



УКРАЇНА

(19) UA (11) 87260 (13) C2
(51) МПК (2009)
E21B 10/22 (2006.01)
E21B 10/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ПІДШИПНИКОВА ОПОРА БУРОВОГО ДОЛОТА

1

(21) 2003098141
(22) 01.09.2003
(24) 10.07.2009
(46) 10.07.2009, Бюл.№ 13, 2009 р.
(72) КУПЧИНСЬКИЙ ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
БОБРУСЬ ДМИТРО ІВАНОВИЧ
(73) КУПЧИНСЬКИЙ ІГОР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
БОБРУСЬ ДМИТРО ІВАНОВИЧ
(56) US 4172502, 1979
RU 2136836 C1, 1999
GB 456570, 1936
GB 2380500, 2004
UA 53296 A, 15.01.2003
RU 2115795 C1, 1998
(57) 1. Підшипникова опора бурового долота, що включає щонайменше одну лапу з цапфою, шарошку, периферійний кінцевий роликовий підшипник, встановлений в осьовий упор між шарошкою і цапфою через проміжну втулку, вставлену і сполучену з шарошкою з боку основи цапфи, кінцевий радіальний підшипник на кінці цапфи і осьовий підшипник між кінцем цапфи і шарошкою, причому порожнина підшипникової камери герметизована ущільненням між шарошкою і цапфою, яка **відрізняється** тим, що геометричні осі роликів периферійного підшипника перетинаються з геометричною віссю цапфи на стороні, протилежній кінцю цапфи.
2. Підшипникова опора бурового долота за п. 1, яка **відрізняється** тим, що периферійний підшип-

2

ник виконаний вставним - комплектно зі знімним зовнішнім кільцем і знімним внутрішнім кільцем разом з роликами і сепаратором.

3. Підшипникова опора бурового долота за п. 1, яка **відрізняється** тим, що кінцевий і осьовий підшипники виконані у вигляді єдиного радіально-осьового кінцевого кінцевого підшипника, геометричні осі роликів якого перетинаються з геометричною віссю цапфи на стороні, протилежній основі цапфи.

4. Підшипникова опора бурового долота за п. 1 або 3, яка **відрізняється** тим, що внутрішнє кільце кінцевого підшипника посаджене на цапфу з можливістю вільних переміщень вздовж цапфи і з осьовим упором цього кільця в цапфу через пружний елемент, наприклад тарілчасту пружину.

5. Підшипникова опора бурового долота за п. 1 або 2, яка **відрізняється** тим, що периферійний підшипник розміщений всередині проміжної втулки, вставленої і сполученої з шарошкою з боку основи цапфи.

6. Підшипникова опора бурового долота за п. 1, яка **відрізняється** тим, що проміжна втулка, вставлена в шарошку з боку основи цапфи, сполучена з шарошкою пружинним стопорним кільцем.

7. Підшипникова опора бурового долота за п. 1, яка **відрізняється** тим, що проміжна втулка, вставлена в шарошку з боку основи цапфи, сполучена з шарошкою за допомогою різьби.

Винахід належить до шарошкових доліт для буріння свердловин, більш конкретно до пристрою підшипникових опор, а застосовно до одношарошкових доліт - також до пристрою доліт з розбірними частинами.

Відомі підшипникові опори шарошкових бурових доліт, в яких шарошки встановлені на цапфах лап за допомогою підшипників кочення, причому як радіальні застосовуються циліндричні роликопідшипники - периферійний (найближчий до основи цапфи) і кінцевий (розташований на кінці цапфи), а як осьова замкова опора - кульковий підшипник,

причому бігові доріжки підшипників виконуються в тілах цапфи і шарошки [див, наприклад, Масленников І.К. Буровой инструмент. Справочник. - М.: Недра, с. 34-36].

До основних недоліків конструкції таких опор відносяться:

а) Неможливість установлення в підшипниках сепараторів (тіла кочення поодиноці вставляються в бігові доріжки при збиранні опори), внаслідок чого, по-перше, неможлива досить суворі і незалежна від радіальних люфтів в підшипниках орієнтація осей обертання роликів відносно бігових до-

C2
(13)

87260
(11)

UA
(19)

ріжок, по-друге, можливий контакт торців роликів з бічними поверхнями бігових доріжок з виникненням зусиль повороту подовжньої осі ролика і відповідним відхиленням її від проектного положення, по-третє, сусідні тіла кочення внаслідок зустрічного напрямку їх руху на контакт між собою взаємно стираються.

б) Можливість заклинення тіл кочення між цапфою і шарошкою внаслідок більшого теплового розширення цапфи по відношенню до теплового розширення шарошки при роботі долота (внаслідок більш інтенсивного охолодження шарошки, що обертається в буровому розчині). Щоб уникнути такого заклинення доводиться передбачати радіальні зазори між тілами кочення і біговими доріжками підшипників, тобто передбачати початкові люфти в опорі, що виключає можливість забезпечення монтажного натягу в підшипниках, посилює можливість вищезгаданого повороту осей роликів, знижує вантажопідйомність і ресурс підшипників.

в) Неможливість автоматичного регулювання люфтів (забезпечення натягів в підшипниках) при роботі долота.

Наслідками вказаних недоліків є перетворення контакту роликів з біговими доріжками з лінійного в крапковий - з різким зростанням контактного тиску, інтенсивним зносом опорних поверхонь, люфтами, що все збільшуються, втратою проектної геометричної форми тіл кочення, перегрівом підшипникової опори, що зрештою призводить до відмови опори і, отже, долота загалом (в більшості випадків при збереженні ще працездатності озброєння шарошек). Наслідки вказаного повороту осей роликів і втрати лінійного їх контакту з біговими доріжками є, крім того, зниження навантажувальної здатності підшипників, так що на практиці доводиться обмежувати осьове навантаження на долото, обмежуючи тим самим ефективність буріння.

До недоліків подібних підшипникових опор бурових доліт відноситься також знос практично всіх деталей з неможливістю повторного їх використання, складність технології виконання внутрішньої поверхні шарошки (розточення, потім термообробка, потім внутрішнє шліфування) і складність досить точного виконання бігової доріжки замкового кулькового підшипника всередині шарошки.

Відомими істотними ознаками представленого аналога підшипникової опори по відношенню до винаходу, що пропонується, є одна, щонайменше, лапа з цапфою, шарошка і підшипники кочення.

Відомим різновидом вищезгаданого аналога є підшипникова опора бурового долота, що включає периферійний циліндричний роликовий підшипник і замковий кульковий підшипник, в якій замість кінцевого циліндричного роликотрідшипника застосований радіальний підшипник ковзання [див. там же, с. 35-36]. Цьому різновиду властиві ті ж самі недоліки, що і попередньому аналогу. До того ж застосування підшипників ковзання означає підвищене тепловиділення в опорі.

Відомими істотними ознаками цього аналога по відношенню до винаходу, що пропонується, є одна, щонайменше, лапа з цапфою, шарошка і периферійний підшипник кочення.

Відоме також бурове долото з опорою кочення, в якій замок утворений традиційно кульковим підшипником, а периферійний і кінцевий підшипники виконані роликовими кінчними, без сепараторів, з біговими доріжками в тілах цапфи і шарошки, причому геометричні осі роликів як периферійного, так і кінцевого підшипників перетинаються з геометричною віссю цапфи на стороні, протилежній її основі [див., наприклад, авторське посвідчення СРСР 1229297 А1, кл. Е21В10/22]. Цьому аналогу властиві ті ж недоліки, що і першому з вказаних вище аналогів. Орієнтація осей кінцевих роликів тут не дозволяє сприймати двостороннє осьове навантаження на шарошку і вимагає застосування кулькового замкового підшипника.

Відомими істотними ознаками цього аналога по відношенню до винаходу, що пропонується, є одна, щонайменше, лапа з цапфою, шарошка, периферійний і кінцевий роликовий роликотрідшипники.

По технічній суті, технічному ефекту, що досягається, і сукупності істотних ознак найбільш близьким до пристрою, що пропонується, аналогом є підшипникова опора бурового долота, що включає, щонайменше, одну лапу з цапфою, шарошку, периферійний кінцевий роликовий підшипник, встановлений в упор між шарошкою і цапфою через торцеві поверхні роликів і проміжну втулку, встановлену і сполучену з шарошкою з боку основи цапфи, кінцевий радіальний підшипник ковзання і осевий підшипник ковзання, причому зовнішня і внутрішня бігові доріжки роликотрідшипника виконані в тілах відповідно шарошки і цапфи, осі роликів цього підшипника перетинаються з віссю цапфи на стороні, протилежній основі цапфи, а порожнина підшипникової камери герметизована ущільненням між шарошкою і цапфою [див., наприклад, патент США №4172502; МКИ Е21В9/10; 3 13/02, пріоритет Голландії від 23 серпня 1976р.] - прототип.

(Примітка. У описі прототипу міститься зауваження про те, що периферійний підшипник забезпечений сепаратором. Однак це зауваження є голослівним, бо монтаж сепаратора, завершуючий установку роликів на окремому внутрішньому кільці звичайного підшипника, є досить складним технологічним процесом і практично не здійсненим застосовно до монтажу сепаратора безпосередньо на цапфі. З цієї причини наявність сепаратора в числі вищезгаданих істотних ознак прототипу тут не врахована, як, проте, і в формулі винаходу прототипу).

До недоліків прототипу відносяться:

- орієнтація осей роликів з перетином цих осей на стороні, протилежній основі цапфи, і передача осьового навантаження з боку стінки свердловини, що буриється на шарошку і цапфу через обидва торці роликів з відповідним тертям ковзання, що суперечить принципам роботи кінцевих підшипників і веде до підвищеного стирання контактуючих поверхонь, додаткового тепловиділення і, в сукупності із звичайним тепловиділенням на кінцевій поверхні роликів під дією радіального навантаження, може спричинити надмірне теплове подовження роликів і їх заклинення між цапфою і шарошкою;

- неможливість автоматичного регулювання люфтів (регулювання натягів) в підшипниковій

опорі при роботі долота (з наслідками, розглянутими вище);

- можливість заклинення підшипникової опори внаслідок перегріву цапфи відносно шарошки;
- відносне зменшення підшипникової бази в зв'язку з послідовним розташуванням підшипника і проміжної втулки, вставленої і сполученої з шарошкою з боку основи цапфи, внаслідок чого знижується навантажувальна здатність підшипникової опори, тобто знижується один з головних режимних показників ефективності буріння;

- неможливість повторного використання лапи внаслідок виконання бігової доріжки роликотпідшипника безпосередньо на цапфі, зносу і втрати проектних розмірів бігової доріжки на цапфі при відробленні долота.

Відомими істотними ознаками прототипу по відношенню до винаходу, що пропонується є одна, щонайменше, лапа з цапфою, шарошка, периферійний конічний роликотпідшипник, встановлений в упор між цапфой і шарошкою через проміжну втулку, вставлену і сполучену з шарошкою з боку основи цапфи, кінцевий радіальний підшипник, осьовий підшипник між кінцем цапфи і шарошкою і герметизація підшипникової камери ущільненням, встановленим між шарошкою і цапфою.

У основу винаходу поставлені задачі:

- виключення з конструкції підшипникової опори бурового долота замкового кулькового підшипника;
- підвищення навантажувальної здатності підшипникової опори;
- підвищення ресурсу підшипникової опори;
- зменшення частки тертя ковзання в підшипниковій опорі з відповідним зменшенням тепловиділення в опорі і зносу контактуючих поверхонь;
- автоматичного регулювання натяга в підшипниках при роботі долота;
- виключення теплового заклинення опори;
- спрощення технології виконання внутрішньої поверхні шарошки;
- спрощення технології виготовлення лапи;
- забезпечення повторного використання лапи і інших деталей підшипникової опори (застосовно до одношарошкових доліт).

Відомими істотними ознаками підшипникової опори бурового долота, що пропонується є щонайменше одна лапа з цапфою, шарошка, периферійний конічний роликотпідшипник, встановлений в упор між цапфою і шарошкою через проміжну втулку, вставлену і сполучену з шарошкою з боку основи цапфи, радіальний кінцевий підшипник, осьовий підшипник між кінцем цапфи і шарошкою і ущільнення між шарошкою і цапфою.

Основною істотною відмінною ознакою винаходу є така орієнтація периферійного підшипника, при якій геометричні осі роликів перетинаються з геометричною віссю цапфи на стороні, протилежній кінцю цапфи.

Додатковим істотними відмінними ознаками винаходу є:

- виконання периферійного підшипника у вигляді вставного, тобто комплектно стандартного радіально-осьового конічного підшипника з сепаратором, що монтується на цапфі;

- виконання кінцевого і осьового підшипників у вигляді єдиного радіально-осьового кінцевого конічного підшипника кочення, геометричні осі роликів якого перетинаються з геометричною віссю цапфи на стороні, протилежній основі цапфи;

- виконання кінцевого радіально-осьового підшипника у вигляді вставного, тобто комплектно стандартного конічного підшипника з сепаратором, що монтується на цапфі;

- посадка внутрішнього кільця кінцевого підшипника з можливістю вільних, переміщень вздовж цапфи при виконанні на цапфі осьового упора, що обмежує такі переміщення і установці пружного елемента, наприклад, тарілчастої пружини, між цим упором і внутрішнім підшипниковим кільцем;

- виконання кінцевого радіально-осьового підшипника у вигляді вставного, тобто комплектно стандартного конічного підшипника з сепаратором, що монтується на цапфі;

- посадка внутрішнього кільця кінцевого підшипника з можливістю вільних переміщень вздовж цапфи при виконанні на цапфі осьового упора, що обмежує такі переміщення, і установці пружного елемента, наприклад, тарілчастої пружини, між цим упором і внутрішнім підшипниковим кільцем;

- розміщення периферійного підшипника всередині втулки, вставленої і сполученої з шарошкою з боку основи цапфи;

- з'єднання шарошки з втулкою, вставленою в шарошку з боку основи цапфи, за допомогою пружинного стопорного кільця;

- з'єднання шарошки з втулкою, вставленою в шарошку з боку основи цапфи, за допомогою різьблення.

Орієнтація периферійного підшипника з перетином геометричних осей його роликів з геометричною віссю цапфи на стороні, протилежній кінцю цапфи, забезпечує підвищене протистояння навантаженням на шарошку з боку свердловини, що буриться, і нормальну роботу конічного підшипника, виключаючи невластиве таким підшипникам двостороннє навантаження на торці роликів.

Застосування стандартних вставних підшипників кочення (периферійного, кінцевого, осьового) забезпечує стабільну орієнтацію тіл кочення, виключення їх нелінійного контакту з біговими доріжками, підвищення класу точності, навантажувальної здатності і ресурсу підшипникової опори, зниження генерації тепла в підшипниковій камері, спрощення технології виготовлення лапи і шарошки, можливість повторного використання лапи.

Виконання кінцевого і осьового підшипників у вигляді єдиного радіально-осьового роликотпідшипника забезпечує спрощення і удосконалення конструкції підшипникової опори.

Посадка внутрішнього кільця кінцевого підшипника з можливістю його ковзання вздовж цапфи в сукупності з осьовим упором цього кільця в цапфу через пружний елемент забезпечує осьові зміщення цього підшипника при теплових деформаціях цапфи і шарошки, виключаючи тим самим теплове заклинення підшипників і відмову опори загалом, і автоматично забезпечує виключення люфтів в підшипниковій опорі, що сприяє підвищенню її ресурсу.

Установка осьового підшипника кочення в упор між шарошкою і цапфой через пружний елемент включає люфти в цьому і периферійному підшипнику при знакозмінних осьових навантаженнях на шарошку.

Розміщення периферійного підшипника всередині проміжної втулки, вставленої і сполученої з шарошкою з боку основи цапфи, забезпечує збільшення підшипникової бази (по відношенню до прототипу) і, отже, зменшення реакцій на підшипниках під дією згина їх моментів, діючих на шарошку.

З'єднання шарошки з проміжною втулкою, вставленою в шарошку з боку основи цапфи, за допомогою пружинного розрізного кільця забезпечує, в сукупності зі знімними внутрішніми підшипниковими кільцями, можливість повторного використання лапи і інших деталей опори, що зберегли працездатність. Як варіант, досягненню цієї мети служить також з'єднання шарошки з втулкою, вставленою в шарошку з боку основи цапфи, за допомогою різьби.

На кресленні ілюстровано приклад виконання підшипникової опори бурового долота згідно з винаходом, де зображено фрагмент лапи з підшипникової опорою і шарошкою в меридиональному розрізі.

Відповідно до істотних ознак винаходу, підшипникова опора містить (див. креслення) щонайменше одну лапу 1 з цапфой 2, на якій за допомогою підшипникової опори встановлена шарошка 3. Підшипникова опора складається зі вставних периферійного радіально-осьового кінцевого роликів підшипника з внутрішнім кільцем 4, зовнішнім кільцем 5, кінчними роликами 6 і сепаратором 7 і кінцевого радіально-осьового кінцевого роликів підшипника з внутрішнім кільцем 8, зовнішнім кільцем 9, кінчними роликами 10 і сепаратором 11. Периферійний підшипник розміщений всередині проміжної втулки 12, вставленої в шарошку 3 з боку основи цапфи 2 і зафіксованої в шарошці пружинним стопорним кільцем 13. Геометричні осі 14 роликів 6 периферійного підшипника перетинаються з геометричною віссю 15 цапфи 2 на стороні, протилежній кінцю цапфи. Внутрішнє кільце 8 кінцевого підшипника зв'язане з цапфой 2 з можливістю вільного переміщення вздовж цапфи. При цьому підшипникове кільце 8 впирається в цапфу через пружний елемент, наприклад, тарілчасту пружину 16. Геометричні осі 17 роликів 10 кінцевого підшипника перетинаються з геометричною віс-

сю 15 цапфи на стороні, протилежній основі цапфи.

Пружинне кільце 18 фіксує на цапфі 2 внутрішнє кільце 4 периферійного підшипника. Ущільнення (наприклад, гумові кільця) 19 і 20 служать для герметизації маслonaповненої, як звичайно, підшипникової камери.

При роботі бурового долота у варіанті підшипникової опори Фіг. радіальне навантаження на шарошку 3 передається на цапфу 2 через проміжну втулку 12 і периферійний підшипник (деталі 4, 5, 6) і кінцевий підшипник (деталі 8, 9, 10). Осьове навантаження на шарошку, діюче в напрямку від основи до кінця цапфи, передається на лапу 1 через стопорне пружинне кільце 13, проміжну втулку 12 і периферійний підшипник (деталі 5, 6, 4) і стопорне кільце 18. Осьове навантаження протилежного напрямку передається від шарошки цапфі через кінцевий підшипник (деталі 9, 10, 8) і тарілчасту пружину 16. Остання забезпечує монтажний натяг в кінчних периферійному і кінцевому підшипниках і підтримує натяг при змінах осьових навантажень і коливаннях температури в підшипникової камері, при яких осьові розміри цапфи і шарошки змінюються по-різному. Радіальне заклинення підшипників виключається за рахунок того, що перегрів цапфи і підшипникових кілець 8 і 4 викликає переміщення роликів 10 і 6 відносно кілець 9 і 5 у бік зменшення натяга, тобто трансформуючи радіальний натяг в осьовий, який компенсується дією пружини 16.

Завдяки тому, що при роботі підшипникової опори, що пропонується, цапфа вільна від контакту з тілами кочення і не зноситься, після відроблення озброєння шарошки можливий, застосовно до одношарошкового долота, демонтаж шарошки, наприклад, шляхом згинчування її з втулки 12, і повторне використання лапи і інших деталей долота, що зберегли працездатність.

Як видно, застосування вставних стандартних підшипників виключає необхідність, після токарної обробки, проводити термообробку і шліфування відповідних поверхонь шарошки і лапи.

Технічними результатами винаходу є можливість підвищення навантажень на бурове долото, підвищення частоти обертання, підвищення ресурсу роботи долота - з відповідним підвищенням ефективності буріння (швидкості буріння і проходки на долото), спрощення технології виробництва бурових доліт, а також можливість повторного використання лапи і інших деталей застосовно до одношарошкових доліт.

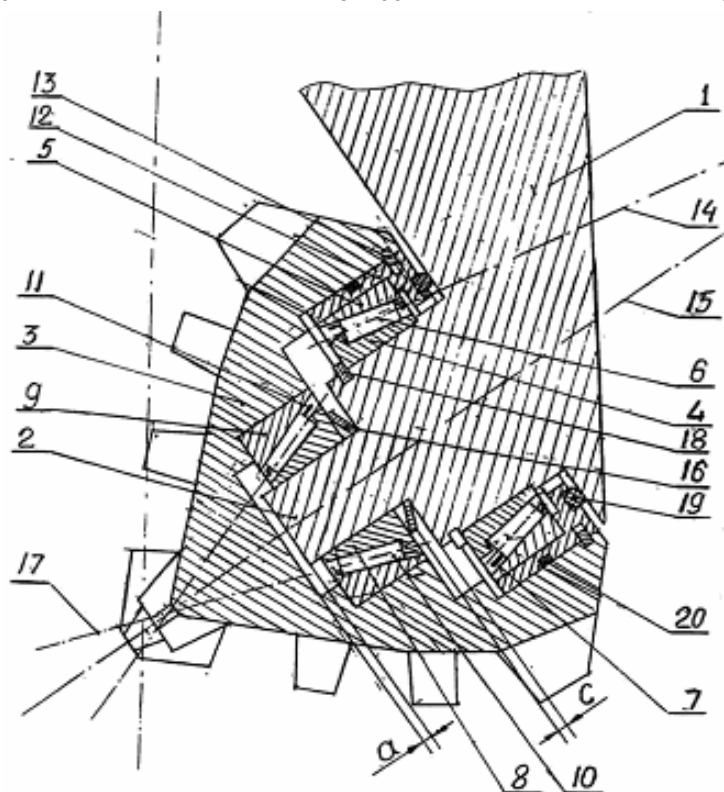


Fig.