



УКРАЇНА

(19) UA (11) 94293 (13) C2
(51) МПК
E21B 10/22 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) ОПОРА БУРОВОГО ШАРОШКОВОГО ДОЛОТА

1

2

(21) a200904722

(22) 13.05.2009

(24) 26.04.2011

(46) 26.04.2011, Бюл.№ 8, 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 1198182 A, 15.12.1985. Бюл.№46

SU 1451251 A1, 15.01.1989. Бюл.№2

SU 631643, 05.11.1978. Бюл.№41

UA 8283 C1, 29.03.1996. Бюл.№1

US 4445791, 01.05.1984

SU 927953, 15.05.1982. Бюл.№18

US 4451162, 29.05.1984

US 4453836, 12.06.1984

(57) Опора бурового шарошкового долота, що складається з цапфи, на якій змонтована шарошка за допомогою периферійного, кінцевого роликів, замкового кулькового підшипників, між параметрами яких встановлені певні залежності, яка **від-
різняється** тим, що на упорному торці цапфи ви-

виконано наплавлення для утворення підшипника ковзання "упорний торець лапи - упорний торець шарошки", центр найбільш віддаленої від осі долота кульки замкового підшипника кочення розташований на відстані А від осі долота, яка дорівнює $A=0,314 \cdot D_d$,

де D_d - діаметр долота, мм;

а параметри підшипників вибираються відповідно до наступних співвідношень:

$$\frac{d_{MP}}{D_{MP}} = \frac{d_k}{D_{ЗКП}} = 0,18; \frac{d_{BP}}{D_{BP}} = 0,14,$$

де d_{MP} - діаметр ролика малого кінцевого підшипника кочення, мм;

D_{MP} - зовнішній діаметр малого роликівого кінцевого підшипника кочення, мм;

d_k - діаметр кульки замкового підшипника кочення, мм;

$D_{ЗКП}$ - зовнішній діаметр кулькового замкового підшипника кочення, мм;

d_{BP} - діаметр ролика великого периферійного підшипника кочення, мм;

D_{BP} - зовнішній діаметр великого роликівого периферійного підшипника кочення, мм.

Винахід належить до породоруйнівних інструментів, а саме опор бурових шарошкових доліт.

Робота опори шарошкового долота характеризується значним числом чинників, серед яких основними є розподіл навантаження в опорі, швидкість ковзання, тривалість функціонування, температура, середовище та ін. В свою чергу, у більшості випадків працездатність опори шарошкового долота визначає ряд конструкторських параметрів. Тобто, досконалість конструкції, висока зносостійкість і тріщиностійкість, контактна витривалість тощо дають можливість очікувати високі показники напрацювання долота.

Сучасні бурові шарошкові долота мають велику різноманітність конструкцій опор. Проте, найбільш поширеною схемою конструктивного виконання є опора ролик - кулька - ролик, кульковий підшипник якої виконує функцію замкового. Для розвантаження кулькового замкового підшипника в осьовому напрямку виконують підшипник ковзання по спряжених поверхнях упорного торця лапи і

упорного торця шарошки. Як правило, упорний торець лапи наплавляють, а упорний торець шарошки піддається цементації.

Якісний аналіз розподілу навантаження між підшипниками опори шарошки дозволив авторам встановити [1], що навантаження між підшипниками розподіляється нерівномірно. В основному навантаження сприймається тільки двома підшипниками - кульковим і великим роликівим, або кульковим і малим роликівим підшипниками. При довільному варіанті навантаження найбільше навантаження сприймає кульковий замковий підшипник.

Аналіз відпрацювання опор бурових шарошкових доліт, що використовуються для розбурювання особливо міцних порід, виявив низьку стійкість замкового кулькового підшипника. Зафіксовано: розколювання тіл кочення, деформацію на біговій доріжці лапи з утворенням другої бігової доріжки, люфти і зсування в осьовому напрямку шарошки,

(13) C2

(11) 94293

(19) UA

руйнування бурта замкового кулькового підшипника, заклинювання роликів та ін.

Традиційно вирішення цієї проблеми здійснюється введенням упорних підшипників ковзання "п'ята-підп'ятник" і "упорний торець лапи-упорний торець шарошки", однак в бурових шарошкових долотах, призначених для високооборотного буріння, згадані підшипники ковзання швидко виходять з ладу. За таких умов необхідне вдосконалення конструкції підшипників кочення опори, які формують основну вантажність опори шарошкового долота.

Відомо, якщо габаритні розміри конструкції дозволяють, вдосконалення і реконструкція опор здійснюється застосуванням підшипників з більшою вантажністю, при цьому контролюють співвідношення $d_{m,p}$ [2], де d_m - діаметр тіла кочення, p - кількість тіл кочення. Однак, в опорі шарошкового долота параметри підшипників кочення строго регламентуються у відповідності до рівномірності розподілу навантаження.

Відома конструкція опори бурового шарошкового долота [3], радіально-упорний замковий кульковий підшипник якої виконаний з біговою доріжкою на цапфі зі змінним профілем і відстань між центрами кіл, що утворюють профіль бігових доріжок, збільшується від ненавантаженої до навантаженої сторони. Однак, дана конструкція не забезпечує необхідну стійкість опори, крім цього незначний знос та деформація спряжених поверхонь замкового підшипника різко підвищує значення люфтів в опорі.

Також відома конструкція опори бурового шарошкового долота, в якому для вирівнювання завантаженості підшипників передбачається розташування найбільш віддаленої від осі долота кульки замкового підшипника кочення на відстані $A=K \cdot D_d$ від осі долота [4]. Тут D_d - діаметр долота, мм, а $K=0,327-0,336$ - коефіцієнт оптимальної відстані розташування центру кульки відносно осі долота. Однак, в сучасних конструкціях доліт цей коефіцієнт становить $K=0,314-0,319$. Також, необхідно зауважити, що дана конструкція не регламентує геометричні параметри елементів підшипників опори, що утруднює оцінку завантаженості підшипників. Адже відомо [5], що на довговічність кулькового радіально-упорного підшипника в опорі впливають не тільки розміри його бігових доріжок і кульок, що визначають радіальний зазор в ньому, але й розміри бігових доріжок та тіл кочення радіальних роликів підшипників, що визначає ексцентриситет. Все це обумовлює блочне конструювання взаємозв'язаних різномірних підшипників, які призначені працювати у складних умовах.

Найбільш близькою до запропонованої конструкції опори є опора бурового шарошкового долота, яка містить периферійний і кінцевий роликів підшипники, замковий кульковий підшипник, між параметрами яких встановлені певні залежності:

$$\frac{d_{MP}}{D_{MP}} = \frac{d_K}{D_{ЗКП}} = 0,22 \dots 0,28; \frac{d_{BP}}{D_{BPP}} = 0,15 \dots 0,20,$$

де d_{MP} - діаметр ролика малого кінцевого підшипника кочення, мм;

D_{MP} - зовнішній діаметр малого роликівого кінцевого підшипника кочення, мм;

d_K - діаметр кульки замкового підшипника кочення, мм;

$D_{ЗКП}$ - зовнішній діаметр кулькового замкового підшипника кочення, мм;

d_{BP} - діаметр ролика великого периферійного підшипника кочення, мм;

D_{BPP} - зовнішній діаметр великого роликівого периферійного підшипника кочення, мм [6].

Однак конструкція з вказаними параметрами не забезпечує стійкості опори до виникнення осьових люфтів. Також, вказані параметри елементів підшипників опори не забезпечують необхідну вантажність замкового кулькового підшипника, що в свою чергу призводить до частих випадків розколювання кульок. Необхідно зауважити, що знос замкового підшипника кочення спричиняє руйнування основ та торців роликів підшипників, тим самим зумовлюючи розворот ролика і його заклинювання. Введення упорних підшипників ковзання проблему розвантаження підшипників не розв'язує, оскільки вони не призначені до роботи при високих обертах. Особливо важкі умови роботи пари "п'ята-підп'ятник", а саме високі температури і відсутність належного мащення спричиняють швидкий знос спряжених поверхонь, що веде до утворення осьових люфтів. Підшипник ковзання "упорний торець лапи-упорний торець шарошки" працює в дещо кращих умовах завдяки більшій площі спряжених поверхонь та частковій реалізації вибіркового перенесення. Проте, цей підшипник не здатний сприймати основні навантаження опори, на які розраховані підшипники кочення.

Задача, що ставилась при створенні винаходу, - вдосконалити конструкцію опори з метою підвищення довговічності та надійності замкового кулькового підшипника, забезпечення стійкості до утворення люфтів в опорі шляхом введення елементів підшипників опори з оптимальними параметрами, що дозволить збільшити вантажність замкового кулькового підшипника.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що у відомій конструкції опори бурового шарошкового долота, що складається з цапфи, на якій змонтована шарошка за допомогою периферійного, кінцевого роликівого, замкового кулькового підшипників, між параметрами яких встановлені певні залежності, згідно з винаходом, на упорному торці цапфи виконано наплавлення для утворення підшипника ковзання "упорний торець лапи-упорний торець шарошки", центр найбільш віддаленої кульки від осі долота кульки замкового підшипника кочення розташований на відстані A від осі долота, яка дорівнює:

$$A=0,314 \cdot D_d,$$

де D_d - діаметр долота, мм;

а параметри підшипників вибираються відповідно до наступних співвідношень:

$$\frac{d_{MP}}{D_{MP}} = \frac{d_K}{D_{ЗКП}} = 0,18; \frac{d_{BP}}{D_{BPP}} = 0,14,$$

де d_{MP} - діаметр ролика малого кінцевого підшипника кочення, мм;

$D_{МРП}$ - зовнішній діаметр малого роликів кінцевого підшипника кочення, мм;

d_k - діаметр кульки замкового підшипника кочення, мм;

$D_{ЗКП}$ - зовнішній діаметр кулькового замкового підшипника кочення, мм;

$d_{ВР}$ - діаметр ролика великого периферійного підшипника кочення, мм;

$D_{ВРП}$ - зовнішній діаметр великого роликів периферійного підшипника кочення, мм.

Наприклад, для тришарошкового долота 244,5 ОК-ПГВ-D26 У2 параметри підшипників опори будуть такими: $D_d=250,8$ мм; $d_{МР}=8$ мм (14 шт.); $D_{МРП}=44,08$ мм; $d_k=15,875$ мм (14 шт.); $D_{ЗКП}=88,18$ мм; $d_{ВР}=12,575$ мм (19 шт.); $D_{ВРП}=89,14$ мм; $A=78,61$ мм.

Пропонована конструкція висуває вищі вимоги до точності підшипників кочення, які можуть бути реалізовані завдяки сучасному рівню технології механічної і хіміко-термічної обробок деталей опори. Також, конструкція дозволяє реалізувати підвищення динамічної вантажності замкового кулькового підшипника на 21 % у порівнянні з базовою конструкцією. Стендові випробовування експериментальної партії секцій доліт з пропонованою конструкцією показали, на відміну від базової конструкції: підвищення стійкості до деформації на біговій доріжці лапи, уповільнення зростання люфтів і незначне зсування в осьовому напрямку шарошки. На відміну від існуючої конструкції, тут не було зафіксовано жодного випадку розколювання кульки замкового кулькового підшипника, як при стендових випробовуваннях секцій доліт, так і при відпрацюванні експериментальної партії доліт на буровій станції та при бурінні в натурних умовах. Також, практично у всіх долотах пропонованої конструкції, при бурінні порід 16 категорії міцності за шкалою М.М. Протодьяконова, зафіксовано збільшення показників по проходці приблизно в 1,7 %, а також виявлено підвищення стабільності в роботі. Крім цього, експерименти показали, що опори без підшипників ковзання "п'ята-підп'ятник" забезпечують цілком конкурентноздатну стійкість і стабільність відпрацювання доліт.

Винахід ілюструється кресленням, де показано загальний вигляд в перерізі опори шарошкового бурового долота.

Опора складається з цапфи 1, на якій за допомогою підшипників змонтована шарошка 2. В середній частині опори на відстані А від осі долота 3 знаходиться центр найбільш віддаленої кульки від осі долота кульки 4 (має діаметр d_k) замкового підшипника кочення (має зовнішній діаметр $D_{ЗКП}$) 5. На цапфі 1 також містяться малий роликів кінцевий підшипник 6 який має зовнішній діаметр $D_{МРП}$, його ролик 7 має діаметр $d_{МР}$, а також великий роликів периферійний підшипник кочення 8, який має зовнішній діаметр $D_{ВРП}$, його ролик 9 має діаметр $d_{ВР}$. На упорному торці 10 цапфи 1 виконано наплавлення стелітом для утворення підшипника ковзання "упорний торець лапи-упорний торець шарошки" 11. Стелітове наплавлення на упорному торці 10 цапфи 1 може бути замінено

іншими зносостійкими та теплостійкими матеріалами, які забезпечують максимальну зносостійкість і мінімальний коефіцієнт тертя.

При роботі опори пропонованої конструкції підшипники опори одночасно вступають в роботу, замковий кульковий підшипник 5, сприймаючи основне осьове навантаження, забезпечує стабільність в плавності ходу та високу стійкість роликів підшипників 6 і 8 до розвертання роликів 7, 9. При цьому також забезпечується площинність в спряжених поверхнях підшипника ковзання "упорний торець лапи-упорний торець шарошки" 11, який поступово, у міру зносу замкового кулькового підшипника кочення 5, вступає в роботу, що дає можливість реалізуватись явищу вибіркового перенесення, яке позитивно впливає на функціонування цього 11 підшипника. При такій узгодженій роботі елементів опори забезпечується стабільність несучої здатності опори.

Пропонована конструкція висуває вищі вимоги до точності підшипників кочення, що є невід'ємним якісним показником опори долота. При цьому, забезпечується підвищення довговічності та надійності замкового кулькового підшипника, а також стійкості до утворення люфтів в опорі. Все це сприяє стабільності відпрацювання доліт. Крім цього, експерименти показали, що пропонована конструкція опори без підшипників ковзання "п'ята-підп'ятник" забезпечує цілком конкурентоздатну стійкість і стабільність при відпрацюванні доліт.

Джерела використаної інформації:

1. Виноградов В.Н. Исследование нагруженности подшипников опоры шарошечного долота поляризационно-оптическим методом /В.Н. Виноградов, А.Ф. Брагин, Пяльченков В.А., Боднарчук В.А. /Повышение эффективности технологических процессов газонефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности путем обеспечения долговечности оборудования и инструмента /Под ред. В.Н. Виноградова //Труды Московского института нефти и газа им. И.М. Губкина. - Вып. 202. - 1987. - С. 3-9.

2. Чуб Е.Ф. Реконструкция и эксплуатация опор с подшипниками качения: справочник /Чуб Е.Ф. - М.: Машиностроение, 1981. - 365с.

3. А. с. 1198182. СССР, МКИ Е21 В 10/22. Опора бурового шарошечного долота /К.Б. Кацов, С.И. Кантор, Т.А. Илык, У.Н. Якимчук, П.Г. Китык, Р.М. Билозир, М.А. Пятибратов (СССР). - №3620561/22-03; Заявлено 08.07.83; Опубл. 15.12.85, Бюл. №46.

4. А. с. 1451251. СССР, МКИ Е21 В 10/22. Опора бурового шарошечного долота /Ю.И. Басанов, А.Ф. Брагин, В.А. Боднарчук, Г.В. Жуков, А.П. Ваврин (СССР). - №4195338/22-03; Заявлено 13.02.87; Опубл. 15.01.89, Бюл. №2.

5. Мокшин А.С. Шарошечные долота. /Мокшин А.С, Владиславлев Ю.Е., Комм Э.Л. - М.: Недра, 1971. - 216с.

6. А. с. 631643. СССР, МКИ Е21 В 9/88. Опора бурового шарошечного долота /В.П. Браженцев, П.А. Палий, А.С. Мокшин, Л.П. Константинов, Ю.Е. Владиславлев (СССР). Опубл. 1978, Бюл. №41.

