



УКРАЇНА

(19) UA (11) 71518 (13) A

(51) 7 E21B10/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

## (54) КОМБІНОВАНЕ ТРИШАРОШКОВЕ ДОЛОТО

1

2

(21) 20031213365

(22) 31.12.2003

(24) 15.11.2004

(46) 15.11.2004, Бюл. № 11, 2004 р.

(72) Воробйов Микола Степанович, Векерик Василь Іванович, Мамченко Денис Олексійович

(73) ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ

(57) Комбіноване тришарошкове долото, що містить корпус, три шарошки, одна з яких дискова, яке відрізняється тим, що в корпус долота додатково введено зубчасте колесо, вільно встановлене співвісно осі обертання з можливістю взаємодії гіперболоїдальним зачепленням із зубцями шарошок, шарошки розміщені з одностороннім ексцент-

риситетом співвісно корпусу, на двох шарошках виконані клинові вінці гвинтової форми, на одній правого напрямку гвинтових твірних, а на другій - лівого напрямку, крок гвинтового вінця однієї шарошки зміщений відносно кроку гвинтового вінця другої шарошки наполовину, а крок вінців дискової шарошки складає чверть кроку гвинтових вінців, при цьому вершини різальних кромок вінців у межах 0,5-3мм збільшені в напрямку до осі корпусу, на периферійних торцях шарошок нарізані гіперболоїдальні зубці, а кут при вершині конуса усіх шарошок вибраний з умови формування нецілочисельного значення передавального відношення від шарошки до корпусу долота.

Винахід стосується галузі бурової техніки, а саме породоруйнівного інструменту- бурових долот.

До породоруйнівного інструменту, з точки зору його продуктивності і надійності пред'являються вимоги, з одного боку, інтенсифікувати механізм руйнування породи і одночасно сповільнити знос озброєння і опор долота. Від вирішення цих задач залежить зменшення часу буріння свердловини, вартості метра проходки а також гранична глибина провідки свердловини.

Існуючі тришарошкові долота руйнують гірську породу, головним чином, вдавлюванням з утворенням лунок і сколу, або зрізанням породи між лунками. В залежності від механічних властивостей породи, що вибурується, долоту необхідно надавати ті якості, які забезпечать найбільшу ефективність руйнування породи при мінімальних енергозатратах.

Працездатність шарошкових доліт по озброєнню в першу чергу, визначається працездатністю периферійних породоруйнівних елементів. В той же час відомо, що озброєність периферійних вінців багат шарошкових доліт виходить з ладу нерівномірно. При наявності на вибої рейки, найбільшого зносу зазнають породоруйнівні елементи шарошки з великою кількістю зубців, які внаслідок цього виходять з ладу раніше інших. Для усунення цього

недоліку і забезпечення рівної міцності породоруйнівних елементів на периферійних вінцях всіх шарошок долота змінюють озброєність найбільш навантажених шарошок шляхом відповідного підбору розмірів породоруйнівних елементів (А.С.СРСР №1320379, Б.И. №24, 1987г; А.С.СРСР №1361290, Б.И. №47, 1987г. А.С.СРСР №1221309, Б.И. №12 1986г.).

Проте зубці вінця, навіть з різним кроком, при бурінні порід різних фізичних властивостей попадають в одні і ті самі точки вибою, залишаючи на вибої "рейку". До того ж, внаслідок неоднакового розподілу навантаження на окремих вінцях, нерівномірно завантажуються і елементи опор шарошок, що призводить до їх зносу. Для уникнення цього недоліка винаходом по А.С.СРСР №1350317, Б.И. №47, 1987 задача вирішується тим, що коефіцієнт вінця не дорівнює цілому числу, тобто довжина кола розгортки вінця на вибої і зубці вінця в середній частині зубців укладається не ціле число разів по довжині кола розгортки вінця на вибої і зубці вінця не потрапляють в одні й ті ж самі точки лунок, що дозволяє уникнути утворення "рейок". Вирішити задачу можна також застосуванням шарошок з багатоконусною формою, наприклад з додатковим конусом на периферійному вінці з подвійним кутом конуса при вершині до горизонталі - у точці перетину з основним, що збі-

(13) A

(11) 71518

(19) UA

льшує величину просковзування по вибою одного зубця і усуває утворення "рейки" на вибої (А.С. СССР №981562, Б.И. №46, 1982; Патент США №3 504751, кл 175-331, 1971г.).

В процесі перекочування шарошки по вибою свердловини, задня грань зубця контактує із стінкою свердловини, а бокові - із кільцевою ділянкою вибою, яка руйнується. Це призводить до нерівномірного зносу зубців. Підвищення зносостійкості зубців шляхом забезпечення оптимального питомого тиску зубців на поверхню вибою, досягається певними геометричними розмірами і формою виконання зубців (А.С. СССР №1490244, Б.И. №24, 1989).

Рівномірний знос породоруйнівних зубців можливий шляхом рівномірного навантаження на зубці, що досягається виконанням зубців на вінцях із зростанням їх кількості від центра долота до його периферії. При такій конструкції сусідні шарошки при обертання долота розташовуються в одній кільцевій зоні вибою, і зубці на вінці будь-якої одної шарошки, доповнюються зубцями сусідньої шарошки, що забезпечує руйнування рівних об'ємів породи кожним зубом. (А.С. СССР №1492010, Б.И. №25, 1989).

Для ефективного руйнування породи необхідною умовою є забезпечення досить великого часу контакту озброєності долота з вибоєм, оскільки при малому часі контакту стримується розвиток об'ємного руйнування породи. Відомі бурові шарошечні долота дискового типу із суцільними вінцями (Симонов В.В. Выскребцов В.Г. "Работа шарошечных долот и их совершенствование" М."Недра" 1975.). Використання суцільних вінців дозволяє зменшити енергоємність процесу руйнування у порівнянні із зубчастими вінцями. Однак малий час контакту вінця з породою, неоднакові умови руйнування, як окремими вінцями однієї шарошки, так і кожної шарошки з-за нерівності передавального відношення до долота, утворення кільцевих валиків незруйнованої породи з-за проходження дисків по одній тій самій концентричній зоні поверхні вибою, погані центрування шарошок на вибої та відвід продуктів його руйнування призводить до зниження механічної швидкості буріння та проходки на долото і передчасному зносу озброєння.

Найбільш близьким до запропонованого винаходу по функціональному призначенню відоме комбіноване зубчасте шарошкове долото (А.С. СССР № 295857, Б.И. №8, 1971г.). В цьому шарошковому долоті, що складається з основних та калібруючих вінців, з метою підвищення ефективності буріння, калібруючі вінці виконані суцільними. Комбінація зубчастих та суцільних вінців, в т.ч. з прорізами дисків, дещо покращує відвід продуктів руйнування, однак клини дисків і зубці руйнують породу в своїх кільцевих канавках, а в центрі вибою руйнує тільки вінець однієї шарошки, що призводить до утворення кільцевих незруйнованих пагорбів, нерівномірного навантаження на озброєння шарошок, що обумовлює їх нерівномірний знос і непродуктивні витрати енергії. Зашламування порожнини опори частками вибурюваної породи, призводить до її заклинювання та передчасного виходу з ладу.

В основу винаходу покладено задачу вдосконалення тришарошкового долота, який би ґрунтуючись на принципі найменшої дії, шляхом оптимального поєднання параметрів зубчастих та дискових доліт, а також раціонального розташування ріжучих елементів на робочому органі, забезпечив зменшення енергоємності руйнування за рахунок вирівнювання енергетичних умов руйнування окремими шарошками та вінцями кожної з шарошок, формування поверхні вибою без кільцевих валиків, покращення очищення вибою, що в кінцевому підсумку підвищить механічну швидкість буріння і проходку на долото.

Задача вирішується тим, що у відоме тришарошкове долото, яке містить корпус, три шарошки, одна з яких дискова, згідно з винаходом в корпус долота додатково введено зубчасте колесо, вільно встановлене співвісно осі обертання з можливістю взаємодії гіперболоїдальним зачепленням із зубцями шарошок, шарошки розміщені з однаковим одностороннім ексцентриситетом співвісно корпусу, на двох шарошках виконані клинові вінці гвинтової форми, на одній правого напрямку гвинтових твірних, а на другій - лівого напрямку, крок гвинтового вінця однієї шарошки зміщений відносно кроку гвинтового вінця другої шарошки на половину, а крок вінців дискової шарошки складає чверть кроку гвинтових вінців, при цьому вершини ріжучих кромок вінців у межах 0,5-3мм, збільшені в напрямку до осі корпусу, на периферійних торцях шарошок нарізані гіперболоїдальні зубці, а кут при вершині конуса усіх шарошок вибраний з умови формування нецілочисельного значення передавального відношення від шарошки до корпусу долота.

На основі принципу найменшої дії отримані залежності, які дозволили визначити форму і параметри шарошок. Оскільки траєкторії зубців шарошок обумовлені кінематикою робочого органу, то одним з критеріїв енергоємності процесу різання породи є як власні розміри та форма шарошки і зубців, так і їх відповідне розміщення. Згідно з умовою рівноваги для отримання рівномірної глибини обробки, шарошки розміщені з однаковим одностороннім ексцентриситетом співвісно корпусу. Виконання вінців двох шарошок гвинтовими різного напрямку, а третьої - дискової зі зміщенням вздовж їх осі, при вирівнюванні швидкостей обертання за рахунок зачеплення з додатковим зубчастим колесом та нецілочисельному передавальному відношенню від шарошки до корпусу долота, а також за рахунок відповідного вибору кута при вершинах корпусів шарошок, дозволяє уникнути утворення кільцевих валиків на поверхні вибою та зменшити незруйновані пагорби. Поступове збільшення в межах заглиблення 0,5-3мм виліту ріжучих кромок від конусної твірної шарошки в напрямку до осі обертання долота формує зменшення енергоспоживання долотом у відповідності з принципом найменшої дії. Разом із однаковою ексцентричністю розташування осей обертання шарошок, збільшення виліту ріжучих кромок забезпечують покращення центрування долота, умов руйнування породи в центрі вибою всіма шарошками. Крім того ексцентричність сприяє проковзуванню шарошок, що усуває утворення незруйнованих пагорбів на поверхні вибою.

Вирівнювання швидкостей обертання шарошок за допомогою зачеплення з додатковим зубчастим колесом, вирівнює кінематичні умови їх роботи, що обумовлює рівномірність зношування озброєння шарошок, а втім і збільшення проходки на долото. Наявність гвинтових просторів між вінцями сприяє кращому очищенню вибою.

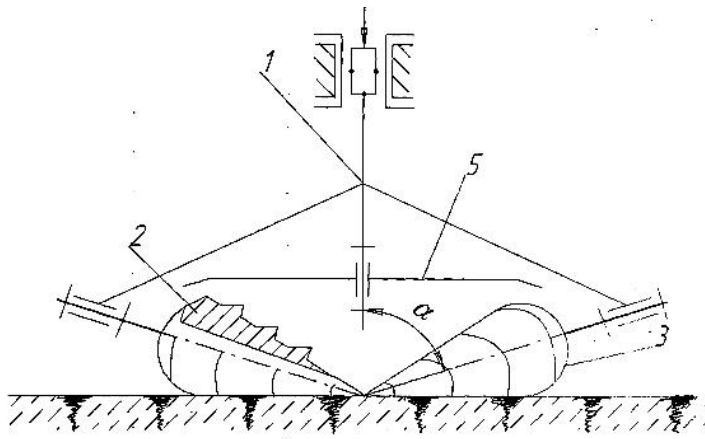
На фіг.1 зображена кінематична схема комбінованого тришарошкового долота, а на фіг 2 - розміщення шарошок на долоті.

Комбіноване тришарошкове долото складається з корпусу 1, конусних шарошок 2, 3, 4 та гіперболоїдального зубчастого колеса 5. На торцях шарошок 2, 3 та 4 нарізані гіперболоїдальні зубці, а осі шарошок розміщені під кутом  $120^\circ$  з однаковим ексцентриситетом  $e$  та виконані з таким кутом  $2\alpha$  при вершині конусів, який забезпечує не ціле число для передавального відношення від шарошки до корпусу. На шарошках 2 та 3 закріплені гвинтові вінці, які виготовлені по типу багатозахідної гвинтової фрези з клиновидною ріжучою кромкою, на шарошці 2 з правим напрямом гвинтових твірних, а на шарошці 3 - з лівим напрямом, на шарошці 4 вінці виконані дисковими. Вінці шарошки 2 відносно вінців шарошки 3 зміщені на півкроку, а вінці шарошки 4 розміщені вздовж осі на відстані чверті кроку гвинтових вінців. Виліт ріжучих кромок вінців усіх шарошок виконаний зі збільшенням у напрямку осі корпусу 1 та введено в зачеплення з шарошками 2, 3 та 4. У зоні гвинтових шарошок 2 та 3 поблизу торця можуть по колу встановлюватися додаткові зубчасті або штирові різці.

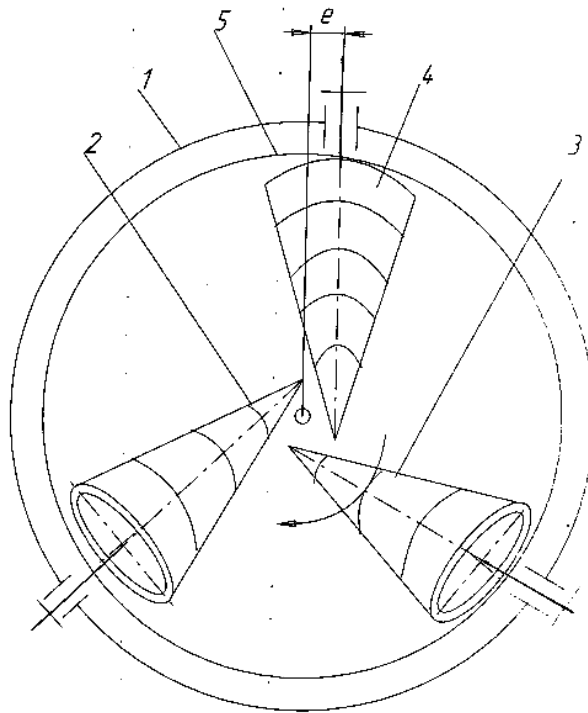
Комбіноване тришарошкове долото працює наступним чином.

Провертаючись опосередковано через бурильну колону навколо власної осі корпус 1 призводить в планетарний з ковзанням рух шарошок 2, 3, 4 та через них - в співвісний обертаний рух зубча-

сте колесо 5. Ріжучі кромки шарошок під дією осьового навантаження, опосередкованого бурильною колоною, заглиблюються в породу. Гвинтові вінці правого напрямку шарошки 2, та лівого напрямку шарошки 3 взаємно руйнують цілісність відповідних гвинтових валиків в проміжках між вінцями, а ріжучі кромки вінців дискової шарошки 4 концентрично прорізають утворені фрагменти цих валиків у самій їх широкій частині. Провертаючись ексцентрично, вінці вершинної частини усіх трьох шарошок руйнують породу у центрі вибою, а з ковзанням - і на його периферії. За рахунок зачеплення шарошок 2, 3 та 4 із зубчастим колесом 5 синхронізуються їх кутові швидкості, примушуючи кожен з них однаково руйнувати породу. Частини ріжучих кромок, які розташовані ближче до осі обертання долота мають меншу лінійну швидкість, але здійснюють таку ж роботу руйнування та переміщення його продуктів, як і інші за рахунок відповідно більшого виліту від конусної твірної шарошок. Продукти руйнування частково переміщуються в протилежній від зони руйнування простір між гвинтовими вінцями та вимиваються буровим розчином. За рахунок протилежного напрямку гвинтових утворюючих ріжучих кромок вінців шарошок 2 та 3 і перпендикулярності осі вінців дискової шарошки 4 забезпечується центрування долота на вибої. За рахунок кута при вершині конуса  $2\alpha$ , який забезпечує нерівність цілому числу передавального відношення від шарошки до долота, даний переріз вінця не потрапить в ту ж зону вибою при черговому оберті корпусу. Зубці на всіх шарошках зачеплюються із зубчастим колесом 5 поза зоною руйнування породи. За допомогою додаткових різців у зоні гвинтових шарошок 2 та 3 забезпечується разом з периферійним вінцем дискової шарошки потрібне перекриття периферійної зони вибою.



Фиг. 1



Фіг. 2