



УКРАЇНА

(19) UA (11) 96644 (13) C2  
(51) МПК (2011.01)  
E21B 10/00

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

### (54) СТЕНД ДЛЯ ВИПРОБОВУВАНЬ СЕКЦІЙ ШАРОШКОВИХ ДОЛІТ

1

2

(21) а201000752

(22) 26.01.2010

(24) 25.11.2011

(46) 25.11.2011, Бюл.№ 22, 2011 р.

(72) КРИЖАНІВСЬКИЙ ЄВСТАХІЙ ІВАНОВИЧ,  
ЯКИМ РОМАН СТЕПАНОВИЧ, ШМАНДРОВСЬКИЙ  
ЛЮБОМИР ЄВСТАХІЙОВИЧ, ПЕТРИНА ЮРІЙ  
ДМИТРОВИЧ

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕ-  
ХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(56) SU 662684, 15.05.1979

SU 1532694 A1, 30.12.1989

DE 3128940 A1, 02.10.1983

SU 1799981 A1, 07.03.1993

SU 1808960 A1, 15.04.1993

SU 1687760 A1, 30.10.1991

Стойкость буровых долот /[Жидовцев Н.А., Кацов  
К.Б., Г.В. Карпенко и др.] / Под ред. К.Б. Кацова. -  
К.: Наукова думка, 1979. – С. 193-198

Рымар А.М. Стенд для испытания опоры буровых  
долот /Рымар А.М., Кантор С.И., Матвиевский В.Н.  
//Химическое и нефтяное машиностроение. - 1981.  
- № 9. - С. 32.

(57) Стенд для випробовувань секцій шарошкових  
доліт, що включає станину із встановленими на ній  
несучими стійками (колонами), на яких зібрані го-  
ловні вузли стенда, кронштейн із встановленими  
на ньому гідростатичним під'ятником для утри-  
мання обертового стола з плитою-вибоєм, при-  
стрій для кріплення секцій долота, гідроциліндри,

встановлені на верхній траверсі, штоки гідроцилі-  
ндрів, встановлені в рухомих траверсах, електро-  
привод, з'єднаний з валом стола, який **відрізня-**  
**ється** тим, що стенд додатково оснащений  
гідралічною системою, яка складається з бака,  
заповненого рідиною із зануреним в нього столом  
з плитою-вибоєм, входом сполученого через вико-  
наний на лапі шарошки патрубок, всмоктувальні та  
нагнітальні трубопроводи, оснащені вимірюваль-  
ною апаратурою - манометрами і мановакууммет-  
рами, фільтрами, нагнітачами відцентровими, за-  
пірною арматурою, а входом - через зливний  
трубопровід - із баком-відстійником, на стійках  
(колонах) додатково встановлено дві траверси із  
отворами для проходження штоків, які з'єднують  
гідроциліндри, закріплені на верхній траверсі із  
пристроєм для кріплення секцій, при цьому верхня  
додаткова траверса сполучена із додатково вве-  
деними упорами, які закріплені в нижній додатко-  
вій траверсі, на штоках жорстко закріплені вилки,  
розташовані між верхньою і нижньою додатковими  
траверсами, де щоки вилок, які містять фіксуючі  
гвинти, введені у пази втулок, вільно посаджених  
на стійках (колонах) з їх охопленням, крім цього  
вал стола з'єднаний з електроприводом, встанов-  
лений у радіальному підшипнику і з'єднаний муф-  
тою з вихідним валом редуктора, на якому встано-  
влений давач крутного моменту, вихід якого  
з'єднаний із самописцем.

Винахід належить до гірничої і нафтогазодо-  
бувної промисловості та може бути використаний  
для здійснення випробовувань секцій бурових ша-  
рошкових доліт, а саме для вивчення кінематики  
деталей шарошкового долота, характеру уражен-  
ня вибою зубками шарошок, встановлення сил, що  
діють на елементи опори долота при бурінні, а  
також встановлення впливу конструкційних та ін-  
ших параметрів опор на довговічність елементів  
долота.

Однією з проблем при здійсненні випробову-  
вань шарошкових доліт існує проблема забезпе-  
чення максимальної інформативності про стан

елементів долота на кожному етапі стендових ек-  
спериментів. В процесі експериментів над опорами  
доліт необхідно здійснювати заплановані розби-  
рання і якісне оцінювання контактуючих поверх-  
онь, а також проводити точне вимірювання на  
предмет відхилень від конструктивних параметрів  
деталей, які зазнали зносу. Тому актуальним є  
пошук способів вдосконалення конструкції стендів  
призначених для випробовування доліт, при за-  
безпеченні максимального наближення роботи  
елементів доліт до реальних експлуатаційних  
умов.

(13) C2

(11) 96644

(19) UA

Одним з напрямків вирішення цієї проблеми є створення спеціальних стендів і використання спеціально виготовлених секцій бурових доліт [1]. Однак, виконання спеціальних розбірних доліт позбавляє можливості встановити достовірний вплив технологічної спадковості деталей доліт, які виготовляються згідно існуючої технології. Крім цього, долота які спеціально виготовляються для експериментів не дають можливості з необхідною точністю переносити функціональні та експлуатаційні характеристики на реальні конструкції доліт. Також їх конструкція не дозволяє забезпечувати необхідну множину конструктивних параметрів реальних опор доліт, хоч створюються максимально наближені умови відробки до експлуатаційних. Тому традиційним у випробовуваннях доліт є виконання конструкцій стендів, які дають можливість використовувати для експериментів реальні долота [2, 3]. Однак дані конструкції стендів не дають можливості здійснювати регулярний аналіз і оцінку стану деталей опор через неможливість здійснення легкого розбирання доліт. Цього недоліку позбавлені конструкції випробовувальних стендів [4, 5], які дозволяють здійснювати випробовування не тільки доліт, але й секцій. Так, конструкція [4] обладнана спеціальним гідростатичним підп'ятником та системою, що забезпечує стійкість проти перевертання вибою, який має профіль змінного радіусу. Проте, конструкція стенда передбачає використання як очисного агента повітря, яке подається в долото, або секції долота через канали в них і через пилоприймаючий ковпак та надходить в пилоуловлюючий пристрій. А це в свою чергу не дозволяє у повній мірі імітувати роботу долота на вибої при рідинному охолодженню і промивному агенті.

Найбільш близьким до запропонованої конструкції за технічною суттю і результатом, що досягається, є відомий стенд [5] для випробовування секцій доліт. Імітацію стенду створює обертовий стіл, а форма поверхні плити-вибою створює різний розподіл навантаження. Осьове навантаження на кожну секцію створюється окремими гідроциліндрами, в які тиск подається паралельно, вирівнюючи навантаження на кожну секцію. Осьове зусилля секцій сприймається гідростатичним підп'ятником стола з розділеним живленням його порожнин, що дозволяє отримати рівномірні зазори при асиметричному навантаженні. Головні вузли стенда зібрані на двох несучих колонах станини. Гідроциліндри, встановлені на верхній траверсі, передають навантаження на секції за допомогою штоків, які переміщуються у рухомій траверсі, нижня частина штоків містить затискачі для кріплення секцій. Стіл з плитою-вибою встановлений на кронштейні. Крутний момент на стіл передається від електродвигуна через пасову передачу, редуктор і пружну втулково-пальцеву муфту. Як редуктор виконаний задній міст від автомобіля ЗИЛ-164. Працює стенд за принципом обертання металевого вибою при нерухомих секціях, при цьому осьове зусилля на кожну секцію створюється розділеними гідроциліндрами та підп'ятником стола, на якому встановлено плиту-вибій. Контроль за температурою бігових доріжок кульового і великого ролик-

вого підшипників здійснюють термодатчики і фіксують самописним регулюючим приладом, який при перевищенні встановленої межі подає команду на припинення випробовувань. Охолодження при експериментах забезпечується подачею повітря в канали секцій долота. Однак при випробовуваннях секцій частими є випадки раптового заклинювання опори. Також встановлення термодатчиків в опорі є досить трудомісткою операцією, яка вимагає високої точності. Охолодження повітрям не дозволяє випробовувати опори при їх промиванні та охолодженні рідинами.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що у відомому стенді для випробовувань секцій шарошkových доліт, що включає станину із встановленими на ній несучими стійками (колонами), на яких зібрані головні вузли стенда, кронштейном для утримання обертового стола з плитою-вибою, пристрій для кріплення секцій долота, гідроциліндри, встановлені на верхній траверсі, штоки гідроциліндрів, встановлені в рухомих траверсах, електропривод, з'єднаний з валом стола, згідно з винаходом стенд додатково оснащений гідравлічною системою, яка складається з бака, заповненого рідиною із зануреним в нього столом з плитою-вибою, входом сполученого через виконаний на лапі шарошки патрубків, всмоктувальні та нагнітальні трубопроводи, оснащені вимірювальною апаратурою - манометрами і мановакуумметрами, фільтрами, нагнітачами відцентровими, запірною арматурою, а входом - через зливний трубопровід - із баком відстійником, на стійках (колонах) додатково встановлено дві траверси із отворами для проходження штоків, які з'єднують гідроциліндри, закріплені на верхній траверсі із пристроєм для кріплення секцій, при цьому верхня додаткова траверса сполучена із додатково введеними упорами, які закріплені в нижній додатковій траверсі, на штоках жорстко закріплені вилки, розташовані між верхньою і нижньою додатковими траверсами, де щоки вилки, які містять фіксуючі гвинти, введені у пази втулок, вільно посаджених на стійках (колонах) з їх охопленням, крім цього вал стола з'єднаний з електроприводом, встановлений у радіальному підшипнику і з'єднаний муфтою з вихідним валом редуктора, на якому встановлений давач крутного моменту, вихід якого з'єднаний із самописцем.

Виконання патрубків на лапі досліджуваних секцій доліт дозволяє реалізувати контрольовану подачу рідини в канали лапи і через охолоджуючі отвори в цапфі лапи забезпечити охолодження і промив опори, що максимально наближає умови експерименту до реальних. Також виконання патрубків дозволяє забезпечувати зручність при зніманні та встановленні секцій в стенді завдяки легкості з'єднання і роз'єднання з шлангом нагнітаючого трубопроводу. Обладнання стенда гідравлічною системою для охолодження і промивання опор секцій дозволяє максимально наблизити роботу опори до реальних умов. Для забезпечення контролю за подачею рідини в кожну секцію гідравлічна система обладнана двома окремими забірними і нагнітачними трубопрово-

дами, обладнаними нагнітачами, запірною арматурою у вигляді вентилів (клапанів) запірних прохідних, мановакуумметрами та манометрами. Обладнання стенда самописним приладом і давачем крутного моменту на вихідному валу редуктора приводу стола дозволяє максимально точно встановити зміни в роботі опори, оскільки практика відробки секцій в стендових умовах показує, що зростання крутного моменту, як правило, кореляційно пов'язане зі зростанням температури через інтенсифікацію тертя в опорі. Крім цього інформація про значення крутного моменту є більш інформативною у порівнянні з даними про температуру бігових доріжок з огляду на часті випадки заклинювання опори при відсутності зростання температури. А це в свою чергу дозволяє автоматизувати процес аварійної зупинки при раптовій відмові опори.

Введення у конструкцію стенда додаткових траверс і упорів разом із гідроциліндрами через проміжні штоки забезпечує задане зусилля притискання секцій до плити-вибою незалежно один від одного, а також забезпечує їх рух у вертикальному напрямку вверх-вниз. Вилки, жорстко закріплені на штоках гідроциліндрів, разом із втулками, вільно посадженими на стійках (колонах), і фіксуючими гвинтами утримують штоки від обертання.

Винахід ілюструється кресленнями.

На фіг. 1 показано загальний вигляд конструкції стенда для випробовувань секцій доліт,

на фіг. 2 представлено загальний вигляд лапи секції долота з виконаним патрубком.

Стенд складається з основи 1 і стійок (колон) 2, закріплених в основі 1. На стійках (колонах) 2 встановлено кронштейн 3 з гідростатичним під'ятником 4, на якому кріпиться бак 5 з рідиною 6, в якій поміщено стіл 7 з металевою плитою-вибоєм 8, крім цього на стійках (колонах) 2 вільно встановлено додаткова нижня 9 та верхня 10 траверси, в отворах яких проходять проміжні штоки 11, ці штоки зв'язують гідроциліндри 12, які закріплені на верхній траверсі 13, з пристроями 14 для кріплення секцій 15, які включають шарошки 16 і лапи 17, на яких за допомогою зварного з'єднання 18 виконані патрубки 19 для подачі рідини з контрольованим тиском Р в канали лапи 17 і таким чином через охолоджуючі отвори 20 в цапфі 21 лапи 17 забезпечується охолодження секції 15. На штоках 11 жорстко закріплені вилки 22, розташовані між траверсами 9 і 10, при цьому траверса 10 опирається під дією сили ваги на упори 23, закріплені в траверсі 9. Щоки вилки 22 входять у пази втулок 24, які вільно посаджені на стійках (колонах) 2 та охоплюють їх. У щоках вилки 22 розташовано гвинти 25 для фіксації і кутового зміщення штоків 11 відносно своєї осі. Для фіксації в нижньому положенні траверси 9 на стійках (колонах) 2 встановлено упори 26. Вал 27 стола 7 встановлено в радіальному підшипнику 28 і з'єднаний муфтою 29 з вихідним валом 30 редуктора 31. На вихідному валу 30 редуктора 31 монтується давач крутного моменту 32, з якого подається інформація на самописець 33. Подача рідини 6 з бака-відстійника 34 в патрубки 19 секцій 15 здійснюється за допомогою нагнітачів відцентрових 35 через всмокту-

вальні 36 та нагнітальні 37 трубопроводи, на яких виконуються вентиля (клапани) запірні 38 і 39. Всмоктувальні трубопроводи 36 обладнані мановакуумметрами 40 із зворотними клапанами з фільтрами 41. Для контролю подачі рідини 6 під встановленим тиском Р в патрубки 19 встановлено манометри 42. Для забезпечення циркуляції рідини 6 між баком 5, в якому знаходиться стіл 7 з вибоєм 8, та баком-відстійником 34 виконано зливний трубопровід 43.

Стенд для випробовування секцій шарошкових доліт працює наступним чином.

При включенні стенда редуктор 31 через вихідний вал 30 і муфту 29 та вал 27 обертає стіл 7 з металевою плитою-вибоєм 8 проти годинникової стрілки. Одночасно виходить на робочий режим гідростатичний під'ятник 4. Гідроциліндри 12 через проміжні штоки 11 впливають на секції 15 і можуть забезпечувати їх рух у вертикальному напрямку вверх-вниз, притискати секції 15 до металевого вибою 8 з заданим зусиллям незалежно один від одного. Проміжні штоки 11 утримуються від обертання вилками 22. Траверси 9 і 10 піднімаються вверх одним чи двома штоками 11, а опускаються вниз під дією сили тяжіння до упорів 26. Відразу при включенні стенда включаються нагнітачі відцентрові 35 і через всмоктувальні 36 та нагнітальні 37 трубопроводи під визначеним тиском Р в патрубки 19 подається рідина 6 з бака-відстійника 34. При цьому нагнітачі відцентрові 35 всмоктують рідину 6 з бака-відстійника 34 через всмоктувальні трубопроводи 36, на яких змонтовано зворотні клапани з фільтром 41. Після нагнітачів відцентрових 35, де рідина 6 набула потенціальної енергії, напірними трубопроводами 37 рідина 6 подається в патрубки 19 лап 17 і через щілини між лапами 17 і шарошками 16 витікає в бак 5, звідки по зливному трубопроводі 43 потрапляє у бак-відстійник 34, що забезпечує постійну циркуляцію рідини 6 у гідравлічній системі промивання і охолодження дослідних секцій 15. Для контролю тиску Р рідини 6, що подається в патрубки 19 лап 17, на всмоктувальних 36 трубопроводах виконуються мановакуумметри 40, а на напірних 37 трубопроводах виконуються манометри 41. Для регулювання тиску Р рідини 6, що подається в патрубки 19 лап 17, на всмоктувальних 36 та напірних 37 трубопроводах виконуються вентиля (клапани) запірні 38 і 39.

Вихідним співвідношенням при забезпеченні нормальної роботи нагнітання рідини 6 в патрубки 19 лап 17 є баланс напорів потоку у всмоктувальному 36 та напірному 37 трубопроводах. Повинен забезпечуватися усталений рух рідини у всмоктувальному 36 та напірному 37 трубопроводах, що відповідає умові

$$H_1 + H_H = H_2 + \sum h_n,$$

де

$H_1$  - повний напір потоку рідини 6 у всмоктувальному 36 трубопроводі,

$H_2$  - повний напір потоку рідини 6 у напірному 37 трубопроводі,

$H_H$  - напір нагнітача відцентрового 35, тобто енергія, яка надається одиниці ваги рідини 6, яка перекачується нагнітачем відцентровим 35,

$\Sigma h_n$  - сума втрат напору трубопроводу між перерізами на всмоктувальному 36 та напірному 37 трубопроводах.

Згідно з відомими формулами з гідравліки напори  $H_1$  і  $H_2$  визначаються з співвідношень:

$$H_1 = z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g}, \quad H_2 = z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g},$$

де  $P_1$  - тиск в перерізі всмоктувального 36 трубопроводу,

$P_2$  - тиск в перерізі напірного 37 трубопроводу,

$z_1$  - рівень рідини 6 у всмоктувальному 36 трубопроводі

$z_2$  - рівень рідини 6 у напірному 37 трубопроводі,

$\rho$  - густина рідини 6,

$g$  - прискорення вільного падіння,

$v_1$  - швидкість потоку рідини 6 у перерізі всмоктувального 36 трубопроводу,

$v_2$  - швидкість потоку рідини 6 у перерізі напірного 37 трубопроводу.

У цілому, напір нагнітача відцентрового 35 повинен забезпечувати подолання гідравлічних опорів у всмоктувальному 36 та напірному 37 трубопроводах, при цьому виконується рівність:

$$H_H = \left( z_2 + \frac{P_2}{\rho g} + \frac{v_2^2}{2g} \right) - \left( z_1 + \frac{P_1}{\rho g} + \frac{v_1^2}{2g} \right) + \Sigma h_n.$$

При забезпеченні усталеної течії рідини у всмоктувальних 36 та напірних 37 трубопроводах, нагнітачі відцентрові 35 розвивають напори рідини 6, які регламентуються конкретними умовами експериментів.

Така конструкція стенда дозволяє проведення порівняльних випробовувань секцій доліт зі змінною координатою точки прикладення навантаження до шарошки, секцій долота при різному зміщенні осі шарошки, двох секцій долота незалежно одна від одної в ідентичних умовах. При цьому забезпечуються контрольовані умови промивання та охолодження опор та шарошок секцій. Контроль роботи секцій за допомогою показника крутного моменту на вихідному валу редуктора дозволяє здійснювати не тільки оцінку експлуатаційних показників дослідних секцій, але й забезпечує автоматизацію виключення стенда в аварійних ситуаціях, пов'язаних з раптовою відмовою опори однієї з секцій. Дана конструкція дозволяє також проводити випробовування секцій при використанні різ-

них розчинів рідин, які використовуються для промивання бурових доліт при експлуатаційних буріннях. Також важливим є забезпечення конструкції водяним охолодженням металевого вибою, який в процесі контактної взаємодії з шарошками сильно нагрівається та зазнає пластичної деформації і зносу, при цьому усуваються проблеми з виникненням іскор в зоні контакту та створюються сприятливі умови контакту "шарошка-вибій".

Дана конструкція стенда для випробовувань секцій доліт може бути використана для здійснення максимально наближених до реальних умов експлуатації випробовувань секцій бурових шарошкових доліт, а саме для вивчення кінематики деталей шарошкового долота, характеру ураження вибою зубками шарошок, встановлення сил, що діють на елементи опори долота при бурінні, а також встановлення впливу конструкційних та інших параметрів опор на довговічність елементів долота. При цьому конструкція стенда і лапи секції з патрубком дозволяє здійснювати заплановані знімання зі стенда секцій їх розбирання і якісне оцінювання контактуючих поверхонь, а також проводити точне вимірювання на предмет відхилень від конструктивних параметрів деталей, які зазнали відповідного зносу.

Джерела інформації:

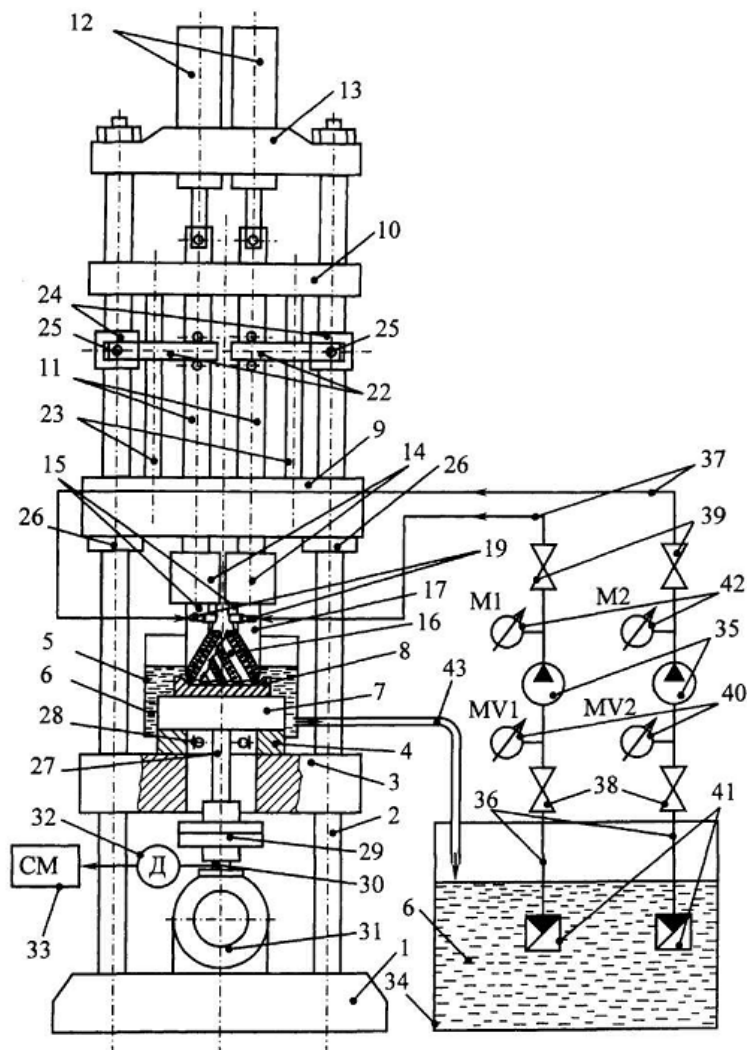
1. Стойкость буровых долот [Жидовцев Н.А., Кацов К.Б., Г.В. Карпенко и др.] / Под ред. К.Б. Кацова. - К.: Наукова думка, 1979. - 244 с.

2. А. с. 1262023. СССР, МПК E21B10/10. Стенд для исследования буровых долот. /Б.В. Байдюк, Р.В. Винарский, Н.Я. Пьянков, М.Г. Абрамсон, В.Ф. Сабаев, З.Н. Дуда, О.И. Вольный (СССР). - № 3920272/22-03; Заявлено 27.05.85; Опубл. 07.10.86, Бюл. № 37.

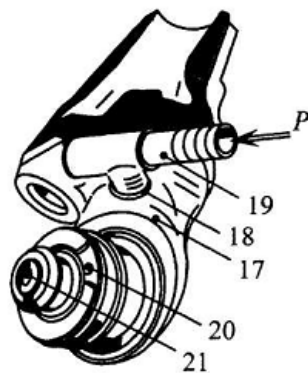
3. А. с. 1442628. СССР, МПК E21B10/00. Буровой испытательный стенд. /И.Д. Черыншев, Н.Б. Бачманов, Ю.А. Оношко, М.Н. Рябинов, С.Г. Волосюк, А.В. Патраль (СССР). - № 4129207/22-03; Заявлено 03.10.86; Опубл. 07.12.88, Бюл. № 45.

4. А. с. 662684. СССР, МПК E21B9/10. Стенд для испытания шарошечных долот. /Ю.И. Гребень, Т.А. Илык, С.И. Кантор, В.А. Никитина, В.А. Повидайло, А.М. Рымар (СССР). - № 2124332/22-03; Заявлено 10.04.75; Опубл. 15.05.79, Бюл. № 18.

5. Рымар А.М. Стенд для испытания опоры буровых долот /Рымар А.М., Кантор С.И., Матвиевский В.Н. //Химическое и нефтяное машиностроение. - 1981. - № 9. - С. 32.



Фиг. 1



Фиг. 2