



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **99530** (13) **C2**  
(51) МПК  
**E21B 10/22** (2006.01)  
**F16C 17/02** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

## (12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: <b>а 2010 15702</b>	(72) Винахідник(и): <b>Яким Роман Степанович (UA), Петрина Юрій Дмитрович (UA), Яким Ігор Степанович (UA)</b>
(22) Дата подання заявки: <b>27.12.2010</b>	(73) Власник(и): <b>ІВАНО-ФРАНКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАФТИ І ГАЗУ, вул. Карпатська, 15, м. Івано-Франківськ, 76019 (UA)</b>
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: <b>27.08.2012</b>	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: SU 463773, 15.03.1975 SU 456884, 15.01.1975 SU 641062, 05.01.1979 UA 85244 C2, 12.01.2009 RU 2096578 C1, 20.11.1997 EP 1334259 B1, 13.08.2003 RU 2136836 C1, 10.09.1999
(41) Публікація відомостей про заявку: <b>10.01.2012, Бюл.№ 1</b>	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.08.2012, Бюл.№ 16</b>	

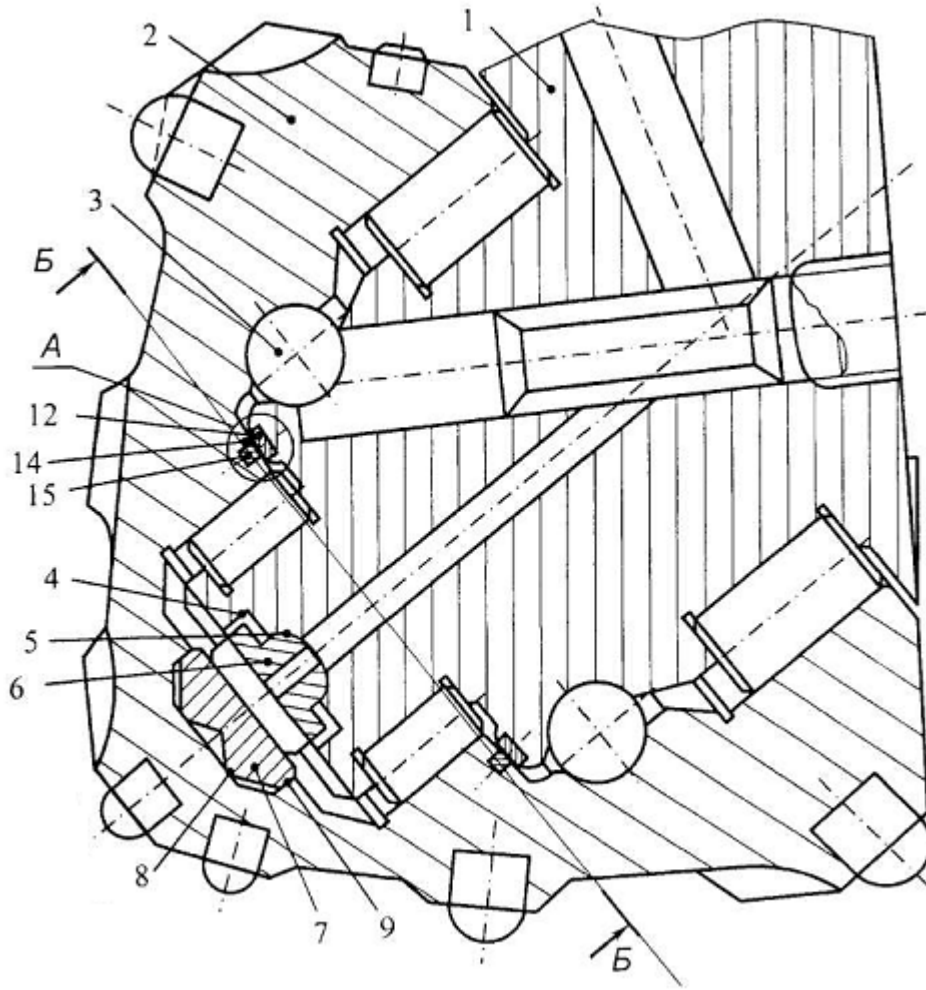
## (54) ОПОРА БУРОВОГО ШАРОШКОВОГО ДОЛОТА

### (57) Реферат:

Опора бурового шарошкового долота містить цапфу, на якій змонтовано шарошку за допомогою замкового підшипника кочення і кінцевого підшипника ковзання, що складається з п'яти, встановленої в циліндричній виточці у центральній частині торця цапфи, а також містить засіб розвантаження замкового підшипника, виготовлений у вигляді запобіжного виступу на підп'ятнику і в центральній частині торця цапфи виконується сферична виточка, що спряжена з циліндричною виточкою із утворенням посадкової поверхні, в яку вставлено п'яту, зафіксовану штифтами, а вздовж п'яти та торця опори у вертикальному напрямку виконаний паз для підводу охолоджуючого агента. При цьому в опору додатково введено осьовий підшипник ковзання "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки", де на упорний торець цапфи лапи з зовнішнім діаметром  $D_{Т.Ц.}$  наплавляється антифрикційний зносостійкий сплав і його робоча площа має форму випуклої сферичної поверхні радіусом  $R_{сф.вип.}$ , а упорний торець шарошки цементується та виконується з антифрикційними вставками, розташованими у шаховому порядку з середнім рядом по діаметру  $D_{Ср.}$ , що чисельно рівний середньому діаметру  $D_{Ср.Т.Ц.}$  упорного торця цапфи лапи, і його робоча площа має форму увігнутої сферичної поверхні радіусом  $R_{сф.увіг.}$ , при цьому виконуються умови:  $\frac{R_{сф.вип.}}{D_{Т.Ц.}} = 0,8...1,0$ ,  $\frac{R_{сф.увіг.}}{R_{сф.вип.}} = 1,01...1,02$ .

Виконання осьового підшипника ковзання "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки" дозволяє стабілізувати роботу опори в осьовому напрямку. Технічний результат: спряжені площини упорних торців по сферичній увігнутій і випуклій поверхні дозволяють максимально забезпечити не тільки самовстановлення опори, а й усунути ефекти вібрацій в опорі та створювати сприятливі умови тертя ковзання при зміщенні контактуючих упорних торців шарошки і цапфи лапи.

UA 99530 C2



Фиг. 1

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

Сучасні бурові шарошкові долота мають велику різноманітність конструкцій опор, серед яких отримала значного поширення опора, виконана за схемою ролик - кулька - ролик. У цих опорах кульковий підшипник виконує функцію замкового. Для розвантаження кулькового замкового підшипника, а також стабілізації роботи опори в осьовому напрямку, виконують осьові підшипники ковзання. При цьому частим є випадки виходу з ладу опор через недостатню довговічність цих осьових підшипників ковзання, які в умовах форсованих режимів буріння швидко втрачають працездатність. Оскільки при великих питомих навантаженнях і значних швидкостях ковзання спряжені контактуючі поверхні працюють у граничних для застосовуваних матеріалів температурних режимах, то актуальним є вдосконалення конструкції осьових підшипників ковзання опор бурових шарошкових доліт.

У ряді конструкцій опор шарошкових доліт здійснені заходи для прогнозованості і компенсації перекосів у опорі. Зокрема в [1] розроблені рекомендації для кутового зміщення осі бігової доріжки цапфи лапи роликів підшипника відносно осі бігової доріжки шарошки. Відома конструкція опори бурового шарошкового долота, що містить встановлені між цапфою і шарошкою роликів підшипник, замковий кульковий підшипник, радіальний кінцевий упорний та осьовий упорний підшипники ковзання [2]. З метою підвищення стійкості опори до перекосів, поверхня осьового упорного підшипника на цапфі утворює з площиною, перпендикулярною до осі цапфи, гострий кут з вершиною, направленою в сторону навантаженої частини.

Проте ця конструкція не забезпечує рівномірного навантаження на кінцевий та замковий підшипники, що може призвести до відмови опори.

Відома конструкція опори бурового шарошкового долота, яка включає цапфу на якій змонтовано шарошку за допомогою замкового підшипника кочення. Опора містить кінцевий підшипник ковзання, що складається з встановленої в осьовому каналі цапфи п'яти і підп'ятника в шарошці [3]. Однак дана конструкція не забезпечує рівномірного розподілу навантаження між підшипниками опори, що може привести до передчасного виходу з ладу замкового підшипника.

У момент припрацювання і усталеного зношування основне навантаження в опорі припадає на упорний підшипник. Причому його експлуатація на початковому етапі характеризується гранично допустимими режимами. Після того як верхня робоча ділянка п'яти і торця цапфи зношується, в роботу вступає замковий підшипник. Це спричинює припрацювання підшипників опори в неоптимальних умовах. Тому необхідно використовувати конструкції вузлів, які б забезпечували розвантаження замкового кулькового підшипника і кінцевого підшипника ковзання. У деякій мірі це досягається в конструкції опори бурового шарошкового долота, яка включає цапфу, на якій змонтована шарошка за допомогою замкового підшипника кочення і кінцевого підшипника ковзання, що складається з п'яти, встановленої в осьовому каналі цапфи, і підп'ятника в шарошці, та засіб розвантаження замкового підшипника [4]. Наявність в опорі засобу розвантаження у вигляді заповненої дробом камери, що сприймає осьові зусилля після того, як знос замкових кульок вже досягнув певної величини, знижує динамічність навантаження підшипників, що сприймають осьові зусилля, які діють на опору, та збільшує її працездатність. Однак конструкція не дозволяє в повній мірі проводити охолодження елементів опори. Існує також конструкція опори долота, в якій кінцевий підшипник виконаний з внутрішнього і зовнішнього кілець, що притискаються тарілкоподібною пружиною [5]. Тарілкоподібна пружина підтримує натяги в периферійному замковому підшипнику при зміні напрямку і величини осьового навантаження на шарошку. Проте, дана конструкція не забезпечує жорсткості в кінцевому підшипнику, що не дозволяє у повній мірі забезпечити ефект розвантаження замкового підшипника, а також ефективного охолодження робочих поверхонь елементів опори. Цього недоліку позбавлена конструкція опори бурового шарошкового долота, що включає цапфу, на якій за допомогою підшипника змонтована шарошка [6]. У середній частині опори розміщено замковий підшипник кочення. В центральній частині торця цапфи виконана циліндрична виточка, в яку запресована п'ята, а в шарошці - підп'ятник, що складають вузол п'яти у вигляді кінцевого підшипника ковзання. Один із елементів вузла п'яти споряджений запобіжним виступом, який зминається у випадку перевищення допустимого навантаження на вузол п'яти і розвантажує замковий підшипник. Однак дана конструкція не забезпечує одночасне рівномірне навантаження на елементи опори під час припрацювання доліт, та в процесі відпрацювання долота. Перекози в горизонтальній площині цапфи долота, які виникають у результаті збільшення зазорів від спрацювання робочих поверхонь опори, спричинюють до підвищення нерівномірності зносу пари тертя "п'ята-підп'ятник", що погіршує умови змащування і охолодження вузла. Перекіс робочих поверхонь пари тертя "п'ята-підп'ятник" призводить до руйнування п'яти і підп'ятника через утворення тріщин та їх розколювання.

Довговічність опор бурових доліт суттєво залежить від тривалого забезпечення мінімальних зазорів і попередження виникнення перекосів між віссю цапфи лапи і шарошки. Для вирішення цієї проблеми у ряді сучасних конструкцій опор введено підшипник ковзання "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки" і створюються умови для відведення тепла та реалізації вибіркового перенесення. З цією метою в серійних опорах шарошкових доліт на упорному торці цапфи лапи наплавляється стелітом, а упорний торець шарошки піддається хіміко-термічному зміцненню (цементується) [7]. У ряді конструкцій зарубіжних фірм - виробників доліт на упорному торці шарошки виконуються антифрикційні вставки [7, 8]. Разом з цим, практика відпрацювання доліт згаданих конструкцій показує, що навіть при зносі спряжених поверхонь в 1-3 мм в осьовому напрямку, у опорі виникають непрогнозовані перекося, що призводять до відмов долота.

Найбільш близькою до запропонованої конструкції є опора бурового шарошкового долота, що містить цапфу, на якій змонтовано шарошку за допомогою замкового підшипника кочення і кінцевого підшипника ковзання, що складається з п'яти встановленої в циліндричній виточці у центральній частині торця цапфи, а також містить засіб розвантаження замкового підшипника виготовлений у вигляді запобіжного виступу на підп'ятнику, в центральній частині торця цапфи виконується сферична виточка, що спряжена з циліндричною виточкою із утворенням посадкової поверхні в яку вставлено п'яту зафіксовану штифтами, а вздовж п'яти та торця опори у вертикальному напрямку виконаний паз для підводу охолоджуючого агента [10]. Виконання п'яти, яка має здатність до самовстановлення в лапі у відповідності до величини перекосів, спричинених зростанням люфтів у процесі роботи шарошкового долота, забезпечує рівномірність навантаження на підшипники опори. У результаті самовстановлення трибологічної системи робочих поверхонь "п'ята-підп'ятник" сприяє вибіркового ефекту, що позитивно впливає на плавність роботи підшипників опори долота. Виконання у вертикальному напрямку в п'яті та торці опори пазу для підводу охолоджуючого агента підвищує можливості охолодження вузла пари "п'ята-підп'ятник" та дозволяє забезпечувати циркуляцію охолоджуючого агента в умовах зашламлення долота. Однак практика відпрацювання даної конструкції показала, що один підшипник "п'ята-підп'ятник" не дозволяє у повній мірі забезпечувати стійкість опори в осьовому напрямку. Введення в опору підшипника ковзання "упорний торець цапфи - упорний торець шарошки" за аналогом до серійних конструкцій [7]. (упорний торець цапфи лапи наплавляється стелітом, а упорний торець шарошки цементується), а також як у відомих зарубіжних конструкціях [7, 8] (на упорному торці шарошки виконуються антифрикційні вставки) до суттєвих якісних змін не призвело. У ході аналізу зносу спряжених поверхонь "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки" встановлено, що тут знос відбувається неоднорідно, що призводить до локальних зазорів і биття в осьовому напрямку опори. Також в ділянці максимального навантаження цапфи лапи виникає точковий контакт, що призводить до різкого зниження працездатності поверхні упорного торця шарошки. Необхідно зауважити, що при втраті паралельності між спряженими паралельними поверхнями підшипника ковзання „упорний торець цапфи - упорний торець шарошки" (вони розташовані перпендикулярно до осі опори) опора долота зазнає коливань в осьовому напрямку, що створює амплітуду обертання шарошки навколо цапфи

$$A = \pi R t g \varphi,$$

де R - радіус упорного торця цапфи лапи,

$\varphi$  - кут між площинами контактуючих упорних торців, що утворюється в результаті перекосів в опорі долота.

З ростом зносу, а відтак і кута  $\varphi$  коливання опори зростають і в умовах роботи долота ведуть до значних динамічних навантажень на опору, що спричинює до відмови останньої.

Разом з цим відомо, що у випадку, коли спряжені поверхні в упорному підшипнику ковзання виконуються злегка вигнутої форми, завжди забезпечуються умови для орієнтації осьової сили в центральному напрямку. Зони тиску при цьому розташовані симетрично в квадрантах, що примикають до точок найбільшого зближення зі сторони, протилежної напрямку обертання. При цьому величина торцевого биття тут є у 2 рази меншою у порівнянні з випадком виникнення перекосів у конструкціях з рівними площинами контакту [9], які використовуються у сучасних конструкціях упорних торцевих підшипників ковзання опор бурових доліт.

Несуча здатність упорних підшипників ковзання з сферичними упорними поверхнями визначається величиною контактної напруги згідно теорії Герца, і залежить від форми поверхонь, по яких відбувається контакт. При цьому відомо, що найменші напруги в зоні контакту виникають при контакті сфери випуклої з сферою, увігнутою при співвідношенні

$\frac{R_{\text{сф.увіг.}}}{R_{\text{сф.вип.}}} = 1,01...1,02$ , при цьому у всіх випадках напруження зменшуються зі збільшенням діаметру сфер.

Задача, що ставилась при створенні винаходу, - вдосконалити конструкцію опори з метою стабілізації роботи опори і підвищення її несучої здатності в осьовому напрямку за рахунок регламентованого і прогнозованого зміщення контактуючих упорних торців шарошки і цапфи лапи. Це дозволить збільшити довговічність опор бурових доліт за рахунок тривалого забезпечення мінімальних зазорів і при виникненні перекосів між віссю цапфи лапи і шарошки створити належні умови контакту спряжених поверхонь торця цапфи лапи і торця шарошки.

Поставлена задача вирішується завдяки тому, що у відомій конструкції опори бурового шарошкового долота, що включає цапфу, на якій змонтовано шарошку за допомогою замкового підшипника кочення і кінцевого підшипника ковзання, що складається з п'яти, встановленої в циліндричній виточці у центральній частині торця цапфи, а також містить засіб розвантаження замкового підшипника, виготовлений у вигляді запобіжного виступу на під'ятнику і в центральній частині торця цапфи виконується сферична виточка, що спряжена з циліндричною виточкою із утворенням посадкової поверхні, в яку вставлено п'яту, зафіксовану штифтами, а вздовж п'яти та торця опори у вертикальному напрямку виконаний паз для підводу охолоджуючого агента, згідно з винаходом в опору додатково введено осьовий підшипник ковзання "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки", де на упорний торець цапфи лапи з зовнішнім діаметром  $D_{\text{т.ц}}$  наплавляється антифрикційний зносостійкий сплав і його робоча площина має форму випуклої сферичної поверхні радіусом  $R_{\text{сф.вип.}}$ , а упорний торець шарошки цементується та виконується з антифрикційними вставками, розташованими у шаховому порядку з середнім рядом по діаметру  $D_{\text{ср.}}$ , що чисельно рівний середньому діаметру  $D_{\text{ср.т.ц}}$  упорного торця цапфи лапи, і його робоча площина має форму увігнутої сферичної поверхні радіусом  $R_{\text{сф.увіг.}}$ , при цьому виконуються умови:  $\frac{R_{\text{сф.вип.}}}{D_{\text{т.ц}}} = 0,8...1,0$ ,  $\frac{R_{\text{сф.увіг.}}}{R_{\text{сф.вип.}}} = 1,01...1,02$ .

Введення осьового підшипника ковзання "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки" дозволяє стабілізувати роботу опори в осьовому напрямку. При цьому спряжені площини упорних торців по сферичній увігнутої і випуклій поверхні дозволяють максимально забезпечити не тільки самовстановлення опори, а й усунути ефекти вібрацій в опорі та створювати сприятливі умови тертя ковзання при зміщенні контактуючих упорних торців шарошки і цапфи лапи.

Винахід ілюструється кресленням, де на фіг. 1 показано загальний вигляд в перерізі опори бурового шарошкового долота; на фіг. 2 - вид в горизонтальній площині вузла трибологічної пари "п'ята-під'ятник"; на фіг. 3 - вид А на фіг. 1, що ілюструє ділянку контакту спряжених поверхонь упорних торців шарошки і цапфи лапи; на фіг. 4 - представлено вид Б-Б на фіг. 1.

Опора складається з цапфи 1, на якій за допомогою підшипників змонтована шарошка 2. У середній частині опори розташований замковий кульковий підшипник 3. В центральній частині торця цапфи 1 виконані циліндрична 4 та сферична 5 виточки в які вставляється п'ята 6, а в шарошці 2 - запресований під'ятник 7. П'ята 6 з під'ятником 7 утворюють вузол трибологічної пари самовстановного підшипника ковзання. Під'ятник 7 містить запобіжний виступ 8, що зминається при перевищенні допустимого навантаження на вузол трибологічної пари. Розмір виступу 8 визначаються розрахунково для забезпечення їх зминання при перевищенні на них навантаження вище допустимого. Для забезпечення надійного кріплення під'ятника 7 і шарошки 2, зовнішню бокову поверхню 9 під'ятника 7 виконують рифленою. Фіксація п'яти 6 в горизонтальній площині забезпечується двома штифтами 10. Тим самим забезпечується самовстановлення п'яти в лапі у відповідності до величини перекосів спричинених зростанням люфтів у процесі роботи шарошкового долота. Виконаний у вертикальному напрямку в п'яті та торці опори паз 11 для підводу охолоджуючого агента підвищує можливості охолодження вузла пари "п'ята-під'ятник" та дозволяє забезпечувати циркуляцію охолоджуючого агента в умовах зашламлення долота. На упорний торець 12 цапфи лапи 1 наплавляється антифрикційний зносостійкий матеріал, при цьому робоча поверхня 13 упорного торця 12 цапфи лапи 1 має форму випуклої сфери радіусом  $R_{\text{сф.вип.}}$ , а в упорному торці 14 шарошки 2 виконуються антифрикційні циліндричні вставки 15, що запресовуються у отвори 16, розташовані у шаховому порядку по поверхні 17 упорного торця 14 шарошки 2, при цьому поверхня 17 упорного торця 14 шарошки 2 виконується у формі увігнутої сфери радіусом  $R_{\text{сф.увіг.}}$ .

П'ята 6 та підп'ятник 7 можуть виготовлятися як з теплостійкої зносостійкої сталі так і з іншого міцного та зносостійкого матеріалу, чи з нанесенням на робочі поверхні пари інших матеріалів, які забезпечують максимальну зносостійкість і мінімальний коефіцієнт тертя.

5 Розміри елементів п'яти вибираються з типорозміру опори долота, а також з таким розрахунком, щоб в початковий період роботи опори навантаження було рівномірно розподілено по підшипниках опори.

Упорний торець 12 цапфи лапи 1 може наплавлятися зносостійким антифрикційним матеріалом стелітом типу 3В16К, Stellite 190W, або іншим. Антифрикційні циліндричні вставки 15 в упорному торці 14 шарошки 2 для ефективного забезпечення відведення тепла і вибіркового перенесення в трибологічній парі можуть виконуватися з сплавів що містять срібло 10 типу ПСр40 або бронзи чи міді, при цьому поверхня 17 упорного торця 14 шарошки 2 може виконуватися з срібним покриттям товщиною порядку 0,5 мм.

15 Розташування циліндричних антифрикційних вставок 15 у шаховому порядку (фіг. 4) з середнім рядом по діаметру  $D_{Ср.}$ , що чисельно рівний середньому діаметру  $D_{Ср.Т.Ц.}$  упорного торця 12 цапфи лапи 1, дозволяє максимально забезпечити сприятливі умови тертя при зміщенні спряжених сферичних поверхонь 13 і 17.

Геометричні розміри спряжених поверхонь 13 і 17 встановлюються для конкретного типорозміру опори долота у відповідності до співвідношень

$$a = \frac{R_{сф.вип.}}{D_{Т.Ц.}} = 0,8...1,0, \quad \frac{R_{сф.увіг.}}{R_{сф.вип.}} = 1,01...1,02,$$

20 де  $R_{сф.вип.}$  - радіус сфери поверхні 13 упорного торця 12 цапфи лапи 1,

$D_{Т.Ц.}$  - зовнішній діаметр упорного торця 12 цапфи лапи 1,

$R_{сф.увіг.}$  - радіус сфери поверхні 17 упорного торця 14 шарошки 2.

25 При проектуванні конструкції "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки" встановлюють допустимі параметри перекошування шарошки 2 відносно цапфи 1. Отже, відстань від центру найбільшого навантаження, де виникає максимум герцівського напруження  $t. A_0$  від осі 18 цапфи лапи 1 (Фіг. 3) визначиться з співвідношення

$$h = R_{сф.вип.} \sin \beta = a D_{Т.Ц.} \sin \beta,$$

де  $\beta$  - номінальний кут положення  $t. A_0$ ,

$$a = \frac{R_{сф.вип.}}{D_{Т.Ц.}} - \text{відношення радіусу сфери поверхні 13 упорного торця 12 цапфи лапи 1 до}$$

30 діаметра упорного торця 12 цапфи лапи 1, і приймається  $a=0,8...1,0$ .

Якщо найбільше навантаження розподіляється в ділянці середнього кола упорного торця 12, то

$$h = 0,5 D_{Ср.Т.Ц.} = 0,25 (D_{Т.Ц.} + d_{Т.Ц.}),$$

де  $D_{Ср.Т.Ц.}$  - діаметр середнього кола упорного торця 12,

35 тоді орієнтація цього навантаження відносно осі 18 цапфи лапи 1 знайдеться з співвідношення

$$\sin \beta = \frac{h}{R_{сф.вип.}} = \frac{0,25 \left( 1 + \frac{d_{Т.Ц.}}{D_{Т.Ц.}} \right)}{a},$$

де  $d_{Т.Ц.}$  - внутрішній діаметр упорного торця 12 цапфи лапи 1.

40 У випадку виникнення перекосів у опорі точка найбільшого навантаження  $C_0$ , де виникає максимум герцівського напруження зміститься на величину  $\Delta h$  і займе наприклад положення  $C_1$ , при цьому зміщення номінального кута  $\beta$  відносно осі 18 цапфи лапи 1, зміниться на величину  $\Delta \varphi$ , при цьому отримаємо:

$$\sin(\beta + \Delta \varphi) = \frac{h + \Delta h}{a D_{Т.Ц.}} = \frac{a D_{Т.Ц.} \sin \beta + \Delta h}{a D_{Т.Ц.}},$$

тепер

45  $\Delta h = a D_{Т.Ц.} (\sin(\beta + \Delta \varphi) - \sin \beta)$ .

Припустимо, що між осями шарошки і цапфи лапи виникне перекошення значенням  $1^\circ$  ( $\Delta \varphi = 1^\circ$ ) то для осевого упорного підшипника ковзання "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки", у якого упорний торець 12 цапфи лапи 1, має зовнішній діаметр  $D_{Т.Ц.} = 72,2$  мм і відношення внутрішнього діаметру упорного торця 12 цапфи лапи 1 до зовнішнього діаметру

50 упорного торця 12 цапфи лапи 1 становить  $\frac{d_{Т.Ц.}}{D_{Т.Ц.}} = 0,72$ , і  $a=1$  отримаємо:

$$\sin \beta = 0,25(1 + 0,72) = 0,43, \quad \beta = 25,467';$$

$$\Delta h = 72,2(\sin(25,467' + 1^\circ) - 0,43) = 1,083 \text{ мм.}$$

У випадку перекосу  $\Delta\varphi=2^\circ$  отримаємо зміщення  $\Delta h=2,238$  мм.

Отримані значення зміщення цілком відповідають умовам виникнення зазорів у процесі зносу елементів опори шарошкових доліт. Разом з цим дана конструкція осьового упорного підшипника ковзання "упорний торець цапфи - упорний торець шарошки" дозволяє

5 стабілізувати роботу опори і підвищити її несучу здатність в осьовому напрямку за рахунок регламентованого і прогнозованого зміщення контактуючих упорних торців шарошки відносно осі цапфи лапи. При цьому усувається проблема передчасного зносу спряжених контактуючих поверхонь виключно в ділянці максимального навантаження цапфи лапи і виникнення ситуацій коли між робочою площиною упорного торця цапфи лапи і площиною упорного торця шарошки

10 виникає точковий контакт. Останнє явище спричинює до значних локальних спалахів температури, інтенсифікації зношування виникнення схоплення і задирок на упорному торці шарошки.

При роботі опори пропонованої конструкції вузол пари "п'ята-підп'ятник" може навантажуватися зусиллям тільки в межах допустимої величини (вантажопідйомності), а надлишок зусилля шляхом зминання запобіжного виступу 8 передається на всі підшипники опори. При утворенні перекосів відбувається самовстановлення робочих трибоповерхонь в системі "п'ята-підп'ятник" і "упорний торець цапфи - упорний торець шарошки", при цьому одночасно забезпечується необхідна жорсткість в підшипниках та плавність обертання шарошки. При такій узгодженій роботі елементів опори забезпечується стабільність несучої

20 здатності опори та можливість ефективного підведення охолоджуючого агента через осьові і радіальні канали в цапфі 1 і п'яті 6, а також створення умов вибіркового переносу і інтенсивного відведення тепла з зони контакту спряжених сферичних поверхонь упорних торців цапфи лапи і шарошки.

Джерела використаної інформації:

25 1. Долговечность шарошечных долот. / Жидовцев Н.А., Кершенбаум В.Я., Гинзбург Э.С. и др. - М: Недра, 1992, - 272 с.

2. А. с. 1180477 СССР, МКИ E21B 10/22. Опора бурового шарошечного долота / К.Б. Кацов, С.И. Кантор, Р.М. Билозир, М.А. Пятибратов (СССР). - № 3714817/22-03; Заявлено 19.12.83; Опубликовано. 23.09.85, Бюл. № 35.-2 с.

30 3. United States Patent 309534 Current U.S. Class 384/96; 175/359; 175/372. Current International Class E21B 10/24 (20060101); E21B 10/08 (20060101) Isse Date: July 2, 1963 // <http://www.uspto.gov>.

4. United States Patent 2339161 Current U.S. Class 384/92; 175/370; 175/372; 384/906. Current International Class E21B 10/08 (20060101); E21B 10/22 (20060101) Isse Date: January 11, 1944 // <http://www.uspto.gov>.

35 5. Буровое долото на стандартных вставных подшипниках качения // <http://www.inventa-ua.com/birzha/ru/drillru.htm>.-10 с.

6. А. с. 629311 СССР, МКИ E21B 9/08. Опора бурового шарошечного долота / Т.Г. Агошавили, Ю.Е. Владиславлев, В.С. Кантор, Т.А. Илык, Ю.М. Голубьев (СССР). - № 1995374/22-03; Заявлено 14.12.73; Опубликовано. 25.10.78, Бюл. № 12.-2 с.

40 7. Буровой породоразрушающий инструмент: Международная инженерная энциклопедия. (Международный транслятор-справочник) - Т. 1: Шарошечные долота / [Под науч. ред. В.Я. Кершенбаума, А.В. Торгашова, А.Г. Мессера] - М.: Нефть и газ, 2003.-257 с. (Серия "Нефтегазовая техника и технология" т. 1).

45 8. Smith Bits: каталог продукции 2007-2008: каталог / [сост. Smith International] - U.S.A. Texas, Houston: Smith International, Inc., 2007.-65 с.

9. Орлов П.И. Основы конструирования: справочно-методическое пособие в 3-х книгах. Кн. 2. / П.И. Орлов. - [изд. 2-е, перераб. и доп.]. - М.: Машиностроение, 1977. - с. 422.

50 10. Пат. 38858 Україна, МПК E21B 10/22, E21B 9/08 Опора бурового шарошкового долота. / Ю.Д. Петрина, Р.С. Яким (Україна).; заявник і патентовласник Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. - № 200809051; заявл. 10.07.08; опубл. 26.01.2009 Бюл. № 2.

#### ФОРМУЛА ВІНАХОДУ

55 Опора бурового шарошкового долота, що містить цапфу, на якій змонтовано шарошку за допомогою замкового підшипника кочення і кінцевого підшипника ковзання, що складається з п'яти, встановленої в циліндричній виточці у центральній частині торця цапфи, а також містить засіб розвантаження замкового підшипника, виготовлений у вигляді запобіжного виступу на підп'ятнику, і в центральній частині торця цапфи виконується сферична виточка, що спряжена з

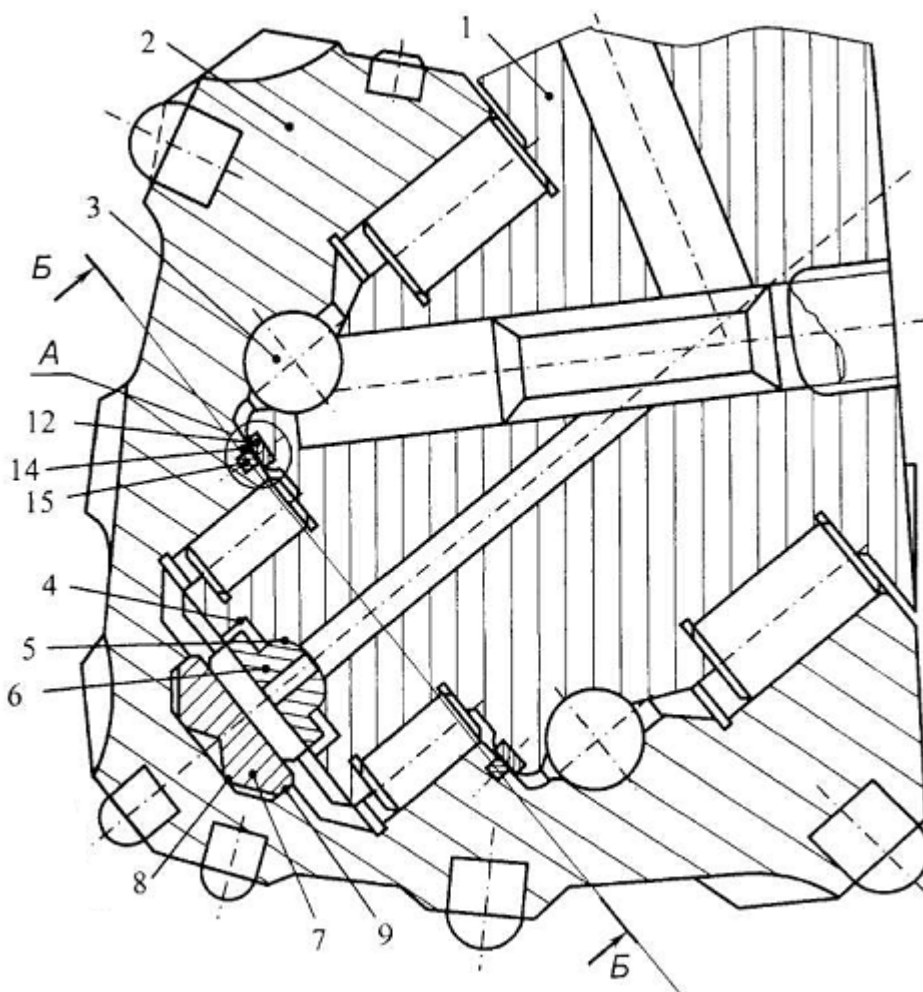
60 циліндричною виточкою із утворенням посадкової поверхні, в яку вставлено п'яту, зафіксовану

штифтами, а вздовж п'яти та торця опори у вертикальному напрямку виконаний паз для підводу охолоджуючого агента, яка **відрізняється** тим, що в опору додатково введено осьовий підшипник ковзання "упорний торець цапфи лапи - упорний торець шарошки", де на упорний торець цапфи лапи з зовнішнім діаметром  $D_{Т.Ц.}$  наплавляється антифрикційний зносостійкий

5 сплав і його робоча площина має форму випуклої сферичної поверхні радіусом  $R_{сф.вип.}$ , а упорний торець шарошки цементується та виконується з антифрикційними вставками, розташованими у шаховому порядку з середнім рядом по діаметру  $D_{Ср.}$ , що чисельно рівний середньому діаметру  $D_{Ср.Т.Ц.}$  упорного торця цапфи лапи, і його робоча площина має форму

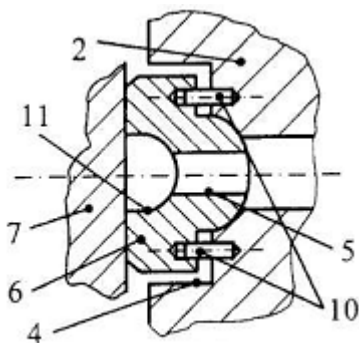
увігнутої сферичної поверхні радіусом  $R_{сф.увіг.}$ , при цьому виконуються умови:  $\frac{R_{сф.вип.}}{D_{Т.Ц.}} = 0,8...1,0$ ,

10  $\frac{R_{сф.увіг.}}{R_{сф.вип.}} = 1,01...1,02$ .

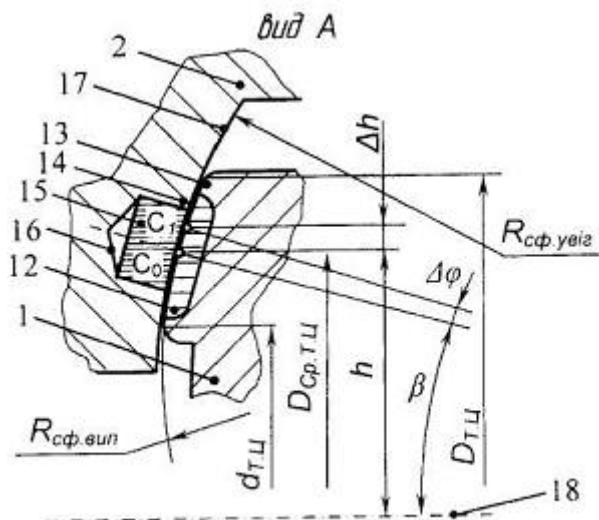


Фіг. 1

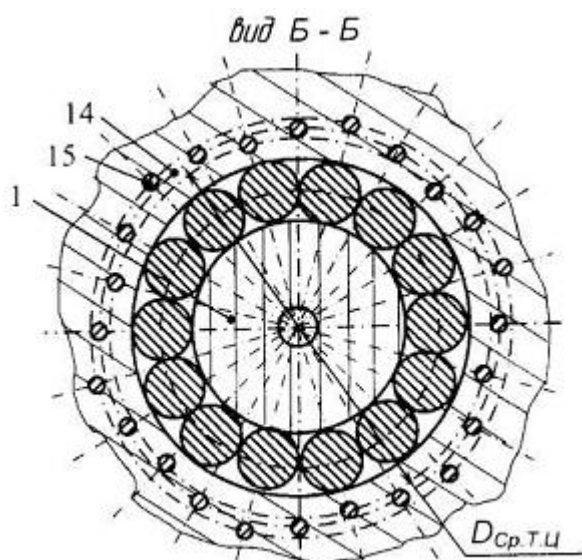




Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

Комп'ютерна верстка Л.Литвиненко

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут промислової власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601