



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **103495**

(13) **C2**

(51) МПК

E21B 4/02 (2006.01)

F03B 13/02 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(21) Номер заявки: а 2011 02835	(72) Винахідник(и): Бейлот Джеймс Едмонд (US), Андервуд Ланс Д. (US)
(22) Дата подання заявки: 10.09.2008	(73) Власник(и): СМІТ ІНТЕРНЕТШНЛ, ІНК., 1310 Rankin Rd., Houston, TX 77073, United States of America (US)
(24) Дата, з якої є чинними права на винахід: 25.10.2013	(74) Представник: Дубинський Михайло Ілліч, реєстр. №70
(41) Публікація відомостей про заявку: 10.06.2011, Бюл.№ 11	(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: US 2008/02646692 A1, 30.10.2008 US 2006/0021841, 02.02.2006 US 7100756 B2, 05.09.2006 US 2006/0021837, 02.02.2006 UA 11252 C1, 25.12.1996 UA 55485 C2, 15.04.2003
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.10.2013, Бюл.№ 20	
(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: PCT/US2008/075850, 10.09.2008	

(54) ТРУБНИЙ КЛЮЧ ДЛЯ ЗАБІЙНОГО ДВИГУНА

(57) Реферат:

Трубний ключ для вибіркової передачі крутного моменту від статора свердловинного інструмента до ротора свердловинного інструмента включає принаймні одну стопорну собачку, розташовану на роторі, причому принаймні одна стопорна собачка включає шлях навантаження, принаймні одну вісь повороту та центр мас, причому принаймні одна стопорна собачка зміщується у зачеплену позицію змішувальним механізмом, і принаймні одна стопорна собачка передає зусилля від статора до ротора уздовж шляху навантаження при перебуванні у зачепленій позиції, і відцентрова сила штовхає принаймні одну стопорну собачку у розчеплену позицію, коли ротор обертається зі швидкістю, яка перевищує швидкість розчеплення.

UA 103495 C2

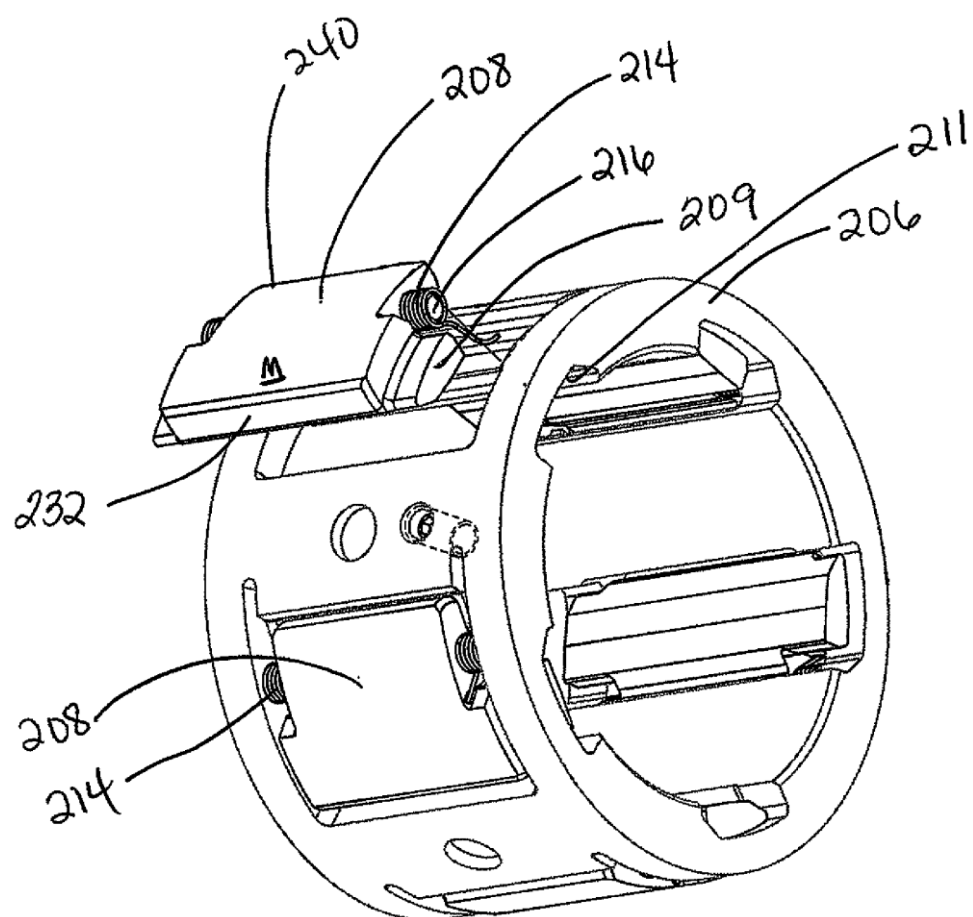


Fig. 5

Рівень техніки

Операції з підземного буріння часто здійснюють для визначення місця (розвідка) або для розробки (видобуток) підземних вуглеводневих родовищ. Більшість з цих операцій включають морську або наземну бурову установку для забивання певної кількості взаємно з'єднаних

5 бурильних труб, відомих як бурова колона. Великі двигуни на поверхні бурової установки прикладають крутний момент та обертання до бурової колони, і вага компонентів бурової колони забезпечує спрямовану донизу осьову силу. На дальньому кінці бурової колони закріплюється комплект бурового обладнання, відомого спеціалістам у даній галузі як обладнання низу бурильної колони ("ВНА"). Як правило, ВНА може включати бурові долота,

10 коміри бура, стабілізатори, розширювачі, забійні двигуни, роторні відхиляючі інструменти, датчики параметрів у процесі буріння та будь-які інші пристрої, які застосовують у підземному бурінні.

Хоча більшість бурових робіт здійснюються вертикально, бурові свердловини не завжди зберігають цю вертикальну траєкторію по всій глибині. Часто зміни у підземних структурах можуть спричиняти відхилення бурової свердловини від вертикалі, оскільки для бурової колони характерною є властивість йти шляхом найменшого спротиву. Наприклад, якщо трапляється гніздо з м'якішої, легшої для буріння структури, ВНА та з'єднана з ним бурова колона може відхилитися й просуватися у цю м'якішу породу легше, ніж у більш тверду породу. Будучи відносно негнучкими на меншій довжині, бурова колона та компоненти ВНА набувають певної

20 гнучкості при більшій довжині. Оскільки відхилення траєкторії бурової свердловини зазвичай виражається як величина зміни кута (тобто, "кут набирання кривизни") на сотню пробурених футів, відхилення бурової свердловини може бути непомітною для неозброєного ока. Однак на відстані у кілька сотень футів відхилення бурової свердловини може бути значним.

Крім того, слід розуміти, що нині для багатьох траєкторій бурових свердловин бажаним є планування відхилення бурової свердловини. Наприклад, у породах, де експлуатаційна зона включає горизонтальний пласт, буріння однієї відхиленої свердловини горизонтально крізь цей пласт може забезпечувати більш ефективний видобуток порівняно з кількома вертикальними свердловинами. Крім того, за певних обставин перевагу віддають бурінню однієї вертикальної

25 головної свердловини та кількох горизонтальних свердловин, які відгалужуються від неї для повного досягнення та розробки всіх вуглеводневих покладів у породі. Таким чином, на розробку та оптимізацію засобів спрямованого буріння витрачається багато часу та коштів.

Типові схеми спрямованого буріння включають різні механізми та пристрої у ВНА для вибіркового відхилення бурової колони від її первісної траєкторії. Одна така схема включає застосування забійного двигуна у комбінації з кривим перевідником в обладнанні низу бурильної

35 колони. Згідно зі стандартною практикою роторного буріння, бурова колона обертається з поверхні для прикладання крутного моменту до розташованого нижче бурового долота. З іншого боку, при застосуванні забійного двигуна, приєднаного до обладнання низу бурильної колони, крутний момент може прикладатися до бурового долота від нього, що, таким чином, усуває необхідність обертання бурової колони з поверхні. Хоча існує багато різновидів забійних

40 двигунів, більшість із них класифікуються або як турбінні забійні двигуни (тобто, турбобури), або як забійні двигуни об'ємного типу. Незалежно від особливостей конструкції, більшість забійних двигунів функціонує шляхом перетворення потоку бурового розчину під високим тиском на механічну енергію.

Буровий розчин, який застосовується у нафтовидобувній галузі, зазвичай закачують до перебуваючого у свердловині бурового долота через свердловину бурової колони при високому тиску. Дістаючись до долота, буровий розчин надходить у стовбур свердловини через багато

45 випускних отворів, і там потік бурового розчину охолоджує, змащує й вимиває бурову грязь з калібруючих поверхонь бурового долота. Відразу після витіснення буровий розчин повертається на поверхню через кільцевий канал, утворений між стовбуром свердловини (тобто, внутрішній діаметр породи або обсадної колони) та зовнішнім профілем бурової колони. Буровий розчин повертається на поверхню, захоплюючи бурову грязь.

50

При застосуванні забійного двигуна немає необхідності в обертанні бурової колони для обертання бурового долота відносно бурової свердловини. Натомість бурова колона, розташована над забійним двигуном, може "ковзати" у стовбур свердловини, коли долото

55 проникає у породу. Як було згадано вище, кривий перевідник може застосовуватися у зв'язку з забійним двигуном для спрямованого буріння стовбура свердловини. Кривий перевідник може бути подібним до звичайної секції ВНА, за винятком того, що включає згин під малим кутом. Крім того, кривий перевідник може бути окремим компонентом, приєднаним над забійним двигуном, або сам може бути частиною корпусу двигуна.

60 Завдяки різним вимірювальним та телеметричним пристроям у ВНА працівник бурової

установки на поверхні може визначати, в якому напрямку орієнтується згин кривого перевідника. Працівник бурової установки у цьому разі може обертати бурову колону до досягнення згину у напрямку потрібної відхиленої траєкторії та зупинки обертання бурової колони. Після цього працівник бурової установки приводить у дію забійний двигун, і пробурюється відхилена бурова свердловина, з просуванням бурової колони без обертання у бурову свердловину (тобто, у ковзному режимі) за ВНА, при застосуванні лише забійного двигуна для приведення в дію бурового долота.

Коли зміна напрямку завершується, і знову виникає потреба у "прямій" траєкторії, працівник бурової установки безперервно обертає всю бурову колону для усунення спрямованого впливу, який має кривий перевідник на траєкторію бурової колони. Коли знову виникає потреба у зміні траєкторії, обертання бурової колони припиняють, ВНА знову зорієнтовують у потрібному напрямку, і забійний двигун здійснює буріння за цією траєкторією, тоді, як решта бурової колони ковзає у стовбур свердловини.

Один з недоліків спрямованого буріння з застосуванням забійного двигуна та кривого перевідника виникає тоді, коли обертання бурової колони зупиняється, а просування ВНА вперед за допомогою забійного двигуна триває. Протягом цих періодів бурова колона ковзає далі у бурову свердловину під час її буріння, і перевага обертання не використовується для запобігання її застрягання у породі. Зокрема, такі операції можуть становити підвищений ризик застрягання бурової колони у буровій свердловині, яке вимагає витратних ловильних робіт для виймання бурової колони та ВНА.

Останнім часом з метою подолання проблем, пов'язаних з бурінням без обертання, було розроблено роторні системи спрямованого буріння ("RSS"). У роторній системі спрямованого буріння траєкторія ВНА відхиляється у той час, як бурова колона продовжує обертатися. Як такі, роторні системи спрямованого буріння зазвичай поділяються на два типи: системи з відхиленням долота та системи зі спрямуванням долота. У RSS з відхиленням долота група розширюваних упорних подушок проходить збоку від ВНА для штовхання та зміщення бурової колони у потрібну траєкторію.

Приклад однієї подібної системи описується у Патенті США № 5,168,941. Для того, щоб це відбувалося під час обертання бурової колони, розширювані штовхачі простягаються від місця, відомого як геостаціонарна частина бурового снаряда. Геостаціонарні компоненти не обертаються відносно породи, тоді, як решта бурової колони обертається. У той час, як геостаціонарна частина залишається у практично стійкій орієнтації, оператор на поверхні може спрямовувати решту ВНА по потрібній траєкторії відносно позиції геостаціонарної частини за допомогою розширюваних штовхачів.

Натомість RSS зі спрямуванням долота включає чітко орієнтований вузол у межах блока для спрямування решти ВНА по потрібній траєкторії. Приклади такої системи описуються у патентах США №№ 6,092,610 та 5,875,859. Так само, як в RSS з відхиленням долота, орієнтований вузол системи зі спрямуванням долота або розташовується на геостаціонарній муфті, або має механічну або електронну геостаціонарну опорну площину, і, таким чином, працівник бурової установки знає, в якому напрямку проходить траєкторія ВНА. Замість групи розсувних у боковому напрямку штовхачів RSS зі спрямуванням долота зазвичай включає гідравлічні або механічні приводи для спрямування чітко орієнтованого вузла по потрібній траєкторії.

Як такий, забійний двигун може застосовуватись у зв'язку з системою спрямованого буріння RSS. Зокрема, за певних обставин, долото може бурити швидше, коли RSS та долото приводяться в дію забійним двигуном, в результаті чого швидкість обертання стає більшою, ніж може бути передбачено при застосуванні лише бурильної колони. У такій конструкції бурова колона може обертатися з відносно малою швидкістю для запобігання застрягання бурової колони у стовбурі свердловини тоді, коли вихідний вал забійного двигуна (тобто, ротор), розташований над агрегатом RSS, приводить у дію бурове долото з більшою швидкістю.

Як такий, забійний двигун об'ємного типу ("PDM") перетворює енергію бурового розчину під високим тиском на обертальну механічну енергію у буровому долоті з застосуванням принципу Муано, приклад якого раніше було наведено у Патенті США № 4,187,918. У PDM зазвичай застосовують гелікоїдальний статор, приєднаний до дальнього кінця бурової колони з відповідним ексцентричним гелікоїдальним ротором, який зачеплюється з ним і з'єднується через привідний вал з рештою ВНА внизу. Як такі, бурові розчини під тиском, які протікають через канал бурової колони, зачеплюють статор та ротор, таким чином, в результаті створюючи для ротора крутний момент, який потім передається на бурове долото внизу. Традиційно забійні двигуни об'ємного типу характеризуються як такі, що на виході забезпечують низьку швидкість, але високий крутний момент для бурового долота. Як такі, PDM зазвичай є найбільш

придатними для застосування з долот з конічною шарошкою та долот з полікристалічного алмазного композиту (PDC). Крім того, відомо, що через ексцентричний рух їхніх роторів PDM створюють великі бокові вібрації, які можуть пошкодити інші компоненти бурильної колони.

Натомість у турбінних забійних двигунах застосовують одну або кілька силових секцій турбіни для забезпечення обертальної сили для бурового долота. Кожна силова секція складається з нерухомих лопаток статора та комплексу ротора, який включає поворотні рушії, механічно з'єднані з віссю ротора. В оптимальному варіанті силові секції є сконструйованими таким чином, щоб лопатки ступеня статора спрямовували потік бурового розчину у відповідні лопаті ротора для забезпечення обертання. Вісь ротора, яка може бути суцільною деталлю або може включати два або більше з'єднаних валів, таких, як гнучкий вал та вихідний вал, зрештою з'єднується з долотом і приводить його в дію. Таким чином, буровий розчин, який в високою швидкістю тече до лопаток ротора, викликає обертання ротора та бурового долота відносно корпусу статора. Традиційно турбінні забійні двигуни характеризуються як такі, що на виході забезпечують високу швидкість, але низький крутний момент для бурового долота. Крім того, через високу швидкість і через те, що за конструкцією жоден компонент ротора не рухається ексцентричним шляхом, вихід турбінного забійного двигуна зазвичай є скошеним і вважається прийнятним для долот з алмазними різцями. Зазвичай "статорна" частина комплексу двигуна є частиною корпусу двигуна, яка є приєднаною до решти бурової колони та ВНА і обертається на одній з ними швидкості.

Однак, оскільки турбінні забійні двигуни характеризуються низьким крутним моментом на виході, бурові долота, приєднані до них, є більш схильними до застрягання при контакті з певними породами. Це відбувається тоді, коли крутний момент, необхідний для обертання долота, стає більшим за крутний момент, який можуть створити лопатки двигуна. У разі, коли бурове долото застрягає під час "обертального" буріння (тобто, буріння, при якому застосовується лише обертання бурильної колони для приведення долота в дію), загальноприйнятою практикою є застосування великого крутного моменту на поверхні через усю бурову колону для звільнення бурового долота. Однак у ВНА, у яких застосовуються забійні двигуни, обертання між ротором та статором може перешкоджати передачі крутного моменту від бурової колони до бурового долота. В результаті єдиним крутним моментом, який може передаватися на застрягле бурове долото для звільнення долота, є крутний момент, який може створювати забійний двигун. Оскільки турбінні забійні двигуни створюють відносно малий крутний момент, вони можуть бути не здатні до зміщення застряглого бурового долота.

Робилося кілька спроб створення засобів фіксації двигуна або корпусу турбіни на осі ротора у разі, коли долото застрягає, включаючи ті, що описуються у патентах США 2,167,019, 4,232,751, 4,253,532, 4,276,944, 4,299,296 та 4,632,193. Ці пристрої зазвичай вимагають втручання з поверхні, наприклад, тягнення або штовхання бурильної колони, або маніпулювання швидкістю потоку флюїду, для зачеплення ключа.

В інших джерелах описуються "однобічні ключі", які мають засоби автоматичної фіксації ротора зі статором, коли тіло обертається, і долото застрягає, і дозволяють роторові вільно обертатися, коли швидкість долота є більшою за швидкість статора. Однак ці пристрої не забезпечують запобігання тертю фіксуючих засобів об спряжений ротор або статор під час нормальної роботи (тобто, тоді, коли долото не застрягає, і вал обертається на більшій швидкості, ніж корпус двигуна). Як такі, фіксуючі засоби можуть швидко стиратися і втрачати свою функцію, якщо не перебувають в ущільненому середовищі і, таким чином, не є захищеними від стирання через буровий розчин. Однак при відносно високих швидкостях обертання турбін та деяких високошвидкісних забійних двигунів ущільнення, як відомо, є ненадійними, і тому більшість свердловинних турбін та забійних двигунів конструюють з неущільненими, змащуваними буровим розчином опорами долота.

Залишається потреба у забійних двигунах та способах запобігання застрягання бурового долота та звільнення застряглого бурового долота. Бажаною є можливість прикладання крутного моменту від бурової колони до статора забійного двигуна, а потім від статора двигуна до ротора, без необхідності маніпулювання бурильною колоною або швидкістю потоку. Крім того, бажаним є забезпечення засобів зачеплення статора двигуна з ротором двигуна, коли долото застрягає, і статор може вільно обертатися, та їх розчеплення, коли ротор обертається з певною швидкістю обертання, яка є більшою за швидкість обертання статора.

Короткий опис заявленого предмета винаходу

В одному аспекті даний винахід стосується трубного ключа для вибіркової передачі крутного моменту від статора свердловинного інструмента до ротора свердловинного інструмента. Трубний ключ включає принаймні одну стопорну собачку, розташовану на роторі, причому принаймні одна стопорна собачка включає шлях навантаження, вісь повороту та центр мас.

Крім того, принаймні одна стопорна собачка зміщується у зачеплену позицію зміщувальним механізмом, і принаймні одна стопорна собачка передає зусилля від статора до ротора уздовж шляху навантаження при перебуванні у зачепленій позиції. Крім того, відцентрова сила штовхає принаймні одну стопорну собачку у розчеплену позицію, коли ротор обертається зі швидкістю, яка перевищує швидкість розчеплення.

В іншому аспекті даний винахід стосується способу вибіркової передачі крутного моменту від статора свердловинного бурового двигуна до ротора свердловинного бурового двигуна. Спосіб включає поміщення ключа між статором та ротором, причому ключ включає принаймні одну стопорну собачку, здатну обертатися навколо осі повороту між зачепленою позицією та розчепленою позицією, і повертання принаймні однієї стопорної собачки з зачепленої позиції у розчеплену позицію через відцентрову силу, коли швидкість обертання ротора перевищує швидкість розчеплення. Крім того, спосіб включає повертання принаймні однієї стопорної собачки з розчепленої позиції у зачеплену позицію, коли швидкість обертання ротора стає нижчою за швидкість розчеплення, і передачу крутного моменту від статора до ротора свердловинного бурового двигуна через шлях навантаження принаймні однієї стопорної собачки при перебуванні у зачепленій позиції.

Інші аспекти та переваги винаходу стануть зрозумілими з представленого нижче опису та супровідних фігур.

Короткий опис фігур

Фігури 1A-1C показують свердловинний інструмент згідно з описаними авторами варіантами втілення.

Фігури 2A та 2B показують трубний ключ згідно з описаними авторами варіантами втілення.

Фігура 2C показує собачку трубного ключа з Фігур 2A та 2B згідно з описаними авторами варіантами втілення.

Фігура 3 показує розріз трубного ключа у зачепленій позиції згідно з описаними авторами варіантами втілення.

Фігура 4 показує розріз трубного ключа у розчепленій позиції згідно з описаними авторами варіантами втілення.

Фігура 5 є перспективним зображенням трубного ключа згідно з описаними авторами варіантами втілення.

Фігури 6A та 6B показують собачку трубного ключа з Фігури 5 згідно з описаними авторами варіантами втілення.

Детальний опис винаходу

В одному аспекті описані авторами варіанти втілення стосуються обертальних свердловинних інструментів. Більш конкретно описані авторами варіанти втілення стосуються агрегатів забійного двигуна для приведення в дію бурових долот. Ще більш конкретно описані авторами варіанти втілення стосуються трубного ключа для вибіркового зачеплення ротора зі статором свердловинного інструмента для приведення в дію бурового долота.

На Фігурах 1A-C показано опору 5 свердловинного турбінного забійного двигуна згідно з одним варіантом втілення даного винаходу. Зокрема, як показано на Фігурі 1A, опора 5 забійного двигуна приводиться в дію турбобуром; однак спеціалістам у даній галузі стане зрозуміло, що блокувальні механізми згідно з варіантом втілення даного винаходу також можуть приєднуватися до забійних двигунів об'ємного типу або електричних двигунів, корпус (тобто, статор) яких зазвичай має такі самі характеристики стосовно того, що він в обертальному режимі від'єднується від ротора. Фігура 1A представляє опору турбіни, яка є типовою в тому, що має верхнє з'єднання 15, яке з'єднується з силовою секцією турбіни, та нижнє з'єднання 16, яке з'єднується з буровим долотом (не показано). Корпус 2 може містити кілька робочих компонентів турбіни 5 (наприклад, підшипники ковзання, упорні підшипники і т. ін.), які можуть бути сконструйовані спеціалістами у даній галузі без додаткового опису. В оптимальному варіанті верхнє з'єднання 15 є зафіксованим з можливістю обертання відносно корпусу 2, а нижнє з'єднання 16 є зафіксованим з можливістю обертання відносно ротора 1 (можна побачити на Фігурах 1B та 1C).

Турбінний забійний двигун 5 функціонує через закачування бурового розчину через бурову колону у кільцевий простір 10. Потік бурового розчину спрямовується через певну кількість лопаток турбіни (розташованих у частині силової секції турбіни, яку не показано, над верхнім з'єднанням 15) для забезпечення обертальної сили для ротора 1. Після використання лопатками турбіни буровий розчин виходить з турбінного забійного двигуна 5 через другий кільцевий простір 11, який продовжується через нижнє з'єднання 16. Спеціалісти у даній галузі зможуть сконструювати відповідні частини двигуна для забезпечення обертальної сили. Для вибіркової передачі крутного моменту від корпусу 2 до ротора 1 в описаних авторами варіантах

втілення передбачається блокувальний механізм для вибіркового забезпечення обертального з'єднання між корпусом 2 та ротором 1. В одному або кількох варіантах втілення блокувальний механізм може бути трубним ключем, який може називатись однобічним ключем.

Як описано вище, передача крутного моменту від корпусу 2 до ротора 1 може бути бажаною, коли забійний двигун заклинюється під час буріння, або коли застрягає бурове долото. Фігура 1С показує детальний вигляд блокувального механізму згідно з описаними авторами варіантами втілення. У цьому варіанті втілення блокувальний механізм розташовується на нижньому кінці ротора 1 (позицію на турбінному забійному двигуні 5 показано на Фігурі 1А). Одна перевага розташування блокувального механізму на нижньому кінці ротора 1 полягає в тому, що ротор 1 може бути найміцнішим на його нижньому кінці. Відносний розмір верхнього кінця ротора 1 показано на Фігурі 1В.

У деяких варіантах втілення нижній кінець ротора 1 може витримувати у три-чотири рази більший крутний момент, ніж верхній кінець. Розташування блокувального механізму на нижньому кінці також запобігає передачі великої кількості крутного моменту через інші, слабші частини ротора 1. Однак спеціалістові у даній галузі стане зрозуміло, що блокувальний механізм також може бути розташований в інших місцях (включаючи верхній кінець) забійного двигуна без відхилення від обсягу описаних авторами варіантів втілення.

Також на Фігурі 1С показано трубний ключ 20, який може застосовуватися згідно з одним варіантом втілення даного винаходу. Трубний ключ 20 є сконструйованим для зачеплення на основі відносного обертання між ротором 1 та корпусом 2. Якщо забійний двигун під час буріння працює належним чином, ротор 1 обертається з більшою швидкістю (наприклад, 1000 обертів на хвилину), ніж корпус 2, який може обертатися з практично незмінною, низькою швидкістю (наприклад, 40 обертів на хвилину). Якщо обертання бурове долото зазнає обмежень, ротор 1 уповільнює або припиняє обертання, але корпус, який приводиться в дію зі швидкістю бурильної колони, продовжує обертати ротор.

Для запобігання застряганню бурового долота та двигуна трубний ключ 20 може бути сконфігурований для зачеплення та прикладання крутного моменту від корпусу (тобто, статора) 2 до ротора 1, коли швидкість обертання ротора 1 перестає перевищувати швидкість обертання корпусу (тобто, коли відносне обертання між корпусом 2 та ротором 1 є нульовим). Коли це трапляється, трубний ключ механічно зачеплює або з'єднує корпус, який обертається, з ротором, і, таким чином, передає обертання до долота і звільняє його від застрягання. Після зачеплення, якщо бурове долото звільняється, і обертання ротора 1 може бути відновлене під дією лопаток турбіни, трубний ключ 20 спочатку механічно, а потім під дією відцентрової сили розчеплює ротор 2 з корпусом 1 і, таким чином, забезпечує продовження нормального функціонування двигуна. Оскільки трубний ключ 20 може затримуватися й розчеплюватися самостійно, щойно ротор 1 перевищить швидкість бурової колони та корпусу, відпадає потреба у вийманні бурової колони для ремонту або перевстановлення двигуна.

Крім того, оскільки ключ затримується відносно корпусу у будь-який час, коли швидкість ротора перевищує швидкість корпусу, при відносно низьких швидкостях ротора, засіб зачеплення ключа третєся об корпус, викликаючи зношування через абразивний характер бурового розчину. Для запобігання надмірному зношуванню ключ є сконструйованим таким чином, щоб забезпечувалося постійне розчеплення відразу по перевищенню певного порошу швидкості обертання. Більш детальний опис трубного ключа 20 представлено нижче.

На Фігурах 2А та 2В (серед яких Фігура 2В є покомпонентним зображенням Фігури 2А), показано трубний ключ 200 згідно з варіантами втілення даного винаходу. Трубний ключ 200 є сконфігурованим для вибіркового зачеплення ротора 202 зі статором 204 (наприклад, корпусом 2 з Фігури 1) обертального свердловинного інструмента 201. Спеціалістові у даній галузі стане зрозуміло, що свердловинний інструмент 201 може бути будь-яким обертальним інструментом існуючого рівня техніки, включаючи, крім інших, електричний двигун, турбінний забійний двигун (тобто, турбобур) або забійний двигун об'ємного типу. У показаному варіанті втілення трубний ключ 200 включає комплект тримача 206, закріплений на роторі 202. Хоча комплект тримача 206 показано як утворений з суцільної циліндричної деталі, яка може зачеплюватися з ротором 206, слід розуміти, що в альтернативному варіанті він може бути утворений з кількох деталей, з'єднаних навколо ротора 206. Крім того, одна або кілька шпонок 207 можуть бути вставлені між комплектом тримача 206 та ротором 202 для фіксації в обертальному режимі комплекту тримача 206 на роторі 202. Також в альтернативному варіанті окремий комплект тримача може бути взагалі не потрібним, коли ротор містить у ся конструкцію, необхідну для утримання стопорних собачок 208.

Крім того, комплект тримача 206 включає одну або кілька стопорних собачок 208, розташованих по окружності навколо комплекту тримача 206. Як такі, собачки 208 в

оптимальному варіанті є сконфігурованими для зачеплення з певною кількістю прорізів 210, утворених на зовнішній окружності ротора 202. Собачки 208 можуть з'єднуватися з комплектом тримача 206 будь-яким способом, відомим спеціалістам у даній галузі, таким чином, що кожна собачка 208 може обертатися навколо осі повороту 212. Наприклад, циліндричні бокові штифти 216 можуть бути вставлені й зафіксовані у відповідних отворах 220, утворених у комплекті тримача 206. Зміщувальні елементи 214 можуть розташовуватися між боковими штифтами 216 кожної собачки 208 та комплектом тримача 206, таким чином, зміщуючи собачки 208 всередину у напрямку прорізів 210 у "зацеплену" позицію, таким чином, щоб собачки 208 зачеплювалися з відповідними прорізами 210, утвореними у роторі 202. Крім того, як показано, кінцевий диск 234 тримача зачеплюється позаду від тримача 206 собачки та собачками 208 для вставлення собачок 208 у комплект тримача 206 собачки. Як такий, кінцевий диск 234 тримача включає відповідні отвори 220 для приймання циліндричних бокових штифтів 216 собачок 208. Крім того, стопорний штифт 224 проходить між кінцевим диском 234 тримача та тримачем 206 собачки для запобігання надмірному обертанню собачок 208 навколо осі повороту 212.

В альтернативному варіанті втілення циліндричні бокові штифти 216 можуть не бути вставлені в отвори 220. Натомість собачки 208 вставляються у комплект тримача 206, таким чином, щоб циліндричні бокові штифти 216 розташовувалися найближче до внутрішньої поверхні комплекту тримача 206. Як показано на Фігурі 5, у цьому варіанті втілення собачки 208 включають принаймні одну подовжувальну частину 209, розташовану принаймні на одній стороні собачки 208. Подовжувальна частина 209 є сконфігурованою для зачеплення з відповідним підрізом 211, утвореним на внутрішньому діаметрі комплекту тримача 206. Таким чином, у цьому варіанті втілення собачки 208 можуть рухатися навколо принаймні двох осей повороту (А та В на Фігурі 6В) у межах комплекту тримача 206, як описується більш детально нижче. Зачеплення подовжувальної частини 209 з відповідним підрізом 211 обмежує обертання собачки 208 у межах комплекту тримача 206, таким чином, запобігаючи надмірному обертанню собачки 208.

В одному варіанті втілення зміщувальні елементи 214 можуть бути, наприклад, торсіонними пружинами, розташованими навколо бокових штифтів 216. В альтернативному варіанті втілення можуть бути утворені виїмки 222 у кінцевому диску 234 тримача для спрямування потоку бурових розчинів через собачки 208, таким чином, щоб потік розчину сприяв зміщенню собачок 208 усередину в напрямку зачепленої позиції. Подібним чином задні сторони собачок 208 можуть бути сконфігурованими для відведення подовжнього потоку бурового розчину через них для створення радіального зусилля.

В одному варіанті втілення зміщувальні елементи 214 можуть бути вибрані таким чином, щоб стопорні собачки 208 зміщувались у напрямку позиції зачеплення з заданим крутним моментом, який забезпечується зміщувальним елементом 214. Коли ротор 202 обертається з відносно низькою швидкістю, пружне зусилля зміщувальних елементів 214 штовхає ведучий кінець 232 стопорних собачок 208 у відповідні прорізи 210 на роторі 202 і поперемінно штовхає задні кінці 240 у контакт з фіксуючими надрізами 242 на корпусі 204, і з внутрішнім діаметром 218 корпусу. Коли задні кінці 240 собачок 208 обертаються повз фіксуючі надрізи 242, фіксуючі надрізи 242 діють як криволінійні поверхні для механічного виймання собачок 208 з фіксуючих надрізів 242. Тоді при низьких швидкостях собачки 208 просто функціонують як традиційний храповий механізм, у якому собачки 208 почергово перебувають у зачепленій та розчепленій позиціях. Кожна собачка 208 має центр мас, в цілому позначений як М. Як показано, центр мас М є зміщеним на відстань D відносно осі повороту 212. Обертання ротора 202 створює відцентрову силу, яка діє на центр мас М. Оскільки центр мас М є зміщеним від осі повороту 212 (Фігура 2В) або осі повороту В (Фігура 6В), вищезгадана відцентрова сила в результаті веде до прикладання крутного моменту до стопорних собачок 208, причому вищезгаданий крутний момент має напрямок, протилежний крутному моменту, який прикладається зміщувальний елемент 214. Таким чином, зі збільшенням швидкості обертання ротора 202 відцентрова сила, що діє на кожну собачку 208 у центрі мас М збільшується, і в результаті відповідно збільшується крутний момент. Коли крутний момент, який виникає в результаті дії відцентрової сили на кожну собачку 208, перевищує крутний момент, створений пружним зусиллям зміщувальних елементів 214, собачки 208 перестають примусово приводитись у контакт з фіксуючими надрізами 242 та внутрішнім діаметром 218 корпусу, таким чином, підтримуючи розчеплення трубного ключа 200 через дію відцентрової сили, а не через механічний переривчастий рух. Відцентрова сила може бути визначена таким чином:

$$F_{\text{centrifugal}} = M \cdot r \cdot \omega^2 \quad (1),$$

де М є масою собачки, r є відстанню від центра мас собачки до центра вала турбіни, і ω є швидкість обертання вала турбіни. Стопорний штифт 224 запобігає надмірному відцентровому

обертанню собачок 208 з позиції розчеплення з прорізами 210. Крутний момент, який виникає з відцентрової сили, може бути визначений таким чином:

$$T_{\text{centrif uga}} = F_{\text{centrif uga}} \cdot D \quad (2)$$

На Фігурах 3 та 4 показано зображення трубного ключа 200 у розрізі (вид знизу) у зачепленій та розчепленій позиції, відповідно. Під час бурових робіт статор 204 обертається під дією обертання бурильної колони, як позначено стрілкою S, а ротор 202 обертається, як позначено стрілкою R. Як показано, обертання R та обертання S відбуваються в однаковому напрямку. За нормальних умов обертання S є значно меншим за кутовою швидкістю порівняно з обертанням R. Зазвичай під час буріння ротор 202 обертається зі значно вищою швидкістю (наприклад, 400–2000 об./хв) з меншим крутним моментом, тоді, як статор 204 та відповідний корпус 230 обертаються з меншою швидкістю (наприклад, приблизно 10–100 об./хв) та більшим крутним моментом решти бурової колони.

Як обговорювалося вище з посиланням на Фігури 2A-2C, зміщувальні елементи 214, розташовані на стопорних собачках 208, зміщують стопорні собачки 208 у напрямку зачепленої позиції у відповідних прорізах 242, утворених у статорі 204. Коли швидкість обертання ротора 202 збільшується у напрямку R, відцентрова сила, яка діє на центр мас M навколо осі повороту 212 стопорних собачок 208, збільшується згідно з Рівнянням 1, показаним вище. Щойно швидкість ротора 202 досягає швидкості розчеплення, відцентрова сила, яка діє на центр мас M стопорних собачок 208, стає більшою за пружне зусилля зміщувальних елементів 214, що зміщує стопорні собачки 208 у напрямку зачепленої позиції. При швидкостях, які дорівнюють або є більшими за швидкість розчеплення, стопорні собачки 208 обертаються назовні навколо осі повороту 212, і задні краї 240 відриваються від внутрішнього діаметра 218 корпусу.

У варіанті втілення, показаному на Фігурах 5, 6A та 6B, зміщувальні елементи 214, розташовані на стопорних собачках 208, зміщують стопорні собачки 208 у напрямку зачепленої позиції у відповідних прорізах 242, утворених у статорі 204 (Фігура 3). Коли швидкість обертання ротора 202 збільшується у напрямку R, відцентрова сила, яка діє на центр мас M, збільшується згідно з Рівнянням 1, показаним вище. Однак у цьому варіанті втілення собачка 208 повертається навколо різних осей повороту. Таким чином, вісь повороту у контексті даного опису може бути вказана як динамічна вісь повороту. На Фігурі 6B у боковій проекції показано собачку 208 згідно з описаними авторами варіантами втілення. При менших швидкостях собачка 208 обертається навколо осі повороту A. У цьому варіанті втілення вісь повороту A відповідає лінії контакту між переднім краєм 232 собачки 208 та ротором 202.

Щойно швидкість ротора 202 досягає швидкості розчеплення, відцентрова сила, яка діє на центр мас M стопорних собачок 208, перевищує пружне зусилля зміщувальних елементів 214. Стопорні собачки 208 радіально рухаються назовні, доки подовжувальні частини 209 не приводяться у контакт з підрізами 211 у комплекті тримача 206. Щойно подовжувальні частини 209 приводяться у контакт з підрізами 211, собачка 208 обертається навколо лінії контакту, визначеної як вісь повороту B, між подовжувальною частиною 209 та підрізом 211. Таким чином, при швидкостях, які дорівнюють або є більшими за швидкість розчеплення, стопорні собачки 208 обертаються у зовнішньому напрямку навколо осі повороту B, і задні краї 240 відриваються від внутрішнього діаметра 218 корпусу. Таким чином, у цьому варіанті втілення вісь повороту собачки 208 може переміщуватись або змінюватись, таким чином, дозволяючи більше переміщення собачки 208 у межах комплекту тримача 206 і запобігаючи передачі навантажень зачеплення до комплекту тримача 206. Крім того, спеціалістові у даній галузі стане зрозуміло, що може існувати 1, 2 або більше осей повороту, навколо яких рухається собачка 208, залежно від геометричної форми собачки 208, комплекту тримача 206 та подовжувальних частин 209.

Слід зазначити, що швидкість розчеплення включає обертання статора 204 та ротора 202 разом. Оскільки статор 204 обертається у напрямку S, а ротор 202 обертається у напрямку R, і ротор 202 приводиться в дію статором 204, загальна швидкість обертання (тобто, R+S) впливає на відцентрову силу, яка діє на центр мас M собачки. Швидкість R ротора визначають як швидкість ротора відносно швидкості статора. Отже, якщо бурова колона обертається при 100 об./хв, а швидкість розчеплення трубного ключа 200 становить 400 об./хв, трубний ключ механічно затримується, коли швидкість ротора R становить від нуля до 300 об./хв, і підтримує розчеплення, коли швидкість ротора R перевищує 300 об./хв. Таким чином, спеціалістові у даній галузі стане зрозуміло, що зміщувальні елементи 214 можуть вибиратися таким чином, щоб стопорні собачки 208 підтримували розчеплення при конкретній швидкості розчеплення ротора 202. Наприклад, в одному варіанті втілення стопорні собачки 208 можуть підтримувати розчеплення від відповідних прорізів 210 при загальній швидкості ротора приблизно від 300 до 400 об./хв. Крім того, спеціалістові у даній галузі також стане зрозуміло, що геометрична форма та властивості матеріалу (наприклад, густина) стопорних собачок 208 можуть змінюватися для

досягнення конкретної швидкості розчеплення. Зокрема, величина та розташування центра мас M відносно осі повороту 212 можуть змінюватися для досягнення конкретної швидкості розчеплення. При певних обмеженнях розміру може бути доцільним виготовлення стопорних собачок 208 з матеріалу високої густини, такого, як карбід вольфраму, для збільшення їх маси.

Також з посиланням на Фігури 3 та 4 далі описується зачеплення трубного ключа 200. У разі, якщо бурове долото (не показано) застрягає або уповільнює швидкість обертання, трубний ключ 200 зачеплює й передає крутний момент від статора 204 до ротора 202 для просування долота через породу в описаний нижче спосіб. Коли швидкість ротора 202 уповільнюється, відцентрова сила, яка діє на стопорні собачки 208, зменшується. Коли загальна швидкість обертання ротора 202 знижується до величини, меншої за швидкість розчеплення, крутний момент, який виникає в результаті відцентрової сили, є меншим за крутний момент від зміщувальних елементів 214, і стопорні собачки 208 обертаються навколо їх відповідних осей повороту (212, Фігура 2В, або А, В, Фігура 6В) через пружне зусилля зміщувальних елементів 214, таким чином, приводячи задній кінець 240 стопорних собачок 208 у контакт з внутрішнім діаметром 218 статора 204 і поміщуючи у фіксуючі надрізи 242.

Коли ротор 202 продовжує уповільнюватися і передні краї 232 стопорних собачок 208 рухаються у відповідні прорізи 210, задній кінець 240 стопорної собачки 208 виступає радіально назовні у контакт з внутрішнім діаметром 218 статора 204 та фіксуючими надрізами 242. Будучи подовженими, коли швидкість обертання R ротора 202 перевищує швидкість обертання S статора 204, задні кінці 240 стопорних собачок 208 "чіпляються" за принцип храпового механізму через певну кількість фіксуючих надрізів 242, утворених на внутрішньому діаметрі статора 204. Оскільки загальна швидкість ротора є меншою за швидкість розчеплення, стопорні собачки 208 зачеплюються, коли швидкість ротора R (як було визначено вище, відносно швидкості S статора) є нульовою. Стан, у якому визначена таким чином швидкість ротора R є нульовою, називається "швидкістю зачеплення".

Фіксуючі надрізи 242 в оптимальному варіанті є виконаними таким чином, щоб задні кінці 240 собачок 208 не перешкоджали обертанню ротора 202, коли він обертається швидше за статор 204. Однак якщо коли ротор 202 уповільнюється до швидкості зачеплення, стопорні собачки 208 зачеплюють відповідні прорізи 210 ротора 202, коли фіксуючі надрізи 242 статора 204 зачеплюються з задніми кінцями 240 стопорних собачок 208. Відразу після зачеплення обертальна сила (тобто, крутний момент) передається від статора 204 до ротора 202 уздовж шляху навантаження 250, який проходить через собачки 208. В оптимальному варіанті собачки 208 є сконструйованими таким чином, що шлях навантаження 250 проходить по суті прямо через стопорні собачки 208 без згинальних або зсувних навантажень. Відповідним чином, статор 204 забезпечує достатній крутний момент для приведення ротора 202 в дію, і, таким чином, для буріння породи буровим долотом (не показано). Відразу після пробурювання важкої породи (або зменшення ваги на долото) двигун, який приводить долото в дію, знову може вільно прискорюватися, таким чином, механічно розчеплюючи трубний ключ 200 і автоматично входячи у храповий режим, щойно швидкість ротора R починає перевищувати швидкість S статора.

Вигідним є те, що буріння з застосуванням варіантів втілення даного винаходу допомагає запобігати застряганню бурових долот при застосуванні разом із забійними двигунами. Крім того, якщо долото застрягає, варіанти втілення даного винаходу можуть застосовуватися для звільнення бурового долота. Як правило, при бурінні з застосуванням забійного двигуна бурова колона обертається з низькою швидкістю, тоді, як вал забійного двигуна, що обертає бурове долото, обертається з більш високою швидкістю. За нормальних умов блокувальний механізм згідно з варіантами втілення даного винаходу має залишатися незачепленим. Однак у ситуації, коли забійний двигун заклинюється або уповільнюється, обертаючись зі швидкістю, нижчою за задану, блокувальний механізм може зачеплюватися, таким чином, щоб бурова колона, яка повільно обертається, могла прикладати крутний момент до застряглого бурового долота. Наприклад, якщо бурова колона обертається поверхневим обертальним інструментом при 100 об./хв, а забійний двигун обертається при 200 об./хв, трубний ключ згідно з описаними авторами варіантами втілення має зачеплюватися, коли забійний двигун заклинюється до швидкості обертання, що дорівнює 100 об./хв. У цей момент крутний момент від поверхневого обертального інструмента має передаватися на вал для підтримання обертання долота відносно породи. Щойно долото пробивається через важку породу, забійний двигун може повертатися й відновлювати більшу швидкість обертання, що автоматично розчеплює трубний ключ, спочатку розчеплюючи механічно за принципом храпового механізму, а потім повністю підтримуючи розчеплення через відцентрову силу.

Хоча даний винахід було описано з посиланням на обмежену кількість варіантів втілення,

спеціалісти у даній галузі, скориставшись описом цього винаходу, зможуть зрозуміти можливість інших варіантів втілення без відхилення від обсягу даного винаходу. Відповідно, обсяг даного винаходу має обмежуватися лише супровідною формулою винаходу.

5

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Трубний ключ для вибіркової передачі крутного моменту від статора свердловинного інструмента до ротора свердловинного інструмента, який включає:
принаймні одну стопорну собачку, розташовану радіально між ротором і статором та
10 сконфігуровану для зачеплення з принаймні одним прорізом, виконаним на зовнішній периферійній поверхні ротора, причому принаймні одна стопорна собачка включає шлях навантаження, принаймні одну вісь повороту та центр мас; зазначена принаймні одна вісь повороту розташована радіально назовні від принаймні одного прорізу, виконаного на зовнішній периферійній поверхні ротора; та
15 зміщувальний механізм, сконфігурований для зміщення принаймні одної стопорної собачки у положення зачеплення;
причому принаймні одна стопорна собачка передає зусилля від статора до ротора уздовж шляху навантаження при перебуванні у положенні зачеплення; і
де принаймні одна стопорна собачка сконфігурована для забезпечення можливості руху
20 навколо принаймні однієї осі повороту у положення розчеплення за рахунок відцентрової сили, коли ротор здійснює оберти зі швидкістю, що перевищує швидкість розчеплення.
2. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що принаймні одна стопорна собачка сконфігурована для перебування у положенні зачеплення, коли загальна швидкість обертання ротора не перевищує швидкість обертання статора, та є меншою за швидкість розчеплення.
- 25 3. Трубний ключ за п. 2, який **відрізняється** тим, що принаймні одна стопорна собачка сконфігурована для проходження за принципом храпового механізму, коли загальна швидкість обертання ротора є більшою за швидкість обертання статора, та меншою за швидкість розчеплення.
4. Трубний ключ за п. 2, який **відрізняється** тим, що сконфігурований таким чином, що
30 швидкість зачеплення є такою самою, як швидкість розчеплення.
5. Трубний ключ за п. 2, який **відрізняється** тим, що сконфігурований таким чином, що швидкість зачеплення є нижчою за швидкість розчеплення.
6. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що зміщувальний механізм включає торсіонні пружини.
- 35 7. Трубний ключ за п. 6, який **відрізняється** тим, що торсіонні пружини мають такий розмір, щоб рухати принаймні одну стопорну собачку у положення зачеплення, коли ротор обертається зі швидкістю, нижчою за швидкість зачеплення.
8. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що зміщувальний механізм сконфігурований таким чином, що дозволяє протікання рідини через принаймні одну стопорну собачку.
- 40 9. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що свердловинним інструментом є забійний двигун об'ємного типу.
10. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що свердловинним інструментом є турбінний забійний двигун.
11. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що свердловинним інструментом є
45 електричний двигун.
12. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що статор зафіксований з можливістю обертання на буровій колоні.
13. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що ротор включає множину відповідних прорізів, сконфігурованих для приймання принаймні однієї стопорної собачки при перебуванні у
50 положенні зачеплення.
14. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що внутрішній діаметр статора включає множину фіксуючих надрізів, сконфігурованих для приймання заднього кінця принаймні однієї стопорної собачки.
15. Трубний ключ за п. 14, який **відрізняється** тим, що задній кінець принаймні однієї стопорної
55 собачки сконфігурований для проходження за принципом храпового механізму через фіксуючі надрізи, коли ротор обертається зі швидкістю, більшою за швидкість статора, але меншою за швидкість розчеплення.
16. Трубний ключ за п. 14, який **відрізняється** тим, що задній кінець принаймні однієї стопорної собачки сконфігурований для зачеплення одного з фіксуючих надрізів, коли ротор обертається
60 зі швидкістю, яка є меншою або дорівнює швидкості обертання статора.

17. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що принаймні одна стопорна собачка виконана з матеріалу, який має густину, більшу, ніж у сталі.

18. Трубний ключ за п. 1, який **відрізняється** тим, що стопорна собачка включає динамічну вісь повороту.

5 19. Трубний ключ за п. 18, який **відрізняється** тим, що динамічна вісь повороту сконфігурована для забезпечення зміщення з першої осьової позиції до другої осьової позиції залежно від зміни швидкості обертання ротора.

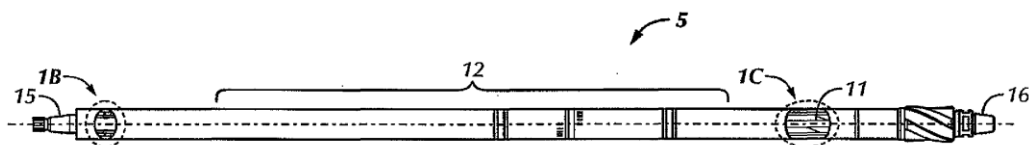
20. Спосіб вибіркової передачі крутного моменту від статора свердловинного бурового двигуна до ротора свердловинного бурового двигуна, де у способі:

10 поміщають ключ між статором і ротором, причому ключ включає принаймні одну стопорну собачку, виконану з можливістю обертання між положенням зачеплення і положенням розчеплення навколо осі повороту, розташованої радіально назовні від ротора;

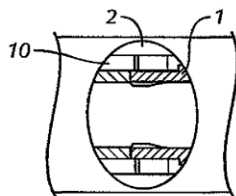
обертають принаймні одну стопорну собачку з положення зачеплення у положення розчеплення за рахунок відцентрової сили, коли швидкість обертання ротора перевищує швидкість розчеплення, причому принаймні частина принаймні однієї стопорної собачки обертається головним чином назовні від прорізу, виконаного на зовнішній периферійній поверхні ротора у положенні розчеплення;

15 обертають принаймні одну стопорну собачку з положення розчеплення у положення зачеплення, коли швидкість обертання ротора стає нижчою за швидкість розчеплення; та передають крутний момент від статора до ротора свердловинного бурового двигуна через шлях навантаження принаймні однієї стопорної собачки, коли вона знаходиться у положенні зачеплення.

20 21. Спосіб за п. 20, який **відрізняється** тим, що зміщувальні елементи приводять принаймні одну стопорну собачку у положення зачеплення.



Фіг. 1А



Фіг. 1В

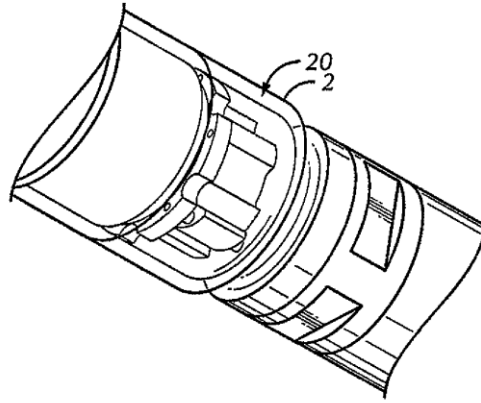


Fig. 1C

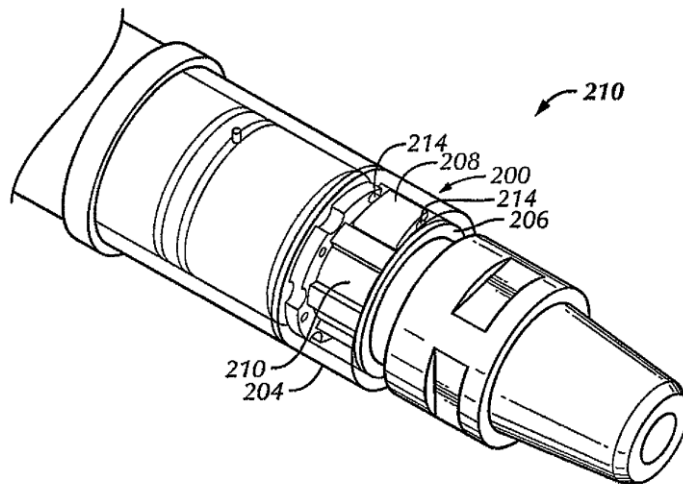


Fig. 2A

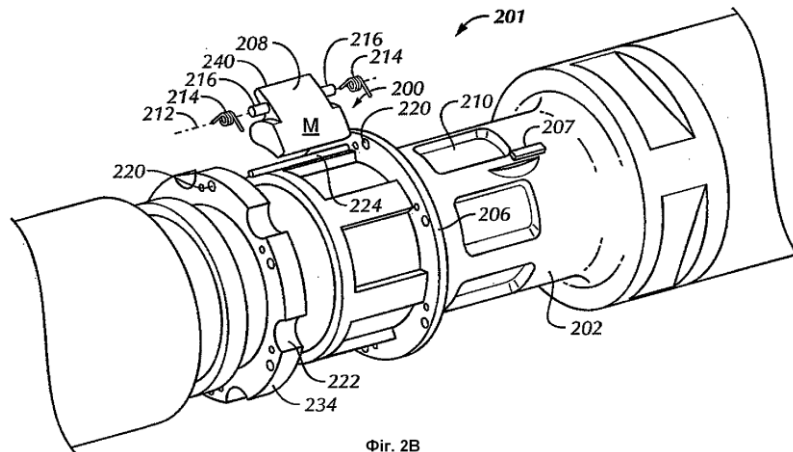


Fig. 2B

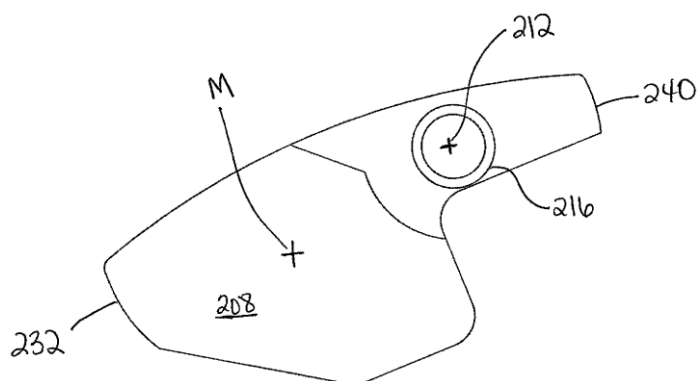


Fig. 2C

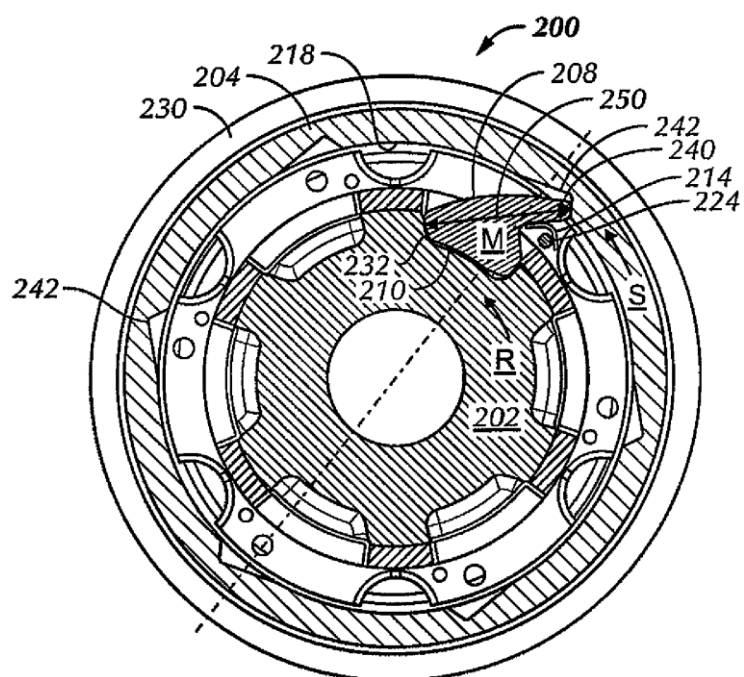


Fig. 3

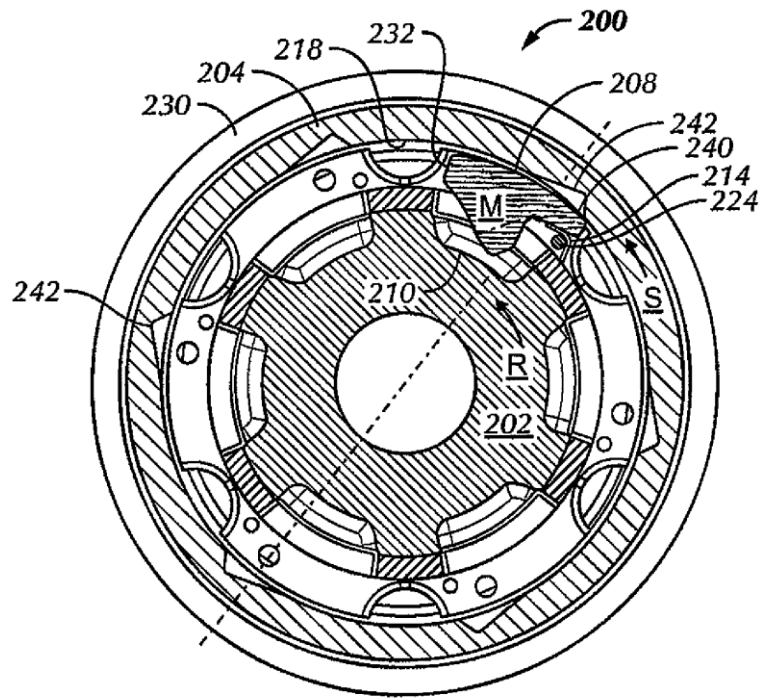


Fig. 4

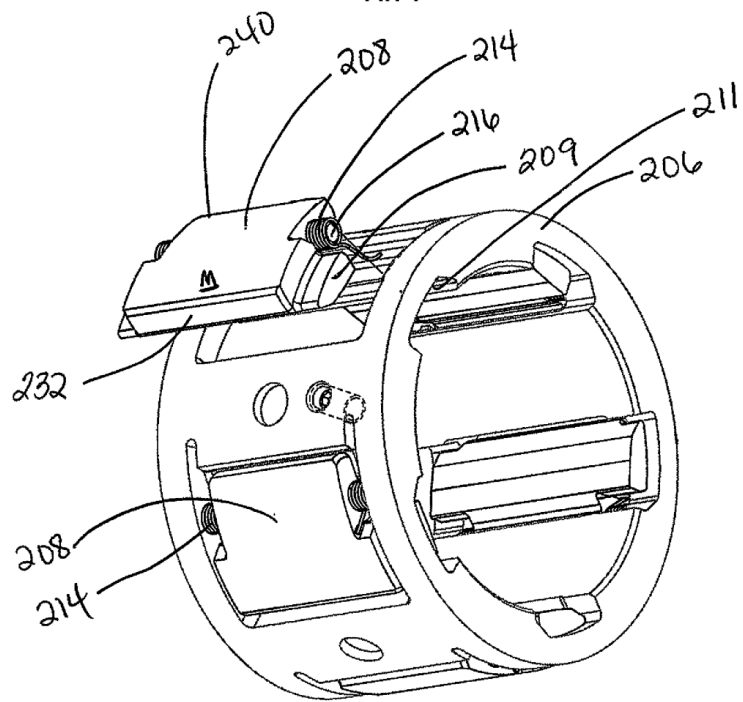
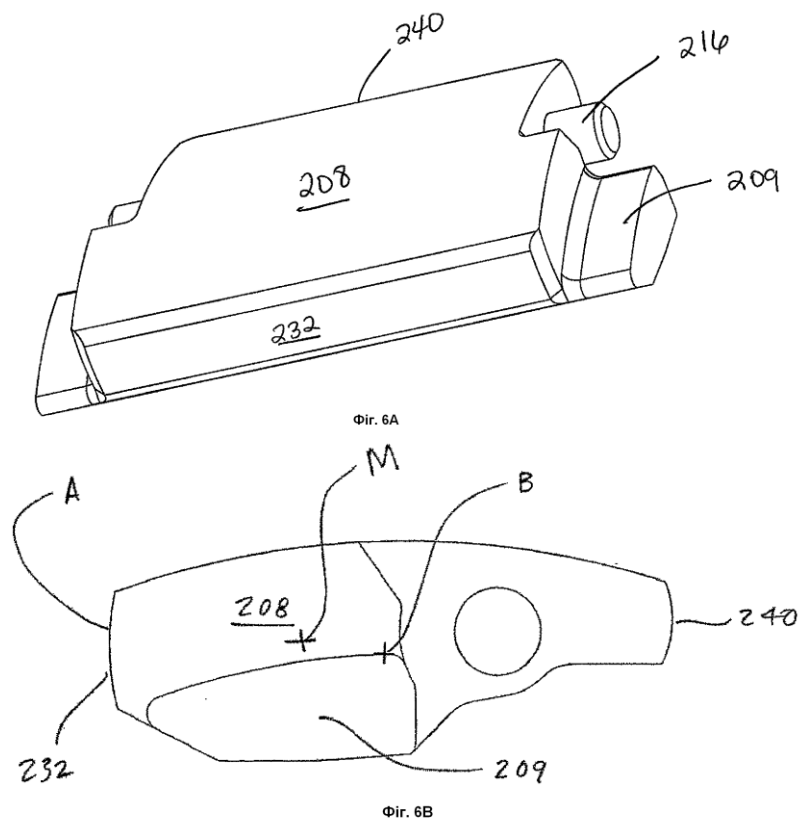


Fig. 5



Комп'ютерна верстка В. Мацело

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