



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85244 (13) C2

(51) МПК

E21B 10/22 (2006.01)

E21B 10/24 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

## (54) ШАРОШКОВЕ ДОЛОТО

1

(21) а200700284

(22) 12.01.2007

(24) 12.01.2009

(46) 12.01.2009, Бюл.№ 1, 2009 р.

(72) СТЕПАНЮК АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, UA, ПО-  
ТАСЬ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA, СНЕ-  
ГОВОЙ В'ЯЧЕСЛАВ ВІКТОРОВИЧ, UA(73) СТЕПАНЮК АНАТОЛІЙ ІВАНОВИЧ, UA, ПО-  
ТАСЬ ВОЛОДИМИР МИКОЛАЙОВИЧ, UA, СНЕ-  
ГОВОЙ В'ЯЧЕСЛАВ ВІКТОРОВИЧ, UA

(56) UA, а200609591, 11.06.2007

US, 5024539, 18.09.1991

US, 3971600, 27.07.1976

US, 4206952, 10.06.1980

RU, 2214497, 20.10.2003

(57) 1. Шарошкове долото, яке містить лапи з цапфами та герметичні шарошки з озброєнням, кожна з яких змонтована на цапфі за допомогою периферійного радіального підшипника ковзання, оснащеного плаваючою втулкою з антифрикційним покриттям, кінцевого радіального підшипника ковзання та замкового підшипника ковзання, виготовленого у вигляді розніжного різьбового кільця, зафіксованого у порожнині шарошки, та профільної замкової канавки на цапфі, при цьому профіль

2

канавки відповідний профілю внутрішньої поверхні сполученого з нею кільця, яке відрізняється тим, що на кожній цапфі, безпосередньо біля її основи, виготовлений циліндричний виступ з канавкою для ущільнюючого пристрою, на виступі змонтована наскрізна кришка шарошки та упорне плаваюче кільце з антифрикційним покриттям, а між шийкою периферійного та шипом кінцевого підшипників виготовлений упорний диск, між диском і циліндричним виступом безпосередньо на шийці цапфи жорстко укріплені піввкладиші з антифрикційним покриттям, при цьому зовнішній діаметр піввкладишів більший, ніж діаметри упорного диска та циліндричного виступу.

2. Шарошкове долото за п. 1, яке відрізняється тим, що кінцевий підшипник ковзання оснащений плаваючою втулкою з антифрикційним покриттям, а плаваюча втулка периферійного підшипника ковзання змонтована коаксіально на зовнішній поверхні піввкладишів, при цьому співвідношення довжини  $l$  кожної плаваючої втулки до її діаметра  $d$  становить величину:

$$\frac{l}{d} = 0,4 \dots 0,6$$

Винахід відноситься до породоруйнівного інструмента, а саме до бурових шарошкових доліт і може бути використаний при бурінні свердловин для потреб нафтової, газової та гірничорудної промисловості.

Відоме шарошкове долото (ВАТ Дрогобицький долотний завод. РЕКЛАМНИЙ КАТАЛОГ. ПВП "Світло й тінь", с 5 - 9, мал. 7, Львів, 2004 р.), яке містить лапи з цапфами та шарошки, змонтовані на цапфах з допомогою герметичних підшипникових опор, кожна з яких містить периферійний радіальний підшипник ковзання, замковий шарикопідшипник, упорний підшипник ковзання, кінцевий радіальний підшипник ковзання та упорну п'яту.

Недоліком шарошкового відомого долота є недостатня вантажопідйомність підшипникових опор шарошок. Радіальні підшипники ковзання цих опор не здатні сприймати навантаження, величина

якого достатня для того, щоб забезпечити занурення зубків озброєння шарошок в породу вибою свердловини за один оберт долота. Замковий підшипник такої опори не сприймає радіальну складову навантаження на шарошку, хоч цей підшипник займає приблизно четверту частину довжини цапфи. Опора, шарошки відомого долота не забезпечує жорсткої співосності шарошки і цапфи під час роботи долота. Тому вершина шарошки та її ось здійснюють циклічні прецесії щодо осі цапфи. Амплітуда цих прецесій зростає по мірі зношування елементів радіальних підшипників ковзання опори, що суттєво знижує (зменшує) довговічність долота в цілому.

Прототипом, найбільш близьким по технічній сутності та технічному результату, що досягається, є шарошкове долото (патент США № 3,971,600, МПК: E21B9/08, E21B10/24, опубл.

(13) C2

(11) 85244

(19) UA

27.07.1976 р.), яке містить лапи з цапфами та герметичні шарошки з озброєнням, котрі змонтовані на цапфах з допомогою периферійного радіального підшипника ковзання, оснащеного плаваючою втулкою з антифрикційним покриттям, кінцевого радіального підшипника ковзання та замкового підшипника ковзання, виготовленого у вигляді рознімного різьбового кільця, зафіксованого в порожнині шарошки, при цьому профіль внутрішньої поверхні кільця сполучений з відповідним йому профілем замкової канавки на цапфі.

До недоліків прототипу можуть бути віднесені всі вроджені недоліки конструктивної схеми тришарошкового долота, як з опорами кочення, так і з опорами ковзання, а саме:

1) Аналіз найсучасніших та найкращих конструкцій шарошкових доліт провідних фірм світу показує, що основні параметри цих доліт, вантажопідйомність та довговічність опор ковзання шарошок, не відповідають сучасним вимогам через те, що геометричні розміри таких опор жорстко обмежені саме габаритами конічних шарошок. Так, наприклад, співвідношення довжини  $l_n$  шийки периферійного підшипника ковзання до його діаметра становить у прототипа величину

$$\frac{l_n}{d_n} = 0,25 \dots 0,3,$$

а довжина шипа кінцевого підшипника ковзання  $l_k$  до діаметра  $d_{ш}$  шипа, відповідно

$$\frac{l_k}{d_{ш}} = 0,3 \dots 0,4,$$

Як відомо, діаметр та довжина шийки вала не відносяться до числа величин, якими можна варіювати в широких межах, тому що при заданому навантаженні добуток  $l d$  є величиною достатньо визначеною для даного типу машини (механізму). Діаметр шипа зазвичай визначають виходячи не тільки з вимог міцності та жорсткості, а враховують ще й конструктивні можливості щодо розміщення підшипника. Довжину робочої частини шипа (або вкладиша)  $l$  вибирають з урахуванням допустимого питомого навантаження і типу механізмів та умов оптимальної завантаженості підшипника, тісно пов'язаних з тепловідведенням і тепловідводом.

Для більшості існуючих механізмів співвідношення  $\frac{l}{d}$  коливається в межах:

$$\frac{l}{d} = 0,6 \dots 1,5.$$

(В. А. Воскресенский, В. И. Дьяков. Расчет и проектирование опор скольжения. М., "Машиностроение", 1980, с. 68 - 69).

Сумарна несуча поверхня радіальних підшипників ковзання шарошки не відповідає мінімальним вимогам щодо оптимальної завантаженості підшипників ковзання і явно недостатня для того, щоб забезпечити таку довговічність опор шарошок, яка б відповідала довговічності сучасного озброєння шарошкових доліт - зубків з алмазним покриттям.

2) Опорні поверхні периферійного та кінцевого підшипників ковзання розташовані на цапфі на дуже короткій відстані одна від другої, що є причиною прогресуючих перекосів шарошки щодо осі цапфи при навантаженнях. Більше того, вінець озброєння при вершині шарошки розміщений консольно щодо кінцевого підшипника. Тому вершина шарошки під час роботи долота здійснює прецесії щодо осі цапфи з періодичністю, яка обумовлена кількістю зубків озброєння, розташованого на цьому вінці. Знакозмінні регулярні перекоси шарошки щодо осі цапфи суттєво збільшують радіальне зношування підшипників ковзання шарошки.

В основу винаходу поставлена задача суттєвого підвищення вантажопідйомності та довговічності опор ковзання шарошкового долота.

Поставлена задача вирішується тим, що в шарошковому долоті, яке містить лапи з цапфами та герметичні шарошки з озброєнням, кожна з яких змонтована на цапфі за допомогою периферійного радіального підшипника ковзання, оснащеного плаваючою втулкою з антифрикційним покриттям, кінцевого радіального підшипника ковзання та замкового підшипника ковзання, виготовленого у вигляді рознімного різьбового кільця, зафіксованого у порожнині шарошки, та профільної замкової канавки на цапфі, при цьому профіль канавки відповідний профілю внутрішньої поверхні сполученого з нею кільця, згідно з винаходом, на кожній цапфі, безпосередньо біля її основи, виготовлений циліндричний виступ з канавкою для ущільнюючого пристрою, на виступі змонтована наскрізна кришка шарошки та упорне плаваюче кільце з антифрикційним покриттям, а між шийкою периферійного та шипом кінцевого підшипників виготовлений упорний диск, між диском і циліндричним виступом безпосередньо на шийці цапфи жорстко укріплені напівкладиші з антифрикційним покриттям, при цьому зовнішній діаметр напівкладишів більший, ніж діаметри упорного диска та циліндричного виступу.

Кінцевий підшипник ковзання оснащений плаваючою втулкою з антифрикційним покриттям, а плаваюча втулка периферійного підшипника ковзання змонтована коаксіально на зовнішній поверхні напівкладишів, при цьому співвідношення довжини  $l$  кожної плаваючої втулки до її діаметра  $d$  становить величину

$$\frac{l}{d} = 0,4 \dots 0,6.$$

При такому виконанні шарошкового долота докорінно змінюються кінематика та динаміка взаємодії всіх складових елементів підшипникових вузлів шарошок. Запропонована конструктивна схема опор ковзання шарошок забезпечує сприйняття такої величини навантаження на долото, яка є оптимальною для даного типорозміру долота та заданих гірничогеологічних умов на конкретному родовищі чи буровій ділянці.

Запропоноване шарошкове долото має наступні переваги.

Радіальну складову навантаження на шарошку одночасно сприймають два оптимальних за розмірами (підсилених) підшипники ковзання, опо-

рні (несучі) поверхні яких суттєво збільшені за рахунок раціонального (ефективного) використання того місця на цапфі, яке традиційно займав замковий (середній) підшипник (кочення або ковзання, як у прототипа). Більш того, зовнішній діаметр опорної поверхні запропонованого периферійного підшипника значно більший, ніж діаметр цапфи.

Потужний упорний диск, виготовлений в середній частині цапфи, має розвинену бокову (упорну) поверхню, яка не тільки сприймає осьову складову навантаження на шарошку, а й повністю виключає можливість осьових перекосів шарошки та прецесій її вершини щодо осі цапфи, що суттєво підвищує довговічність опори в цілому.

Оснащення опори шарошки двома плаваючими втулками підвищує вантажопідйомність та вібростійкість; забезпечує суттєве зменшення тепловиділення (робота тертя пропорційна квадрату колової швидкості, тому якщо плаваюча втулка обертається з частотою, рівною половині частоти обертання шарошки, то сумарне тепловиділення буде приблизно в 2 рази меншим, ніж у звичайного радіального підшипника ковзання з циліндричною розточкою); надає високу надійність при високих обертах шарошки.

Сутність винаходу пояснюється наступними кресленнями, де:

фіг. 1 - розріз по осі шарошки;

фіг. 2 - розріз по осі шарошки, опора якої містить кінцевий підшипник з плаваючою втулкою.

Шарошкове долото (фіг. 1) містить лапи 1 з цапфами 2, кожна з яких має розташований безпосередньо біля основи цапфи циліндричний виступ 3 з канавкою для ущільнюючого пристрою, циліндричну шийку 4, упорний диск 5 та кінцевий шип 6. На шийці 4 цапфи жорстко укріплені напівкладиші 7 та 8 з антифрикційним покриттям, а на циліндричному виступі 3 змонтовані з можливістю обертання наскрізна різьбова кришка 9 та упорне плаваюче кільце 10 з антифрикційним покриттям. Шарошка 11 зафіксована на опорі в осьовому напрямку з допомогою кришки 9 та упорного кільця 10. Порожнина шарошки 11 по осі обертання оснащена упорною п'ятою 12 з антифрикційним покриттям та плаваючою втулкою 13, наприклад,

берилієво-мідною із срібним покриттям. Озброєння шарошок може бути виготовленим, наприклад, у вигляді зубків 14 з вольфрам-кобальтовою основою та алмазним покриттям.

Варіант шарошкового долота (фіг. 2) містить лапи 1 з цапфами 2, кожна з яких має циліндричний виступ 3 з канавкою для ущільнюючого пристрою, циліндричну шийку 4, упорний диск 5 та кінцевий шип 6. На шийці 4 цапфи жорстко укріплені напівкладиші 7 та 8, а на циліндричному виступі 3 з можливістю обертання змонтована наскрізна різьбова кришка 9 шарошки та упорне плаваюче кільце 10. Шарошка 11 зафіксована в осьовому напрямку на цапфі з допомогою кришки 9 та упорного кільця 10. В порожнині шарошки, по осі її обертання, жорстко укріплена упорна п'ята 12. На кінцевому шипі 6 цапфи змонтована плаваюча втулка 13, а на зовнішній поверхні напівкладишів 7, 8 змонтована плаваюча втулка 18. Обидві втулки мають антифрикційне покриття.

Шарошкове долото працює наступним чином. Корпус долота з'єднують з буровим поставом бурового агрегату і подають з обертанням та заданим осьовим навантаженням на вибій свердловини. Одночасно, через промивальні канали та сопла долота, на вибій під тиском подають буровий розчин або повітря. Внаслідок занурення зубків 14 озброєння шарошок 11 в поверхню вибою, шарошки вступають у механічне зачеплення з породою і перекочуються по вибою за рахунок обертання корпусу долота. При цьому зубки 14 послідовно уражають локальні ділянки поверхні вибою, сколюють та подрібнюють певний шар породи. Потоки бурового розчину змивають шлам з поверхні вибою та шарошок і виносять його (шлам) через затрубний обшир на поверхню.

Стендові випробування експериментальних зразків багаторядних підшипників ковзання після антифрикційної обробки робочих поверхонь методом епіламування, показали декількаразове підвищення вантажопідйомності та довговічності підшипників через стабільно низький рівень тертя в зонах контакту, відсутність локальних ділянок перегріву та дифузійного зварювання (мікрозварювання) контактних поверхонь.

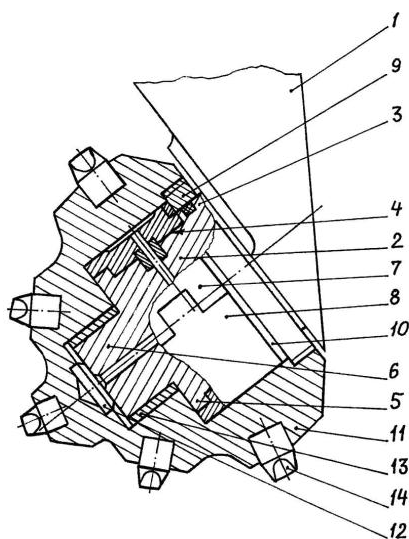


Fig. 1

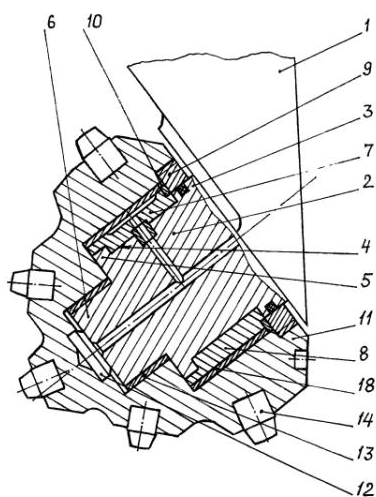


Fig. 2