

Винахід відноситься до шарошкових доліт для буріння свердловин, більш конкретно до пристрою підшипникових опор, а застосовано до одношарошкових також до пристрою долот з розбірними частинами.

Відомі підшипникові опори шарошкових бурових долот, в яких шарошки встановлені на цапгах лап за допомогою підшипників кочення, причому як радіальні застосовуються циліндричні роликотопідшипники - периферійний і кінцевий, а як осьова замкова опора - кульковий підшипник, причому бігові доріжки підшипників виконуються в тілах цапфи і шарошки (див, наприклад, Масленников И.К. Буровой инструмент. Справочник. - М.: Недра, с. 34-36).

До основних недоліків конструкції таких опор відносяться:

а) Неможливість установки в підшипниках сепараторів (тіла кочення поодиночі 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 доріжок, 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.

Слідствами 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 проектною геометричної форми тіл кочення, перегрівом підшипникової опори, що зрештою приводить до відмови опори і, отже, долота загалом (в більшості випадків при збереженні ще працездатності озброєння шарошок). Слідством 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 нестач подібних підшипникових опор бурових долот відноситься також знос практично всіх деталей з неможливістю повного їх використання, складність технології виконання внутрішньої поверхні шарошки (розточка, 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 роликотопідшипник і замковий кульковий підшипник, в якій замість кінцевого циліндричного роликотопідшипника застосований радіальний підшипник ковзання (див. там же, с. 35-36). Цьому різновиду властиві ті ж 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 роликотопідшипниками кінцевими, 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. Е 21 В 10/22). 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 кінцеві роликотопідшипники.

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 роликотопідшипник, встановлений впритул між шарошкою і цапфою через торцеві поверхні роликів і проміжну втулку, вставлену і сполучену з шарошкою з боку основи цапфи, кінцевий радіальний підшипник ковзання і осьовий підшипник ковзання, причому зовнішня і внутрішня бігові доріжки роликотопідшипника 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 №4 172 502; МКИ Е21В 9/10; 3 13/02, пріоритет Голландії від 23 серпня 1976 р) - прототип.

(Примітка. У описі прототипу міститься зауваження про те, що периферійний підшипник забезпечений сепаратором. Однак це зауваження є голосливим, бо монтаж сепаратора, завершуючий установку роликів на окремому внутрішньому кільці звичайного підшипника, є досить складним технологічним процесом і практично не здійснимий 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 нестач прототипу відносяться:

- орієнтація осей роликів з перетином цих осей на стороні, протилежній основі цапфи, і передача осьового навантаження з боку стінки свердловини, що буриться 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 кінцевий роликотпідшипник, встановлений впритул між цапфою 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 долот).

Відомими істотними ознаками підшипникової опори бурового долота, що пропонується є щонайменше одна лапа з цапфою, шарошка, периферійний кінцевий роликотпідшипник, встановлений впритул 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.

Додатковими істотними відмінними ознаками винаходу є:

- виконання периферійного підшипника у вигляді вставного, тобто комплектно стандартного радіально-осьового кінцевого підшипника з сепаратором, що монтується на цапфі;
- виконання кінцевого і осьового підшипників у вигляді єдиного радіально-осьового кінцевого кінцевого 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 кінцевого 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;
- забезпечення ширини а зазора між шарошкою і кінцем цапфи в неробочому стані долота згідно з співвідношенням:

$$c \geq a + \Delta l_c - \Delta l_{sh},$$

де  $c$  - максимальне можливе лінійне стиснення пружного елемента, встановленого між осьовим упором на цапфі і внутрішнім кільцем кінцевого підшипника,

$\Delta l_c$  - величина максимального теплового подовження цапфи,

$\Delta l_{sh}$  - величина відповідного теплового подовження шарошки;

виконання кінцевого підшипника у вигляді вставного комплекту стандартного циліндричного роликотпідшипника в сукупності з виконанням осьового підшипника у вигляді вставного комплекту стандартного осьового голчатого підшипника, встановленого впритул між цапфою і шарошкою через пружний елемент, наприклад, тарілчасту пружину;

- забезпечення ширини  $e$  осьового проміжку між осьовим підшипником кочення і цапфою в неробочому стані долота згідно з співвідношенням

$$e \geq c + p + \Delta l_c + \Delta l_{sh},$$

де  $c$  - максимально можливе лінійне стиснення пружного елемента, встановленого між цапфою і кінцевим голчатим підшипником,

$p$  - осьовий розмір пружного елемента, встановленого між цапфою і голчатим підшипником, при максимально можливому лінійному стисненні пружного елемента,

$\Delta l_c$  - максимальне можливе теплове подовження цапфи при роботі долота,

$\Delta l_{sh}$  - відповідне теплове подовження шарошки;

- 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 нормальну роботу кінцевого підшипника, виключаючи не властиве 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. Значення ширини  $a$  зазора між торцем цапфи і поверхнею у відповідь в шарошці, в неробочому стані долота, згідно з співвідношенням

$$c \geq a + \Delta l_c - \Delta l_{sh},$$

де  $c$ ,  $\Delta l_c$ ,  $\Delta l_{sh}$  див. вище, виключає заклинення опори у разі підвищеного перегріву цапфи відносно шарошки.

Установка осьового підшипника кочення впритул між шарошкою і цапфою через пружний елемент виключає люфти в цьому і периферійному підшипнику при знакозмінних осьових навантаженнях на шарошку. Значення  $e$  ширини проміжку між осьовим підшипником кочення і цапфою при неробочому стані долота згідно з співвідношенням

$$e \geq c + p + \Delta l_c + \Delta l_{sh},$$

де  $c$ ,  $p$ ,  $\Delta l_c$ ,  $\Delta l_{sh}$  - див. вище, оберігає підшипникову опору від теплового заклинення.

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 згинаючих 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 змінними внутрішніми підшипниковими кільцями, можливість повторного використання лапи і інших деталей опори, що зберегла працездатність. Як варіант, досягненню цієї мети служить також з'єднання шарошки з втулкою, вставленою в шарошку з боку основи цапфи, за допомогою різьблення.

На кресленнях ілюстровані приклади виконання підшипникової опори бурового долота згідно з винаходом:

фиг. 1-фрагмент лапи з підшипникової опорою і шарошкою в меридіональному розрізі,

фиг. 2-те ж в варіантах конструкції згідно з винаходом (шарошка тут зображена фрагментарно).

Відповідно до істотних ознак винаходу, підшипникова опора містить (див. фиг. 1) щонайменше одну лапу 1 з цапфою 2, на якій за допомогою підшипникової опори встановлена шарошка 3. Підшипникова опора складається з вставних периферійного радіально-осьового кінцевого роликотпідшипника з внутрішнім кільцем 4, зовнішнім кільцем 5, кінчними роликами 6 і сепаратором 7 і кінцевого радіально-осьового кінцевого роликотпідшипника 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 цапфою 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 віссю 15 цапфи на стороні, протилежній основі цапфи. Між кінцем цапфи 2 і шарошкою 3 передбачений зазор, ширина  $a$  якого в неробочому стані долота визначається співвідношенням

$$c \geq a + \Delta l_c - \Delta l_{sh},$$

де  $c$ ,  $\Delta l_c$ ,  $\Delta l_{sh}$  див. вище.

Пружинне кільце 18 фіксує на цапфі 2 внутрішнє кільце 4 периферійного підшипника. Ущільнення (наприклад, гумові кільця) 19 і 20 служать для герметизації маслоснаповненої, як звичайно, підшипникової камери. У варіанті виконання підшипникової опори (див. фиг.2) між шарошкою 21 і цапфою 22 впритул через пружний елемент, наприклад, тарілчасту пружину 23 встановлений голчастий осьовий підшипник, що складається з кілець 24 і 25 і сепаратора 26 з тілами кочення. Величина  $e$  проміжку, передбаченого між цапфою і осьовим підшипником кочення, в неробочому стані долота відповідає співвідношенню  $e \geq c + p + \Delta l_c + \Delta l_{sh}$ , де  $c$ ,  $p$ ,  $\Delta l_c$ ,  $\Delta l_{sh}$  див. вище. З'єднання з шарошкою 21 втулки 27, вставленої в шарошку з боку основи цапфи, в цьому варіанті передбачено на різьбленні. Як кінцевий в цьому варіанті застосований вставний циліндричний роликотпідшипник, що складається з внутрішнього кільця 28, зовнішнього кільця 29 і роликів 30.

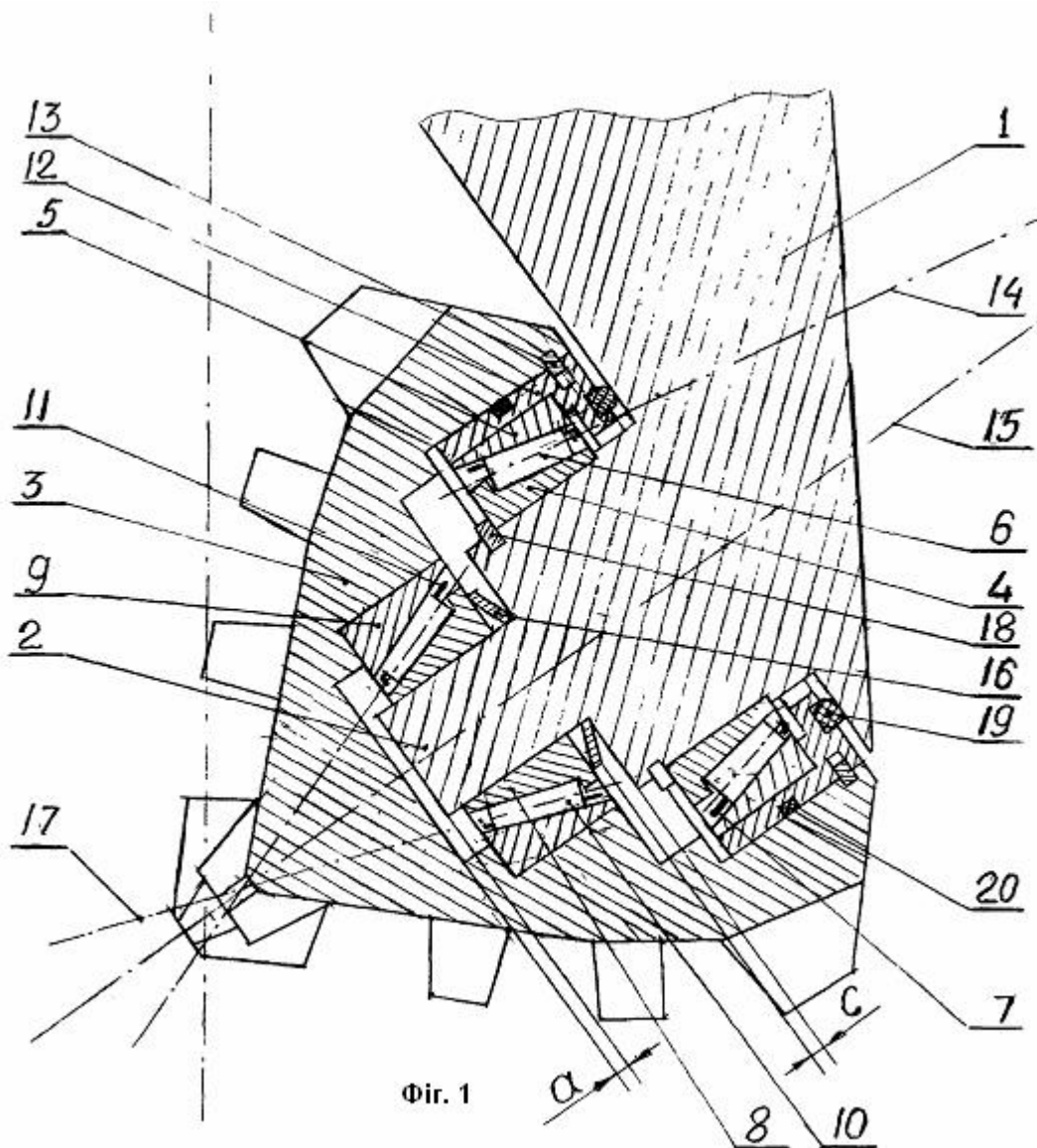
При роботі бурового долота у варіанті підшипникової опори фиг.1 радіальне навантаження на шарошку 3 передається на цапфу 2 через проміжну втулку 12 і периферійний підшипник (деталі 4, 5, 6) і кінцевий підшипник (деталі 8, 9, 10).

Осьове навантаження на шарошку, діюче в напрямі 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 кінцях периферійному і кінцевому підшипниках і підтримує натяг при змінах осьових навантажень і коливаннях температури в підшипниковій камері, при яких осьові розміри цапфи і шарошки змінюються по-різному. Зазор між кінцем цапфи і шарошкою  $a$  (при неробочому стані долота) виключає осьове теплове заклинення опори. 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 натягу, тобто трансформуючи радіальний натяг в осьовий, який компенсується дією пружини 16.

У варіанті конструкції по кресленню фіг. 2 кінцевий циліндричний роликовий підшипник (деталі 28, 29, 30) виконує функції тільки радіального підшипника. Проміжна втулка 27 в цьому варіанті пов'язана з шарошкою 21 різьбовим з'єднанням. Осьове навантаження в напрямі до кінця цапфи передається тут аналогічно фіг. 1. Осьове навантаження протилежного напрямку сприймається осьовим голчастим підшипником (деталі 25, 26, 24) і передається на цапфу 22 через тарілчасту пружину 23. Остання забезпечує натяги, компенсацію теплових переміщень в опорі і виключення осьового теплового заклинення аналогічно дії пружини 16 у варіанті фіг.1.

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 згинання її з втулки 27, 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 долот, а також можливість повторного використання лапи і інших деталей застосовно до одношарошкових долот.



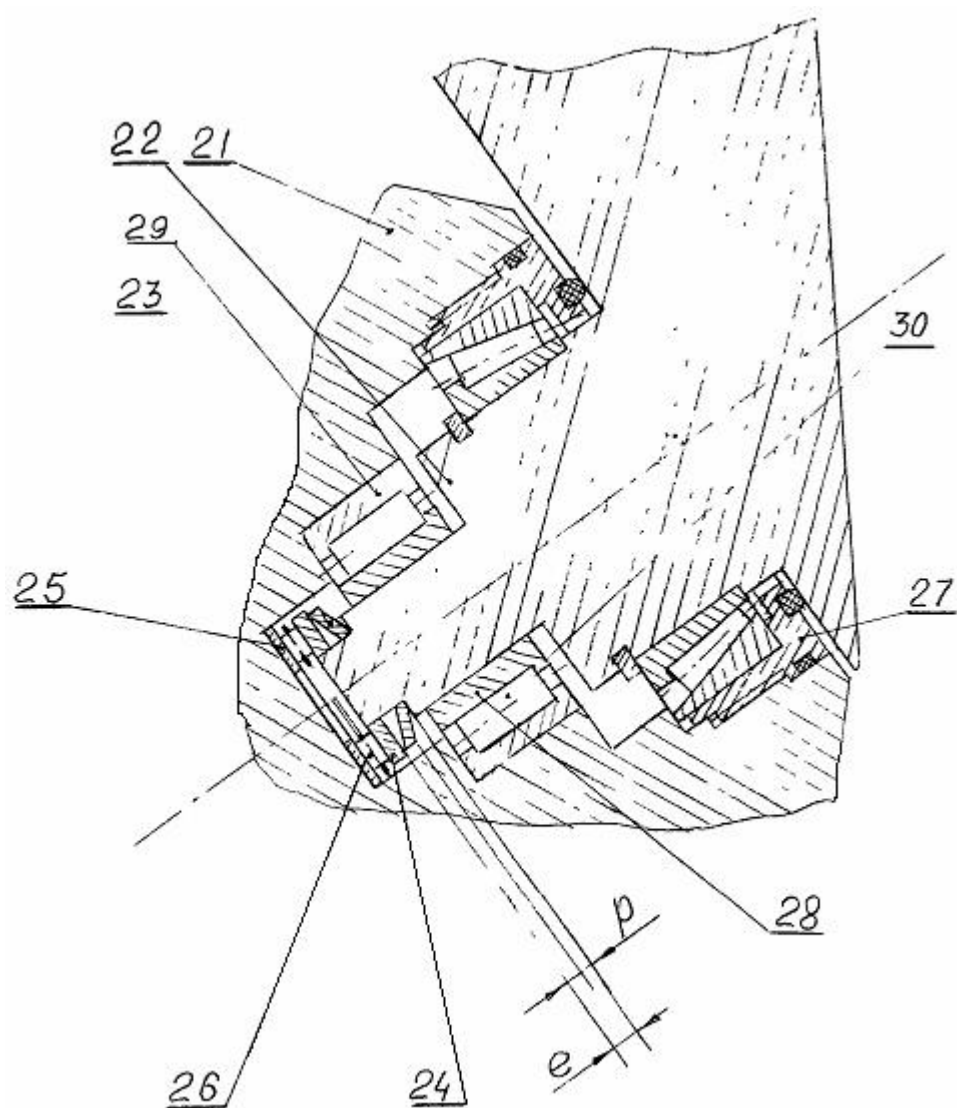


Fig. 2