаті чого розширюється шпур на глибинній його ділянці. В розширеній частині шпuru закріплюють анкер, що підвищує його несучу спроможність. Недоліком пристрою є низька ефективність розширення глибинної частини шпuru бо використовується геометричний принцип відхилення. При такому принципі необхідне відхилення бурової штанги відбувається тільки напроти перехідника. Зі збільшенням відстані від перехідника величина відхилення зменшується, що зменшує ефективність розширення шпuru в глибинній його частині. Чим глибше шпур, тим нижче ефективність розширення, бо максимум відхилення реалізується навколо зигзагоподібного перехідника, а не навколо бурової коронки.

Суттєві ознаки найближчого аналогу, які співпадають з ознаками об'єкту, що заявляється

1) приводний шпindel,

2) бурова штанга,

3) бурова коронка,

4) розширюючий елемент

В основу винаходу поставлено задачу удосконалення способу обертального буріння шпuru та пристрою для його реалізації у якому за рахунок нових технологічних операцій та конструктивних елементів і їх зв'язків забезпечується збудження та використання відцентрової сили для процесу розширення глибинної частини шпuru, що дозволяє підвищити ефективність і надійність збільшення діаметру глибинної частини шпuru. При цьому ділянка шпuru, яка примикає до його устя залишається меншого діаметру. Це дає змогу підвищувати ефективність закріплення анкера в розширеній частині шпuru.

Поставлену задачу можливо досягти тим, що в відомому способі обертального буріння шпuru який включає буріння шпuru шляхом обертання виконавчого органу і подачі його на вибій шпuru та продовження буріння шпuru більшим діаметром згідно винаходу розширення діаметру шпuru здійснюють шляхом зміщення центра мас виконавчого органу відносно його осі обертання на ексцентриситет, що визначається згідно залежності

$$\Delta = \frac{3 \times EJ}{m\omega^2 l^3}$$

де  $\Delta$  - величина зміщення центра мас виконавчого органу,  $x$  - величина відхилення передового кінця виконавчого органу від осі обертання, що дорівнює  $x = (D_0 - d_m)/2$ , де  $D_0$  та  $d_m$  є більший та менший діаметри шпuru відповідно,  $E$  - модуль пружності металу, з якого виготовлена бурова штанга,  $J$  - момент інерції бурової штанги,  $m$  - маса розширюючого елемента,  $\omega$  - кругова швидкість обертання виконавчого органу,  $l$  - відстань від місця закріплення бурової штанги до бурової коронки.

Пристрій для обертального буріння шпурів для реалізації способу, що містить приводний шпindel, бурову штангу, бурову коронку, розширюючий елемент, в якому згідно винаходу розширюючий елемент виконаний зі зміщенням центру мас відносно осі обертання.

Доцільно але не обов'язково в якості розширюючого елемента використовувати багатопірюву бурову коронку;

причому бурова коронка має вставку з металу, питома вага якого відрізняється від питомої ваги металу бурової коронки.

зокрема вставка виконана з вольфрамокобальтового сплаву;

або вставка виконана з титанового сплаву;

або одне чи кілька пір'їв бурової коронки відсутні;

або корпус бурової коронки має отвір який розташовано ексцентрично до осі обертання;

або корпус бурової коронки має виїмку, яку розташовано ексцентрично до осі обертання;

або в якості розширюючого елемента використовується кінець бурової штанги довжиною 1-15 її діаметрів.

причому кінець бурової штанги має вставку з металу, питома вага якого відрізняється від питомої ваги металу бурової штанги.

зокрема вставка виконана з вольфрамо-кобальтового сплаву.

або вставка виконана з титанового сплаву.

або кінець бурової штанги має отвір, який розташовано ексцентрично до осі обертання;

або кінець бурової штанги має виїмку, яку розташовано ексцентрично до осі обертання;

також в якості розширюючого елемента використовується насадка, що одягнута на кінець бурової штанги;

причому насадка має зміщений центр мас відносно осі обертання бурової штанги;

також насадка виконана з можливістю обертання навколо кінця бурової штанги і має фіксатор;

причому в якості фіксатора використовується контргайка, або в якості фіксатора використовується гвинт.

Зміщення центра мас виконавчого органу призводить до виникнення відцентрової сили, яка відхиляє виконавчий орган. Висока ефективність відхилення виконавчого органу обумовлюється двома перевагами, обумовленими фізичною, а не геометричною природою відхилення виконавчого органу. По-перше сила відхилення максимальна в точці зміщення центра мас, а цю точку легко розмістити безпосередньо у вибої шпурі. По-друге сила відхилення пропорційна квадрату швидкості обертання, та статичному моменту відхилення, величина якого пропорційна до дебалансу центра мас.

Приклад виконання способу, який реалізується за рахунок пристрою, що заявляється ілюструється малюнками, де на фіг. 1 показано буріння шпурі малого діаметру за допомогою збалансованого виконавчого органу, центр мас якого співпадає з віссю обертання, а на фіг. 2 показано, як глибинна ділянка шпурі розширюється шляхом заміни збалансованого виконавчого органу на такий, центр мас якого зміщений відносно осі обертання. Спосіб виконується таким чином.

Спочатку шпур 1 бурять шляхом обертання виконавчого органу 2 і подачі його на вибій 3 (фіг.1). Виконавчий орган 2 має збалансований центр мас 4 (вказаний зірочкою), положення якого співпадає з віссю обертання 5 (фіг.1). Потім при необхідності розширення глибинної ділянки шпурі буріння зупиняють, а виконавчий орган 2 міняють на такий, центр мас 4 якого зміщений від осі обертання 5 на ексцентриситет  $\Delta$  (фіг.2), що визначається згідно залежності

$$\Delta = \frac{3 \times EJ}{m\omega^2 l^3}$$

де  $\Delta$  - величина зміщення центра мас 4 виконавчого органу 2,  $x$  - величина відхилення передового кінця виконавчого органу 2 від осі обертання 5, що дорівнює  $x = (D_6 - d_m)/2$ , де  $D_6$  та  $d_m$  є більший та менший діаметри шпурі 1 відповідно,  $E$  - модуль пружності металу, з якого виготовлена бурова штанга 6,  $J$  - момент інерції бурової штанги 6,  $m$  - маса розширюючого елемента 7,  $\omega$  - кругова швидкість обертання виконавчого органу 2,  $l$  - відстань від місця 8 закріплення бурової штанги 6 до центра зміщення мас 4.

Потім шпур 1 продовжують бурити більшим ді-

аметром  $D_6$  (фіг.2.). Збільшення діаметру шпурі 1 відбувається за рахунок відхилення виконавчого органу 2 під дією відцентрової сили, що виникає за рахунок зміщення центру мас 4 відносно осі обертання 5.

Величина зміщення центра мас визначається статичним моментом, який дорівнює зміщенню центра мас на величину маси, яка приймає участь у формуванні відцентрової сили. Наприклад, коли зміщують центр мас бурової коронки, статичний момент підраховується як добуток маси бурової коронки на величину зміщення центра її мас. Так при масі коронки 0,2кг і зміщенні центра мас на 4мм величина ексцентриситету зміщення центра мас становить 0,0008кгм. Величина відхилення  $x$  розширюючого елемента 7 залежить від відцентрової сили, жорсткості бурової штанги 6 та відстані між точкою закріплення бурової штанги (тобто шпинделем 8) та центром зміщення мас 4.

Приклад виконання пристрою та опис принципів його роботи ілюструється малюнками, де на фіг.1 показано пристрій для обертального буріння шпурів, в якому центр мас бурового виконавчого органу співпадає з віссю обертання виконавчого органу. Установка знаходиться в стадії буріння шпурі малого діаметру в покрівлю гірничої виробки. На фіг.2 показаний пристрій для обертального буріння шпурів в стані коли виконавчий орган зі збалансованим центром мас замінено на буровий став, центр мас якого зміщено відносно осі обертання. При обертанні такого виконавчого органу збуджується відцентрова сила, яка відхиляє розширюючий елемент 7 і бурову коронку на ексцентриситет, в результаті чого виконується розширення діаметру шпурі. На фіг.3 показано бурову коронку, центр мас якої відхилений відносно осі обертання виконавчого органу завдяки вставці, питома вага якої відрізняється від питомої ваги металу, з якої виготовлена коронка. На фіг.4 зображена бурова коронка, центр мас якої відхилений відносно осі обертання виконавчого органу завдяки отворам, або виїмкам, що виконані на корпусі коронки. На фіг. 5 показано бурову коронку, центр мас якої відхилений відносно осі обертання виконавчого органу завдяки відсутності одного пера (позиція 10, показана пунктиром). На фіг. 6 зображено кінець бурової штанги, центр мас якого зміщено відносно осі обертання за допомогою вставки, що має питому вагу, яка відрізняється від питомої ваги металу, з якого виготовлено бурову штангу. На фіг. 7 показано вид такої бурової штанги з кінця (з торця, в який вставляють бурову коронку (на малюнку не зображена). На фіг. 8 показаний кінець бурової штанги, центр мас якого зміщено відносно осі обертання за рахунок отворів, що виконані на кінці бурової штанги довжиною 1-15 її діаметрів. На фіг. 9 показано вид такої бурової штанги з кінця (з торця). На фіг. 10 показано кінець бурової штанги, центр мас якої зміщено відносно осі обертання за рахунок виїмок, що виконані на кінці бурової штанги довжиною 1-15 її діаметрів. На фіг. 11 показано вид цієї штанги з кінця (з торця). На фіг. 12 показаний вид кінця бурової штанги з ексцентричною насадкою, а на фіг. 13 вид цього кінця з торця.

Пристрій для обертального буріння шпуру складається з приводного шпинделя 8 (фіг. 2), бурової штанги 6, бурової коронки 9 і розширюючого елементу 7, центр мас 4 якого зміщено відносно осі обертання 5.

Як варіант в якості розширюючого елементу 7 використовують багатопірийову бурову коронку 9 (фіг.3), яка має два або більше пера 10 та 11, причому бурова коронка 9 має вставку 12 з металу, питома вага якого відрізняється від питомої ваги металу бурової коронки 9. Бурова коронка може мати вставку, що виконана з вольфрамо-кобальтового, або з титанового сплаву. Якщо вставка виконана з вольфрамо-кобальтового сплаву а бурова коронка зі сталі, центр мас зміщено в бік вставки. Навпаки, коли вставка виконана з титану, центр мас бурової коронки зміщується у протилежний бік від вставки.

Одне ріжуче перо 10 (зображено пунктиром) бурової коронки 9 може бути відсутнє (фіг.5). Якщо бурова коронка має три пера, відсутні можуть бути два або одне перо.

Корпус 13 бурової коронки 9 має отвір 14 який розташований ексцентрично до осі обертання 5 (фіг. 4), або корпус 13 бурової коронки має виїмку 15, яку розташвано ексцентрично до осі обертання;

В якості розширюючого елементу 7 використовується кінець 16 бурової штанги 6 довжиною 1-15 її діаметрів, як показано на фіг. 6, 8, 10. На торці кінця 16 бурової штанги виконано отвір 20 для закріплення бурової коронки 9.

Кінець 16 бурової штанги 6 може мати вставку 17 з металу, питома вага якого відрізняється від питомої ваги металу бурової штанги 6 (фіг.6).

Кінець 16 бурової штанги 6 має отвір 18, який розташований ексцентрично до осі обертання 5 (фіг. 8).

Кінець 16 бурової штанги 6 має виїмку 19, яку розташвано ексцентрично до осі обертання 5 (фіг. 10).

На кінці бурової штанги 16 виконано шийку 21 меншого діаметру, в якій встановлено насадку 22 зі зміщеним центром мас 4 відносно осі обертання 5 бурової штанги 6 (фіг. 12, 13);

Насадка 22 виконана з можливістю обертання навколо кінця 16 бурової штанги 6 і має фіксатор 23 або 24 (фіг. 12, 13);

В якості фіксатора використовується контргайка 23 (фіг. 12, 13);

В якості фіксатора використовується гвинт 24 (фіг. 12, 13).

Пристрій працює наступним чином: спочатку в привідний шпиндель 8 вставляють бурову штангу 6 з буровою коронкою 9, які в сукупності створюють виконавчий орган 2. На початковій стадії буріння шпуру виконавчий орган 2 збалансований, тому, що його центр мас 4 співпадає з віссю обертання 5 бурової штанги 6 (фіг.1). Після буріння шпуру 1 на глибину наприклад 2м процес буріння зупиняють і виконавчий орган 2 міняють на такий, центр мас 4 якого зміщено відносно осі 5 обертання (фіг.2). Коли починається обертання виконавчого органу 2, зміщений центр мас 4 збуджує відцентрову силу, яка відхиляє кінець виконавчого органу

і зокрема бурову коронку 9 від осі обертання, за рахунок чого розширюється діаметр шпуру. Ділянку розширеного діаметру створюють довжиною наприклад 0,5м.

Анкер (на фіг. не показаний) закріплюють в розширеній частині шпуру 1. За рахунок цього несуча спроможність анкера збільшується в 1,5 рази і може бути легко доведена до межі, що визначається міцністю стрижня анкера при мінімальних затратах закріплюючої смоли. Це має велике значення при кріпленні покрівлі в нестійких породах.

В таблиці наведено результати розрахунків залежності відхилення кінця бурової штанги і бурової коронки від величини зміщення центру мас виконавчого органу. Взяті типові маси бурової коронки та кінця бурового ставу, а також швидкості обертання виконавчого органу, та властивості металу, з якого виконуються бурові штанги, бурові коронки, та вставки. Жорсткість бурової штанги змінюється в діапазоні 200-2000Нм<sup>2</sup>. В залежності від сполучення вказаних параметрів відцентрова сила відхилення коливається від 0,01 до 0,47Н, а результуюче відхилення бурової коронки від 0,001 до 8мм. При цьому величина зміщення центру мас не дорівнює величині відхилення бурової коронки, бо вони знаходяться в нелінійній залежності. В залежності від сполучення параметрів відношення зміщення центру мас до відхилення коронки змінюється від 100 до 0,5. В підсумку це дає змогу за допомогою конструктивних параметрів підібрати таке зміщення центру мас відносно осі обертання, при якому досягається необхідна величина відхилення бурової коронки, а отже величина розширення діаметру шпуру. Доведено, що оптимальна величина розширення радіусу шпуру знаходиться в діапазоні 1-5мм. При такій величині розширення створюються належні умови для закріплення сталеполімерних анкерів, які сьогодні є найбільш ефективними для кріплення гірських виробок. Отже необхідний діапазон відхилення надійно перекривається можливостями способу та пристрою (0,001-8мм), що заявляються. Такий діапазон забезпечується завдяки підбору величини відхилення центру мас бурової коронки, або кінця бурового ставу, або одночасно бурової коронки і кінця бурового ставу.

Для забезпечення надійного перекриття діапазону необхідного відхилення виконавчого бурового органу додатково використовується насадка 22 зі зміщеним центром мас відносно осі обертання бурової штанги. Така насадка може використовуватися в комплексі з буровою коронкою, або кінцем бурової штанги, центри мас яких також зміщені відносно осі обертання бурової штанги. Для узгодження напрямку відхилення центру мас бурової коронки і насадки насадка виконана з можливістю обертання відносно бурової штанги, що дає змогу повернути її в той бік, в який зміщено центр мас бурової коронки або кінця бурової штанги. Після розвороту насадки в необхідному напрямку насадку фіксують контргайкою 23, або гвинтами 24. Для цього фіксуючу контргайку загвинчують так, щоб вона щільно притискалась до насадки 22. Фіксуючі гвинти загвинчують так, щоб вони притискалися до кінця бурової штати. Для надійності фік-

сації насадки 22 гвинтами 24 на шийці 21 кінця бурової штанги 16 виконані заглиблення 25. Гвинти загвинчують у найближче заглиблення 25, місцеположення якого співпадає з напрямком зміщення центру мас кінця виконавчого органу.

Використання запропонованого способу та пристрою для його реалізації забезпечує збудження та використання відцентрової сили для процесу розширення глибинної частини шпуру, що дозво-

ляє підвищити ефективність і надійність збільшення діаметру глибинної частини шпуру. При цьому ділянка шпуру, яка примикає до його устя залишається меншого діаметру. Завдяки цьому досягається можливість надійного закріплення сталеполімерного анкера в масиві гірських порід при мінімальних витратах закріплюючої смоли. Це сприяє підвищенню стійкості гірничих виробок і забезпеченню безпеки робіт гірників.

маса коронки, або кінця бурової штанги, кг	число обер- тів/хв	число обертів за сек	радіус зміщення центру мас коронки, м	відцентрова сила, кгс
0,1	300	5,0	0,004	0,002
0,1	300	5,0	0,002	0,001
0,1	700	11,7	0,002	0,002
0,2	300	5,0	0,004	0,004
0,2	700	11,7	0,004	0,009
1	700	11,7	0,004	0,047

Радіус бу- рової штан- ги, м	Момент іне- рції штанги, м <sup>4</sup>	Модуль пруж- ності, кг/м <sup>2</sup>	Довжина бу- рової штанги, м	відцентрова сила, кгс	Відхилення, м	Відношення зміщення центру мас до відхилення коронки
0,008	3,217E-09	1,75E+10	2	0,002	0,00009	42,22
0,008	3,217E-09	1,75E+10	1,5	0,001	0,00002	100,08
0,008	3,217E-09	1,75 E+10	1	0,002	0,00001	144,76
0,008	3,217E-09	1,75E+10	2	0,004	0,00019	21,11
0,008	3,217E-09	1/75E+10	2	0,009	0,00044	9,05
0,008	3,217E-09	1,75E+10	3	0,047	0,00746	0,54

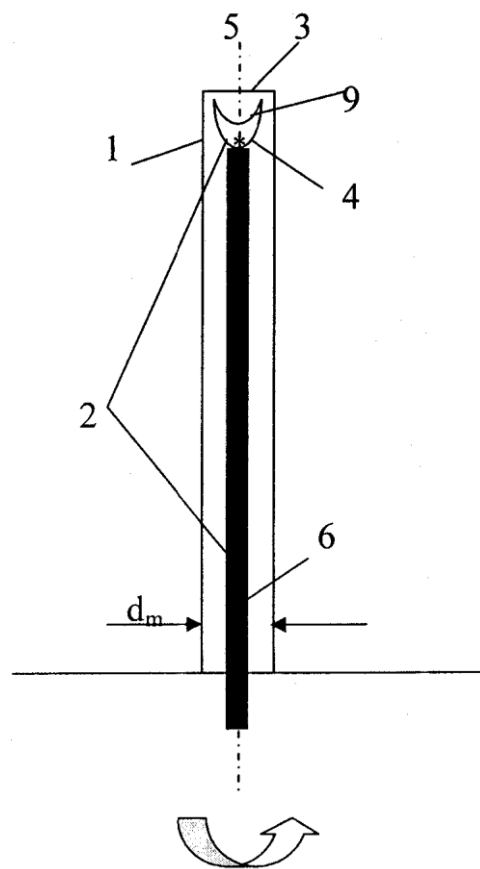
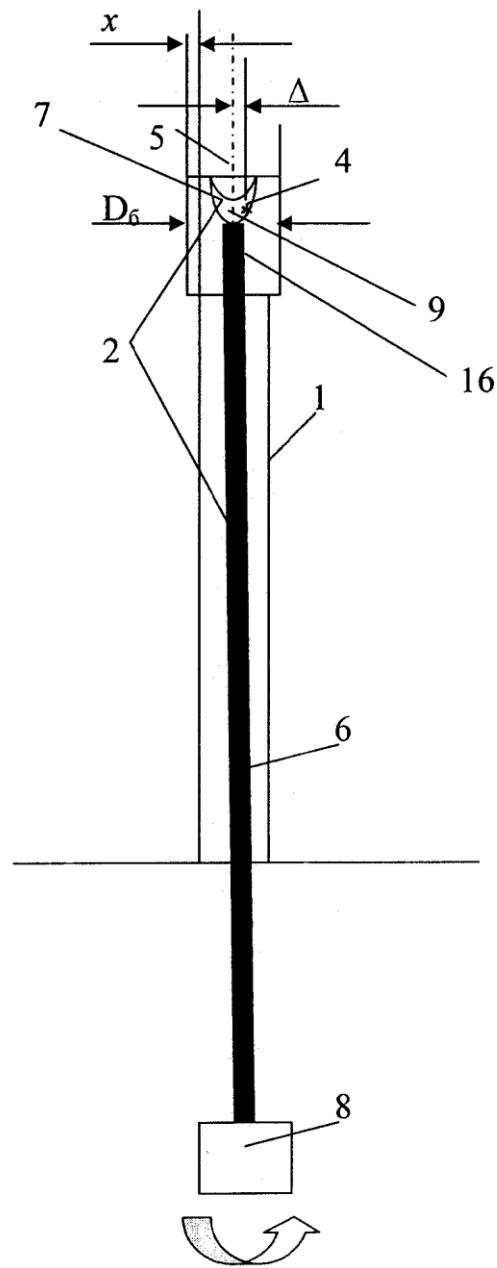


Fig. 1



Фиг.2

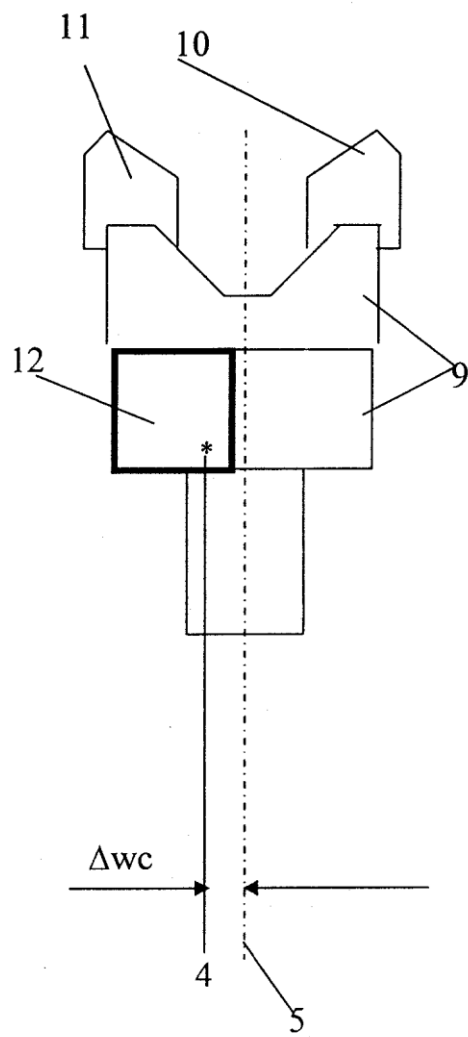


Fig. 3



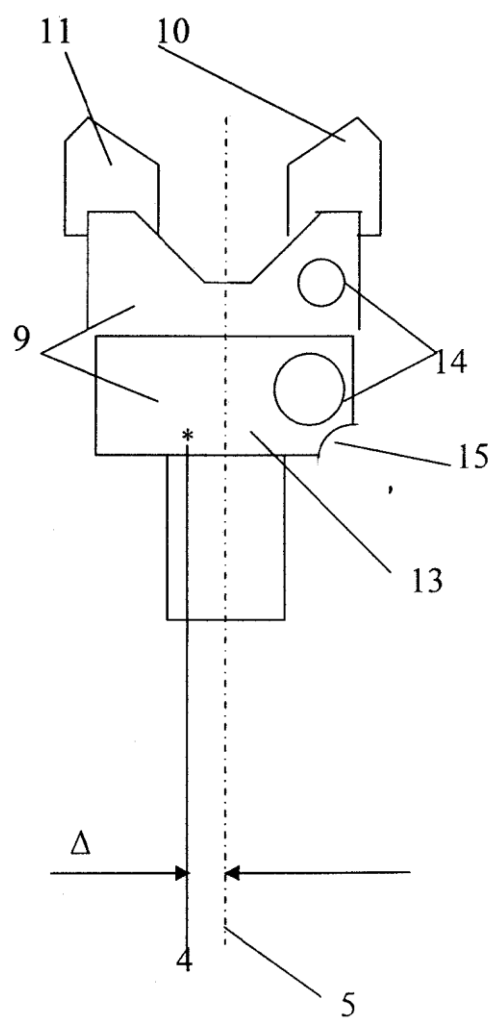


Fig. 4

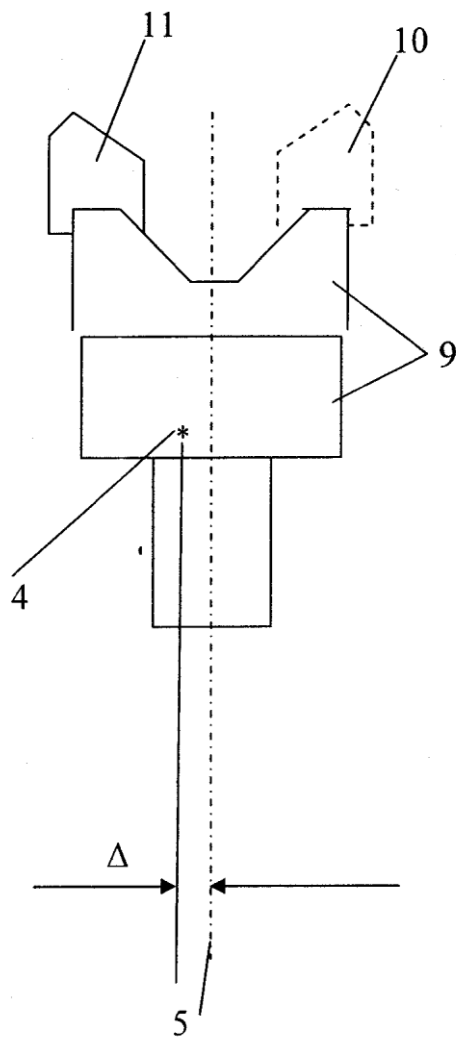


Fig. 5

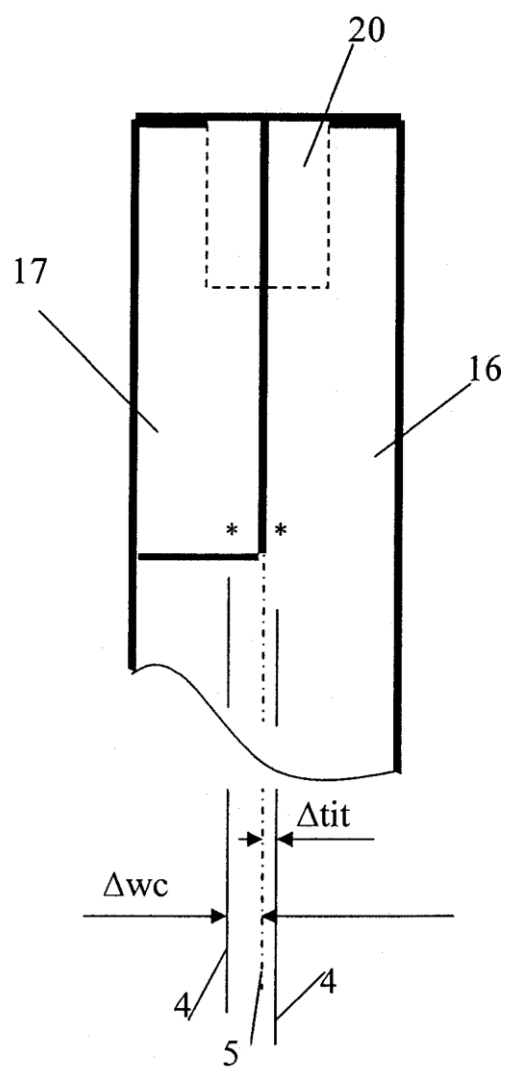


Fig. 6

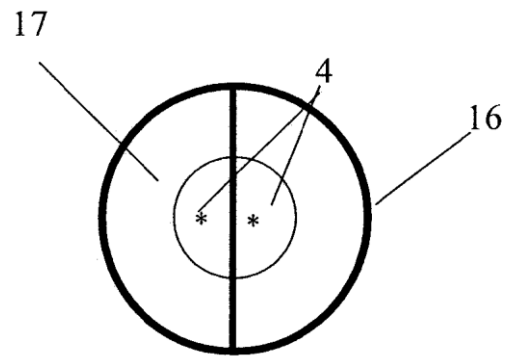


Fig. 7

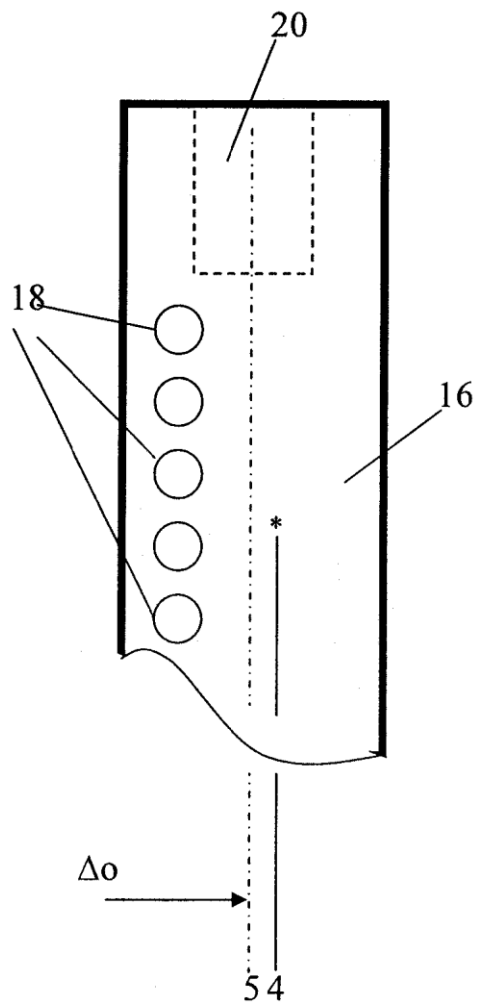


Fig. 8

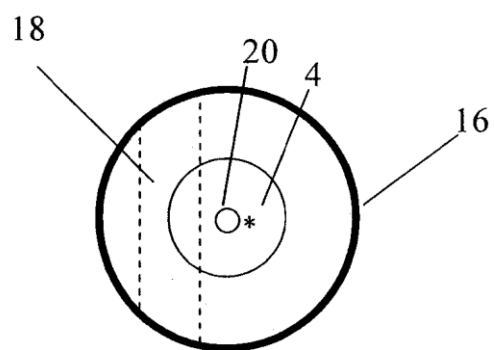


Fig. 9

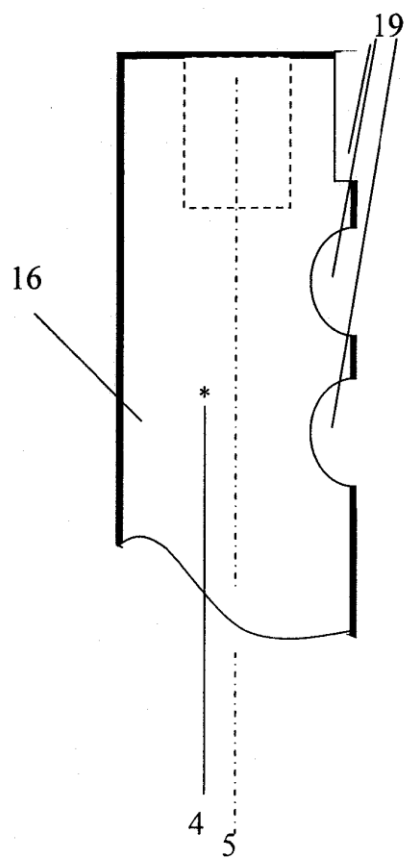


Fig. 10

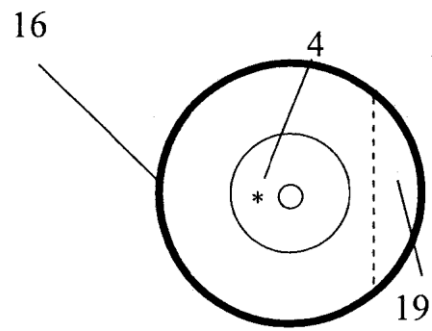


Fig. 11

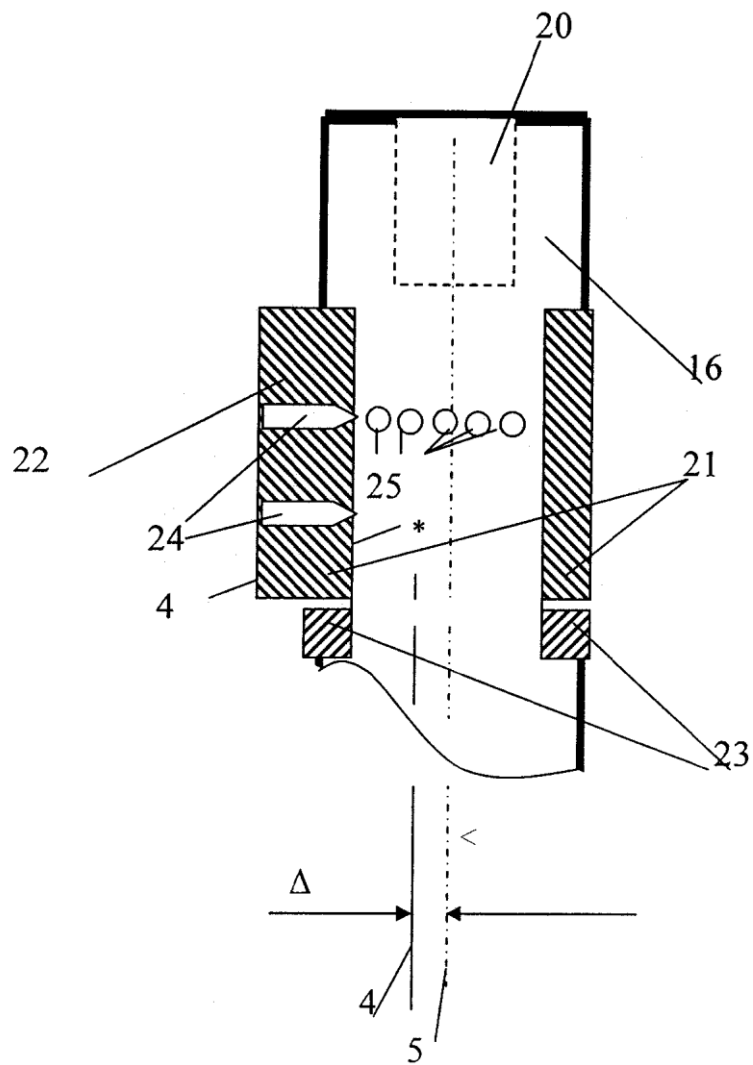
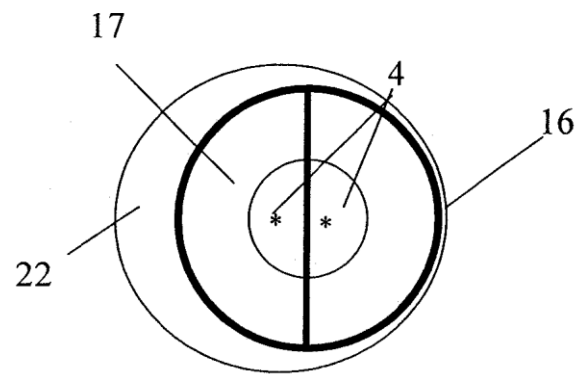


Fig. 12



Фіг. 13