



УКРАЇНА

(19) UA (11) 82936 (13) C2
(51) МПК
F04B 47/06 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) СВЕРДЛОВИННИЙ ЕЛЕКТРОПРИВІДНИЙ НАСОСНИЙ АГРЕГАТ

1

2

(21) а200608597

(22) 31.07.2006

(24) 26.05.2008

(46) 26.05.2008, Бюл.№ 10, 2008 р.

(72) МІЩЕНКО ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
UA, ГРІНБЕРГ ЮРІЙ ІСААКОВИЧ, UA, ГРЕБЕН-
НЮКОВ СЕРГІЙ ПАВЛОВИЧ, UA(73) МІЩЕНКО ВОЛОДИМИР ОЛЕКСАНДРОВИЧ,
UA, ГРІНБЕРГ ЮРІЙ ІСААКОВИЧ, UA, ГРЕБЕН-
НЮКОВ СЕРГІЙ ПАВЛОВИЧ, UA

(56) RU 2235907 C, 10.09.2004

US 5651666, 29.07.1997

US 5660532, 26.08.1997

US 4861239, 29.08.1989

SU 402682, 19.10.1973

(57) 1. Свердловинний електропривідний насосний агрегат, що містить робочий поршневий насос двосторонньої дії зі всмоктувальними і нагнітальними клапанами, призначений для перекачування пластової рідини, привідний гідроциліндр двосторонньої дії, поршень якого з'єднаний за допомогою штока з поршнем робочого поршневого насоса, і масляний насос з приводом від заглибного електродвигуна, причому в корпусі свердловинного електропривідного насосного агрегата є масляний бак з компенсатором його об'єму, керований розподільник масла, що має дві розподільні гідролінії, через які поршнева і штокова робочі камери привідного гідроциліндра з'єднуються з напірною лінією масляного насоса й з порожниною масляного бака, і запобіжний клапан, який встановлений в напірній гідролінії масляного насоса, який **відрізняється** тим, що розподільник масла виконаний як гідравлічно керований розподільний масляний золотник, що містить дві керуючі порожнини, кожна з яких сполучена з порожниною масляного бака через дросель, а в кожній з двох розподільних гідроліній розподільного масляного золотника установлені керуючий гідравлічний пристрій і з'єднаний з ним гідравлічний акумулятор, причому гідравлічний акумулятор є поперемінно з'єднуваним через керуючий гідравлічний пристрій з відповідною розподільною гідролінією розподільного масляного золотника і з відповідною керуючою лінією масляного насоса. **Відповідно до варіанту виконання електропривідний насосний агрегат за золотника відрізняється** тим, що керуючі гідравлічні пристрої, що установлені у двох

розподільних гідролініях розподільного масляного золотника, виконані аналогічно один одному.

3. Свердловинний електропривідний насосний агрегат за п. 1 або п. 2, який **відрізняється** тим, що кожний керуючий гідравлічний пристрій містить паралельно один до одного установлені зворотний клапан, який призначений для з'єднання відповідної робочої камери привідного гідроциліндра через розподільний масляний золотник зі зливом в порожнину масляного бака, дросель і функціональний переливний клапан, який призначений для з'єднання відповідної робочої камери привідного гідроциліндра через розподільний масляний золотник з напірною лінією масляного насоса і який також виконує функцію двопозиційного гідророзподільника, при цьому функціональний переливний клапан у своєму відкритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора з відповідною розподільною гідролінією розподільного масляного золотника, а у своєму закритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора з відповідною керуючою порожниною розподільного масляного золотника.

4. Свердловинний електропривідний насосний агрегат за будь-яким із пунктів 1-3, який **відрізняється** тим, що кожний керуючий гідравлічний пристрій виконаний як єдиний гідравлічний блок.

5. Свердловинний електропривідний насосний агрегат за будь-яким із пунктів 1-4, який **відрізняється** тим, що гідроакумулятором є поршневий підпружинений гідроакумулятор.

6. Свердловинний електропривідний насосний агрегат за будь-яким із пунктів 1-5, який **відрізняється** тим, що компенсатор об'єму масляного бака утворений рухомою діафрагмою, яка установлена в розточці корпусу насосного агрегата і відділяє порожнину масляного бака від іншої порожнини, яка сполучена з радіальним каналом у корпусі, що виходить на зовнішню поверхню насосного агрегата.

7. Свердловинний електропривідний насосний агрегат за п. 1, який **відрізняється** тим, що шток, який з'єднує поршні привідного гідроциліндра і робочого поршневого насоса, герметично встановлений у подовжному наскрізному отворі, виконаному в поперечній перегородці корпусу насосного агрегата.

(13) C2

(11) 82936

(19) UA

8. Свердловинний електропривідний насосний агрегат за п. 7, який **відрізняється** тим, що зі сторони наскрізного отвору в поперечній перегородці виконана кільцева канавка, яка сполучена з виконаним у перегородці радіальним каналом, що виходить на зовнішню поверхню насосного агрегата.

9. Свердловинний електропривідний насосний агрегат за п. 8, який **відрізняється** тим, що зі сто-

рони наскрізного отвору в поперечній перегородці на ділянці між основною кільцевою канавкою і торцевою поверхнею поперечної перегородки, що межує зі штоковою порожниною привідного гідроциліндра, виконана додаткова кільцева канавка, яка сполучена каналом з порожниною масляного бака.

Винахід відноситься до галузі насособудування, зокрема до заглибних поршневих насосних агрегатів, призначених для підйому пластової рідини, наприклад нафти, з глибинних свердловин, що можуть мати малий діаметр і невеликий дебіт.

Відомий об'ємний заглибний насос з електродвигуном [див. патент України на винахід №70397, опубл.15.10.2004р. в бюл. №10, М. кл.⁷ F04B47/06], який містить циліндровий корпус, робочу камеру, камеру всмоктування, впускний та випускний пристрої, робочий циліндр, поршень, що працює в абразивному середовищі, який приводиться у рух ізольованим від абразивного середовища вузлом, що перетворює обертальний рух привідного вала у прямолінійний зворотно-поступальний рух поршня. Вузол містить підшипники, привідний вал з роликами і закріплені на ізольованій частині поршня стакани з косими торцевими поверхнями. Стакани утримують від обертання шпоночні з'єднання з корпусом, а контакт косих торцевих поверхонь з обертальними роликами забезпечується пружиною ведення.

Ізоляція порожнини, в якій розміщений привідний вузол забезпечується самим поршнем, тому при кожному робочому ході поршня в цій порожнині виникає розрідження, що створює умови для проникання середовища, що перекачують, в порожнину привідного вузла. Це є суттєвим недоліком відомого пристрою і не тільки тому, що потрапляння абразивних частинок не є бажаним для нормальної роботи підшипникових пар і пар тертя. Постійне надходження перекачуваної рідини в порожнину привідного вузла, що має порівняно малий об'єм, і поступове накопичення її в цій порожнині буде приводити до відставання стаканів від контакту з роликами і зменшенню ходу поршня до нульового. В додаток до цього висока бистрота такого заглибного насоса, 25+50 робочих ходів за секунду, в абразивному середовищі сприяє швидкому зносу клапанних впускних і випускних пристроїв.

З патенту Російської Федерації на [винахід № РФ 2166668, F04B47/08, опубл.10.05.2001] відомий заглибний свердловинний електропривідний насосний агрегат, що містить масляний насос з приводом від заглибного електродвигуна, робочий поршневий насос з поршневим циліндром, всмоктувальним клапаном, розташованим в поршні, нагнітальним клапаном і гідродвигун для привода робочого поршневого насоса, причому порожнини циліндра гідродвигуна з'єднані через розподільник масла з входом і через запобіжний клапан - з виходом масляного насоса, і шток по-

ршня двигуна через протектор з'єднаний з поршнем робочого поршневого насоса, крім того, агрегат забезпечений масляним баком з компенсатором його об'єму, в одній із секцій якого установлений переливний клапан, регулятор витрат і фільтр, а гідродвигун забезпечений гідротормозом і обмежувачем повороту штока.

В цьому свердловинному електропривідному насосному агрегаті досягнуто підвищення надійності роботи за рахунок підвищення герметичності конструкції гідродвигуна. Однак продуктивність цього агрегату недостатня, що пов'язано з циклічною подачею відкачуваної рідини агрегатом під час "холостого" ходу поршневого насоса односторонньої дії.

Найбільш близьким аналогом за технічною суттю і досягаємим результатом до винаходу, що заявляється, є свердловинний електропривідний насосний агрегат за патентом Російської Федерації на [винахід № RU 2235907, М. Кл.⁷: F04B47/06, опубл.10.09.2004].

Відомий свердловинний електропривідний насосний агрегат для видобутку нафти містить масляний насос з приводом від газлибного електродвигуна з компенсатором, робочий поршневий насос з поршневим циліндром, всмоктувальний клапан, розташований у поршні, нагнітальний клапан і гідродвигун, виконаний як силовий гідроциліндр двосторонньої дії, для привода робочого поршневого насоса, причому порожнини циліндра гідродвигуна з'єднані через розподільник масла з входом і через запобіжний клапан - з виходом масляного насоса, агрегат містить масляний бак з компенсатором його об'єму, в одній із секцій якого установлені переливний клапан, регулятор витрат і фільтр. Крім того гідродвигун постачений механічним обмежувачем ходу поршня, що виконаний як стрижень, що взаємодіє із механічним шляховим розподільником, який забезпечує гідравлічне переключення розподільника масла, а робочий поршневий насос постачений перепускною магістраллю, додатковим поршневим циліндром з додатковим поршнем і розміщеним в останньому додатковим всмоктувальним підпружиненим клапаном, при цьому додатковий поршень жорстко з'єднаний за допомогою проміжного штока з розташованим нижче нього поршнем робочого поршневого насоса, порожнини поршневих циліндрів розділені золотником розподільника середовища, що відкачують, у стінці розподільника виконані два ряди отворів для сполучення робочих порожнин насоса з перепускною магістраллю, утвореною за допомогою оболонки, що з зовнішньої сторони

охоплює обидва поршневі циліндри, причому перепускна магістраль забезпечена розподільним клапаном, розташованим між рядами отворів розподільника середовища, що відкачують, і вище додаткового поршневого циліндра підключена до нагнітального клапана.

Переключення розподільника масла для забезпечення реверсу гідродвигуна відбувається механічним шляхом, коли поршень гідродвигуна досягає свого крайнього верхнього положення або свого крайнього нижнього положення. При використанні відомого свердловинного електропривідного насосного агрегату для перекачування пластової рідини, наприклад нафти, що забруднена піском та іншими завислими частинками, система механічного переключення розподільника масла не може надійно функціонувати, тому що вона прив'язана до конкретних кінцевих положень поршня гідродвигуна. Пісок та інші завислі частинки можуть потрапляти і накопичуватись у робочих порожнинах циліндра насоса, що приводить до скорочення ходу поршня насоса і, в решті, перешкоджає установленню поршня насоса кожний раз в одну й ту ж позицію, при досягненні якої забезпечується переключення розподільника масла на зворотний хід, що приводить до відмови в роботі свердловинного електропривідного насосного агрегату і до необхідності його підйому з глибокої свердловини, глибина якої може досягати 1 км і більше, що дорого коштує, і наступної його очистки.

Спільними суттєвими ознаками найближчого аналога і винаходу, що заявляється, є наступна їх сукупність "Свердловинний електропривідний насосний агрегат, що містить робочий поршневий насос двосторонньої дії зі всмоктувальними і нагнітальними клапанами, призначений для перекачування пластової рідини, привідний гідроциліндр двосторонньої дії, поршень якого з'єднаний за допомогою штока з поршнем робочого поршневого насоса, і масляний насос з приводом від загального електродвигуна, причому, в корпусі свердловинного електропривідного насосного агрегату міститься масляний бак з компенсатором його об'єму, керований розподільник масла, що має дві розподільні гідролінії, через які поршнева і штокова робочі камери привідного гідроциліндра можуть з'єднуватися з напірною лінією масляного насоса та з порожниною масляного бака, і запобіжний клапан, який встановлений в напірній гідролінії масляного насоса."

Технічною задачею винаходу, що заявляється, є збільшення тривалості роботи свердловинного електропривідного насосного агрегату при використанні його для перекачування пластової рідини, забрудненої завислими частинками, шляхом використання такої гідрофікованої системи керування розподільником масла, через який порожнини привідного гідроциліндра можуть з'єднуватися з напірною магістраллю масляного насоса і зі зливом в порожнину масляного бака, яка дозволяла б змінювати напрямок руху привідного гідроциліндра незалежно від повноти ходу поршня робочого поршневого насоса, тобто при зупинці поршня насоса на будь-якій частині його ходу, наприклад, в наслідок заклинювання поршня, що дає змогу

насосному агрегату продовжувати його роботу навіть при неповному ході поршня робочого поршневого насоса.

Поставлена задача досягається за допомогою свердловинного електропривідного насосного агрегату, що містить робочий поршневий насос двосторонньої дії зі всмоктувальними і нагнітальними клапанами, призначений для перекачування пластової рідини, привідний гідроциліндр двосторонньої дії, поршень якого з'єднаний за допомогою штока з поршнем робочого поршневого насоса, і масляний насос з приводом від загального електродвигуна, причому в корпусі свердловинного електропривідного насосного агрегату міститься масляний бак з компенсатором його об'єму, керований розподільник масла, що має дві розподільні гідролінії, через які поршнева і штокова робочі камери привідного гідроциліндра можуть з'єднуватися з напірною лінією масляного насоса та з порожниною масляного бака, і запобіжний клапан, який встановлений в напірній гідролінії масляного насоса, в якому згідно з винаходом розподільник масла виконаний як гідравлічно керований масляний золотник, що містить дві гідрокеровані порожнини, кожна з яких сполучена з порожниною масляного бака через дросель, а в кожній з двох розподільних гідроліній розподільного масляного золотника встановлений керуючий гідравлічний пристрій і з'єднаний з ним гідравлічний акумулятор, причому гідравлічний акумулятор може поперемінно з'єднуватися через керуючий гідравлічний пристрій з відповідною розподільною гідролінією розподільного масляного золотника і з відповідною гідрокерованою порожниною розподільного масляного золотника.

Запропоноване виконання розподільника масла і наявність в кожній із двох його розподільних ліній керуючого гідравлічного пристрою із з'єднанням з ним гідравлічним акумулятором разом з іншими конструктивними ознаками свердловинного електропривідного насосного агрегату дозволяють здійснювати керування розподільником масла не механічно лише при досягненні поршнем робочого поршневого насоса його кінцевих положень, а гідравлічно при будь-яких зупинках поршня робочого поршневого насоса і з'єднаного з ним поршня привідного гідроциліндра, які приводять до спрацьовування запобіжного клапана, що в свою чергу приводить до спрацьовування відповідного керуючого гідравлічного пристрою. При цьому керуючий гідравлічний пристрій перемикає приєднаний до нього гідравлічний акумулятор, який знаходився у положенні "зарядження", в положення "розрядження", з'єднуючи його робочу порожнину з відповідною керуючою порожниною гідравлічно керованого масляного золотника, внаслідок чого останній гідравлічно перемикається гідравлічним акумулятором у друге своє положення, забезпечуючи реверс привідного гідроциліндра.

Отже, вказане виконання свердловинного електропривідного насосного агрегату забезпечує гідрофіковане керування розподільником масла, яке дозволяє змінювати напрямок руху привідного гідроциліндра незалежно від повноти ходу поршня робочого поршневого насоса, а отже дає змогу насосному агрегату продовжувати його роботу

навіть при неповному зменшеному ході поршня робочого поршневого насоса, викликаному накопиченням в одній або двох порожнинах робочого поршневого насоса значної кількості частинок забруднень, які перешкоджають поршню робочого насоса здійснювати повний хід, завдяки чому збільшується тривалість роботи свердловинного електропривідного насосного агрегату при використанні його для перекачування пластової рідини, забрудненої завислими частинками.

Керуючі гідравлічні пристрої, що установлені у двох розподільних гідролініях розподільного масляного золотника, можуть бути виконані аналогічно один одному.

Таке виконання керуючих гідравлічних пристроїв робить конструкцію свердловинного електропривідного насосного агрегату більш уніфікованою.

Кожний керуючий гідравлічний пристрій містить паралельно установлені один до одного зворотний клапан, який призначений для з'єднання відповідної робочої камери привідного гідроциліндра через розподільний масляний золотник зі зливом в порожнину масляного бака, дросель і функціональний переливний клапан, який призначений для з'єднання відповідної робочої камери привідного гідроциліндра через розподільний масляний золотник з напірною лінією масляного насоса, і який також виконує функцію двопозиційного гідророзподільника, при цьому функціональний переливний клапан у своєму відкритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора з відповідною розподільною гідролінією розподільного масляного золотника, а у своєму закритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора з відповідною керуючою порожниною розподільного масляного золотника.

Таке виконання керуючого гідравлічного пристрою забезпечує найбільш просту і надійну в роботі конструкцію свердловинного електропривідного насосного агрегату, оскільки функціональний переливний клапан виконує одночасно функції двох гідравлічних пристроїв - переливного клапана і двопозиційного гідророзподільника, що призначений для керування роботою гідравлічного акумулятора. При цьому не потрібно додаткових пристроїв для узгодження роботи двох різних функціональних пристроїв, які втілені в одному функціональному переливному клапані.

Керуючий гідравлічний пристрій може бути виконаний як єдиний гідравлічний блок.

Таке конструктивне виконання є найбільш доцільним, так як це дозволяє за рахунок більшої компактності зменшити габарити керуючого гідравлічного пристрою і в цілому свердловинного електропривідного насосного агрегату.

Гідроакумулятором є поршневий підпружинений гідроакумулятор.

Таке виконання гідроакумулятора є найбільш доцільним, так як зарядження і розрядження поршневого підпружиненого акумулятора не впливає на зміну об'єму масла в порожнині масляного бака.

Компенсатор об'єму масляного бака утворений рухомою діафрагмою, яка установлена в розточці корпусної деталі насосного агрегату і відді-

ляє порожнину масляного бака від іншої порожнини, яка сполучена з радіальним каналом в корпусі, що виходить на зовнішню поверхню насосного агрегату.

Таке виконання компенсатора об'єму масляного бака є найбільш доцільним, так як дозволяє мати в масляному баці значний резервний об'єм масла з урахуванням можливих витоків його назовні у вигляді масляної плівки через ущільнювальні зазори, що гарантує збереження тривалий час в масляному баці необхідної для нормальної роботи свердловинного електропривідного насосного агрегату кількості масла. Це забезпечує надійність і тривалість роботи свердловинного електропривідного насосного агрегату.

Шток, який з'єднує поршні привідного гідроциліндра і робочого поршневого насоса, може бути герметично встановлений у подовжному наскрізному отворі, виконаному в поперечній перегородці корпусу насосного агрегату.

Це забезпечує найбільш конструктивно просте герметичне відокремлення штокової порожнини привідного гідроциліндра від штокової порожнини робочого поршневого насоса.

Зі сторони наскрізного отвору в поперечній перегородці може бути виконана кільцева канавка, яка сполучена з виконаним в перегородці радіальним каналом, що виходить на зовнішню поверхню насосного агрегату.

Таке конструктивне виконання виключає ймовірність проникнення перекачуваної рідини через зазори між штоком і відповідним отвором в корпусній деталі в штокову порожнину привідного гідроциліндра, в якій знаходиться масло.

Зі сторони наскрізного отвору в корпусній деталі на ділянці між основною кільцевою канавкою і торцевою поверхнею цієї корпусної деталі, що межує зі штоковою порожниною привідного гідроциліндра, може бути виконана додаткова кільцева канавка, яка сполучена каналом з порожниною масляного бака.

Така додаткова канавка виконує функцію канавки для збирання витоків масла, яка запобігає втратам масла у випадку наявності витоків масла через зазори між зовнішньою поверхнею штока і внутрішньою поверхнею отвору корпусної деталі, в якому установлений шток. А отже це підвищує надійність роботи свердловинного електропривідного насосного агрегату.

Заявникам не відомі конструкції пристроїв, які містять сукупність суттєвих ознак свердловинного електропривідного насосного агрегату, що заявляється. При цьому останній складається з конструктивних елементів, які дозволяють виготовляти сучасна технологія насособудування. Завдяки зазначеним перевагам винаходу запропонований свердловинний електропривідний насосний агрегат може знайти практичне застосування при видобутку нафти з глибоких свердловин з малим дебітом, в тому числі забрудненої піском та іншими завислими частинками. Заявникам також не відомі з існуючого рівня техніки пристрої, що містять сукупність відмінних ознак першого пункту формули запропонованого винаходу, які дозволяють отримати в відомих пристроях технічний ре-

зультат, аналогічний тому який дозволяє отримати запропонований винахід.

Все вищесказане дозволяє зробити висновок, що заявлений винахід відповідає критеріям «новизна», «винахідницький рівень» і «промислова придатність».

Більш детально пристрій, що заявляється, описаний нижче з посиланням на креслення Фіг.1 - Фіг.3, які додаються.

На Фіг.1 зображена схема свердловинного електропривідного насосного агрегату.

На Фіг.2 зображені перший керуючий гідравлічний пристрій, установлений в одній із двох розподільних ліній розподільного масляного золотника масляного насоса, і з'єднаний з ним перший гідравлічний акумулятор, у положенні зарядження акумулятора.

На Фіг.3 зображені другий керуючий гідравлічний пристрій, установлений у другій розподільній лінії розподільного масляного золотника масляного насоса, і з'єднаний з ним другий гідравлічний акумулятор, у положенні розрядження акумулятора.

Свердловинний електропривідний насосний агрегат має циліндровий корпус 1, який складається з декількох герметично з'єднаних між собою корпусних деталей (на кресленнях корпусні деталі циліндрового корпусу окремо умовно не показані). У розточці 2, яка виконана у верхній частині корпусу 1, розміщений поршень 3 робочого поршневого насоса, призначеного для перекачування пластової рідини, а в розточці 4 - поршень 5 приводного гідроциліндра. Поршень 3 робочого поршневого насоса і поршень 5 приводного гідроциліндра з'єднані один з одним за допомогою спільного штока 6. Поршень 3 робочого поршневого насоса ділить порожнину розточки 2 на поршневу робочу камеру 7 робочого поршневого насоса і штокову робочу камеру 8 робочого поршневого насоса. Відповідно поршень 5 приводного гідроциліндра ділить порожнину розточки 4 на поршневу робочу камеру 9 приводного гідроциліндра і на штокову робочу камеру 10 приводного гідроциліндра.

В циліндровому корпусі 1 виконані підвідні канали 11 і 12, в яких установлені всмоктувальні клапани, відповідно 13 і 14, а також відвідні канали 15 і 16, в яких установлені нагнітальні клапани, відповідно 17 і 18. Підвідні канали 11 і 12 з установленними в них всмоктувальними клапанами 13 і 14 служать для з'єднання зовнішнього середовища відповідно з поршневою робочою камерою 7 робочого поршневого насоса і зі штоковою робочою камерою 8 робочого поршневого насоса. Відвідні канали 15 і 16 з установленними в них нагнітальними клапанами 17 і 18 служать для з'єднання відповідно поршневою робочою камери 7 робочого поршневого насоса і штоковою робочою камери 8 робочого поршневого насоса з напірною лінією 19 свердловинного електропривідного насосного агрегату.

Свердловинний електропривідний насосний агрегат містить заглибний герметизований електродвигун 20, який змонтований зовні циліндрового корпусу 1 на стороні його донної частини і кінематично з'єднаний з масляним насосом 21, розміщеним в корпусі 1. В нижній частині циліндрового

корпусу 1 знаходиться масляний бак 22 з компенсатором його об'єму, утворений діафрагмою 23, яка встановлена рухомо в розточці 24 корпусу. Діафрагма 23 герметично розділяє порожнину масляного бака 22 від порожнини 25 корпусу, яка сполучена з радіальним каналом 26 в корпусі, що виходить на зовнішню поверхню насосного агрегату.

В напірній лінії 27 масляного насоса 21 установлений запобіжний клапан 28. В нижній частині циліндрового корпусу 1 також установлений гідравлічно керований розподільний масляний золотник 29, що містить дві керуючі порожнини 30 і 31, які сполучені з порожниною масляного бака 22 через дроселі 32 і 33, відповідно. Розподільний масляний золотник 29 виконаний двопозиційним і має фіксатор 34 положення, який служить для надійної попереминої фіксації золотника у двох його робочих положеннях I і II. Лінія живлення Р розподільного масляного золотника 29 сполучена з напірною лінією 27 масляного насоса 21, а його зливна лінія Т з'єднана з масляним баком 22. У вихідному положенні розподільний масляний золотник 29 може займати одне із двох його фіксованих робочих положень I або II. На Фіг.1 розподільний золотник 29 знаходиться у фіксованому фіксатором 34 положенні I, коли його розподільна лінія А з'єднана з лінією живлення Р, а його розподільна лінія В з'єднана зі зливною лінією Т. При знаходженні розподільного масляного золотника 29 у положенні II, його розподільна лінія А з'єднана зі зливною лінією Т, а його розподільна лінія В з'єднана з лінією живлення Р.

Для підведення і відведення масла до/від робочої поршневої камери 9 гідродвигуна і робочої штокової камери 10 гідродвигуна в циліндровому корпусі 1 виконані канали 35 і 36, відповідно.

Розподільна лінія А розподільного масляного золотника 29 з'єднана з каналом 35, а його розподільна лінія В з'єднана з каналом 36.

В розподільній лінії А і в розподільній лінії В розподільного масляного золотника 29 установлені аналогічні керуючі гідравлічні пристрої 37 (див. Фіг.2) і 38 (див. Фіг.3), кожний з яких виконаний переважно як єдиний гідравлічний блок. З керуючими гідравлічними пристроями 37 і 38 з'єднані гідравлічні акумулятори 39 і 40, відповідно.

Гідравлічний акумулятор 39 через керуючий гідравлічний пристрій 37 може поперемино з'єднуватися з розподільною гідролінією А розподільного масляного золотника 29 і за допомогою лінії 41 - з гідрокерованою порожниною 30 розподільного масляного золотника 29. Аналогічним чином гідравлічний акумулятор 40 через керуючий гідравлічний пристрій 38 може поперемино з'єднуватися з розподільною гідролінією В розподільного масляного золотника 29 і за допомогою лінії 42 - з гідрокерованою порожниною 31 розподільного масляного золотника 29.

Керуючий гідравлічний пристрій 37 містить паралельно установлені один до одного зворотний клапан 43, який призначений для з'єднання поршневою робочою камери 9 приводного гідроциліндра через розподільний масляний золотник 29, коли той знаходиться у положенні II, зі зливом в порожнину масляного бака 22, дросель 44 і функціона-

льний переливний клапан 45, який призначений для з'єднання поршневої робочої камери 9 привідного гідроциліндра через розподільний масляний золотник 29, коли той знаходиться у положенні I, з напірною лінією 27 масляного насоса 22. Функціональний переливний клапан 45 також виконує функцію двопозиційного гідророзподільника, який у своєму відкритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора 39 з розподільною лінією А розподільного масляного золотника 29, а у своєму закритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора 39 з керуючою порожниною 30 розподільного масляного золотника 29 через лінію 41.

Керуючий гідравлічний пристрій 38, який виконаний аналогічно керуючому гідравлічному пристрою 37, містить паралельно установлені один до одного зворотний клапан 46, який призначений для з'єднання штокової робочої камери 10 привідного гідроциліндра через розподільний масляний золотник 29, коли той знаходиться у положенні I, зі зливом в порожнину масляного бака 22, дросель 47 і функціональний переливний клапан 48, який виконаний аналогічно функціональному переливному клапану 45 і призначений для з'єднання штокової робочої камери 10 привідного гідроциліндра через розподільний масляний золотник 29, коли той знаходиться у положенні II, з напірною лінією 27 масляного насоса 22, і який також виконує функцію двопозиційного гідророзподільника, при цьому функціональний переливний клапан 48 як двопозиційний гідророзподільник у своєму відкритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора 40 з розподільною лінією В розподільного масляного золотника 29, а у своєму закритому положенні забезпечує з'єднання гідравлічного акумулятора 40 з керуючою порожниною 31 розподільного масляного золотника 29 через лінію 42.

Конструктивно кожний із функціональних переливних клапанів 45, 48 (див. Фіг.2 і Фіг.3) має корпусну деталь 49, в розточці 50 якої розміщений плунжерний затвор 51 з пружиною 52, яка діє на закриття цього затвора. Розточка 50 має підвідний канал 53, відвідну кільцеву розточку 54 з відвідним каналом 55 і керуючу пілотну кільцеву розточку 56 з каналом 57. Плунжерний затвор 51 зі сторони підвідного каналу 53 має підвідні радіальні вікна 58, а на своїй зовнішній циліндричній поверхні - керуючу циліндричну канавку 59, яка сполучена з відвідною розточкою 54 через радіальні отвори 60, 61 і осьовий глухий отвір 62, що виконані в тілі плунжерного затвора 51. Торцева порожнина 63, в якій розміщена пружина 52 сполучена через отвори 62 і 61 і розточку 54 з відвідним каналом 55. На зовнішній циліндричній поверхні плунжерного затвора 51 також виконана керуюча циліндрична канавка 64, яка сполучена з каналом 65 в корпусній деталі 49. Підвідний канал 53 функціонального переливного клапана 45 з'єднаний з лінією А, а аналогічний канал 53 функціонального переливного клапана 48 з'єднаний з лінією В. Канал 57 функціонального переливного клапана 45 лінією 66 сполучений з робочою камерою поршневого плунжерного акумулятора 39, а аналогічний канал функціонального 57 переливного клапана 48 лінією

67 сполучений з робочою камерою поршневого плунжерного акумулятора 40. Канал 65 функціонального переливного клапана 45 лінією 41 підключений до лівої керуючої порожнини 30 розподільного масляного золотника 29, а аналогічний канал функціонального переливного клапана 48 лінією 42 підключений до правої керуючої порожнини 31 розподільного масляного золотника 29.

Шток 6, який з'єднує поршні 3 і 5, герметично встановлений з можливістю зворотно-поступального руху в подовжньому наскрізному отворі 68, виконаному в поперечній перегородці 69 циліндрового корпусу 1 (див. Фіг.1). Зі сторони наскрізного отвору 68 в перегородці 69 виконана кільцева канавка 70, яка сполучена з радіальним каналом 71, виконаним в перегородці 69, що виходить на зовнішню поверхню корпусу 1 насосного агрегату.

Зі сторони наскрізного отвору 68 в перегородці 69 на ділянці між кільцевою канавкою 70 і торцевою поверхнею перегородки 69 корпусу 1, яка межує зі штоковою порожниною 10 привідного гідроциліндра, виконана додаткова кільцева канавка 72, яка сполучена каналом 73 з порожниною масляного бака 22. Кільцева канавка 70 є відвідною канавкою, яка призначена для запобігання попадання перекачуваної рідини зі штокової камери 8 робочого поршневого насоса в штокову камеру 10 привідного гідроциліндра. Додаткова кільцева канавка 72 призначена для збирання можливих витоків масла через зазор між штоком 6 і наскрізним отвором 68 і повернення їх через канал 73 в масляний бак 22.

Електроживлення заглубного електродвигуна 20 здійснюється за допомогою кабелю, який кріпиться хомутами до колони насосних труб, з якими з'єднаний свердловинний електропривідний насосний агрегат під час роботи у свердловині (на кресленні умовно не показані).

Для приведення свердловинного електропривідного насосного агрегату до робочого стану камери 9 і 10 гідроциліндра, канали 35 і 36, масляний бак 22 і всі елементи підросистеми, що сполучені з баком 22, заповнюються маслом і герметизуються від зовнішнього середовища. Після чого свердловинний електропривідний насосний агрегат може бути опущений в обсадну трубу свердловини і заглублений у пластову рідину. При цьому з поверхнею свердловинний електропривідний насосний агрегат з'єднує трубопровід, що утворений колоною насосних труб, який сполучений з його напірною лінією 19 і живильний кабель, що з'єднує привідний електродвигун 20 з джерелом електроживлення.

Свердловинний електропривідний насосний агрегат починає працювати в заглубленому у пластову рідину стані після включення привідного електродвигуна 20. Приведений у дію електродвигуном 20 масляний насос 21 всмоктує масло з порожнини масляного бака 22 і подає всю витрату масла із порожнини 22 через напірну лінію 27 до лінії живлення Р розподільного масляного золотника 29.

Перед початком роботи розподільний масляний золотник 29 може займати одне із положень I або II.

Розглянемо початок роботи заглибного прямодіючого поршневого насоса, коли розподільний масляний золотник 29 займає вихідне положення I, як це зображено на Фіг.1. При знаходженні розподільного золотника 29 в положенні I витрата масла, що подається масляним насосом 21, надходить через напірну лінію 27, лінію живлення Р, з'єднану з розподільною лінією А, до підвідного каналу 53 функціонального переливного клапана 45 керуючого гідравлічного пристрою 37 і діє на торець плунжерного затвора 51. При сполученні лінії А з напірною лінією 27 масляного насоса, дросель 44 забезпечує наявність перепаду тиску між каналом 53 і порожниною 63 та каналом 55, під дією якого плунжерний затвор 51 переміщується вліво (за кресленням Фіг.2), стискаючи пружину 52, і відкриває радіальні вікна 58 в кільцеву розточку 54. Внаслідок цього витрата масла із лінії А надходить в кільцеву розточку 54 і через відвідний канал 55 і канал 35 надходить у робочу поршкову камеру 9 привідного гідроциліндра, забезпечуючи приведення у рух поршня 5 гідроциліндра і з'єднаного з ним спільним штоком 6 поршня 3 робочого поршневого насоса. При цьому поршень 3 рухається на збільшення об'єму штокової робочої камери 8 робочого поршневого насоса і зменшення об'єму поршневої робочої камери 7 насоса. Внаслідок цього тиск в штоковій робочій камері 8 робочого поршневого насоса падає і пластова рідина, що оточує зовні насосний агрегат, за рахунок утвореного перепаду тиску між нею і порожниною робочої камери 8, надходить в останню ззовні через канал 12 і відкритий перепадом тиску всмоктувальний клапан 14, а повітря, що знаходилося в поршневій робочій камері 7 робочого поршневого насоса через канал 15 і нагнітальний клапан 17 витісняється поршнем 3 насоса в напірну лінію 19 насосного агрегату. Водночас переміщення поршня 5 привідного гідроциліндра приводить до зменшення об'єму штокової камери 10 привідного гідроциліндра, внаслідок чого поршень 5 витісняє масло з його штокової робочої камери 10 через канал 36 і зворотний клапан 46 керуючого гідравлічного пристрою 38, і далі через лінії В і Т розподільного золотника 29 на злив в масляний бак 22.

Коли поршень 3 досягає своєї верхньої мертвої точки, він зупиняється і разом з ним зупиняється поршень 5 гідроциліндра. Це приводить до збільшення тиску в поршневій робочій камері 9 гідроциліндра, в каналі 35, в лініях А і Р, в напірній гідролінії 27 масляного насоса 21, а також - до спрацювання запобіжного клапана 28 і перепуску всієї витрати масла з напірної лінії 27 масляного насоса 21 в масляний бак 22.

До спрацювання запобіжного клапана 28, функціональний переливний клапан 45 знаходиться в режимі переливання, тобто його підпружинений плунжерний затвор 51 утримується переміщенням на певній відстані від його закритого положення. При знаходженні переливного клапана 45 в режимі переливання керуюча кільцева розточка 56 суміщена з кільцевою канавкою 59, а канал 57 сполучений з кільцевою розточкою 54. Це дозволяє заряджати робочу камеру поршневого пружинного акумулятора 39 керуючого гідравлічного пристрою 37 робочим маслом під тиском настрой-

ки запобіжного клапана 28. Після спрацювання запобіжного клапана 28 і зарядження гідроакумулятора 39 витрата робочого масла через функціональний переливний клапан 45 припиняється, внаслідок чого завдяки дроселю 44, що з'єднує канал 53 з каналом 55, перепад тиску між каналом 53 і порожниною 63 падає і плунжерний затвор 51 функціонального переливного клапана 45 під дією пружини 52 переміщується в бік його закриття. При цьому кільцева розточка 56 відокремлюється від кільцевої канавки 59 і сполучається з кільцевою канавкою 64. Внаслідок цього із робочої камери зарядженого поршневого пружинного акумулятора 39 робоче масло по лінії 66 через канал 57, кільцеву канавку 64, канал 65 в функціональному переливному клапані 45 надходить по лінії 41 в ліву (за кресленням Фіг.1) керуючу порожнину 30 розподільного масляного золотника 29, переміщає його з положення I у положення II і фіксує його у цьому положенні.

Гідросхема розподільної лінії В, яка з'єднана з каналом 36, має аналогічні елементи, що й гідросхема розподільної лінії А, яка з'єднана з каналом 35. Гідросхема розподільної лінії В забезпечує роботу свердловинного електропривідного насосного агрегату при зворотному ході поршня 5 привідного гідроциліндра.

При фіксації розподільного масляного золотника у положенні II його розподільна лінією А відокремлюється від лінії живлення Р і з'єднується зі зливною лінією Т, а його розподільна лінія В відокремлюється від зливної лінії Т і з'єднується з лінією живлення Р. При цьому витрата масла, що подається масляним насосом 21, надходить через напірну лінію 27, лінію живлення Р, з'єднану з розподільною лінією В, до підвідного каналу 53 функціонального переливного клапана 48 керуючого гідравлічного пристрою 38 і діє на торець його плунжерного затвора 51. При сполученні лінії В з напірною лінією 27 масляного насоса, дросель 47 забезпечує наявність перепаду тиску між каналом 53 і порожниною 63 та каналом 55 функціонального переливного клапана 48, під дією якого його плунжерний затвор 51 переміщується вліво (за кресленням Фіг.3), стискаючи пружину 52, і відкриває радіальні вікна 58 в кільцеву розточку 54. Внаслідок цього витрата масла із лінії В надходить в кільцеву розточку 54 і далі через відвідний канал 55 і канал 36 надходить у робочу штокову камеру 10 привідного гідроциліндра, забезпечуючи приведення у рух поршня 5 гідроциліндра і з'єднаного з ним спільним штоком 6 поршня 3 насоса у зворотному напрямку. При цьому поршень 3 насоса рухається на збільшення об'єму поршневої робочої камери 7 робочого поршневого насоса і зменшення об'єму штокової робочої камери 8 робочого поршневого насоса. Внаслідок цього тиск в поршневій робочій камері 7 падає і пластова рідина, що оточує зовні насосний агрегат, за рахунок утвореного перепаду тиску між нею і порожниною робочої камери 7, надходить в останню ззовні через канал 11 і всмоктувальний клапан 13, а пластова рідина, що знаходилась в штоковій робочій камері 8 робочого поршневого насоса через канал 16 і нагнітальний клапан 18 витісняється поршнем 3 насоса в напірну лінію 19 насосного агрегату. Водночас

переміщення поршня 5 привідного гідроциліндра приводить до зменшення об'єму поршневої камери 9 привідного гідроциліндра, в наслідок чого поршень 5 витісняє масло з його поршневої робочої камери 9 через канал 35 і зворотний клапан 43 керуючого гідравлічного пристрою 37, і далі через лінії А і Т розподільного золотника 29 на злив в масляний бак 22.

Коли поршень 3 досягає своєї нижньої мертвої точки, він зупиняється і разом з ним зупиняється поршень 5 гідроциліндра. Це приводить до збільшення тиску в штоковій робочій камері 10 гідроциліндра, в каналі 36, в лініях В і Р, в напірній лінії 27 масляного насоса 21, а також - до спрацювання запобіжного клапана 28 і перепуску всієї витрати масла з напірної лінії 27 масляного насоса в масляний бак 22.

До спрацювання запобіжного клапана 28, функціональний переливний клапан 48 знаходиться в режимі переливання, тобто його плунжерний затвор 51 утримується переміщенням на певній відстані від його закритого положення. При нахожденні переливного клапана 48 в режимі переливання його керуюча кільцева розточка 56 суміщена з кільцевою канавкою 59 плунжерного затвору 51, а канал 57 сполучений з кільцевою розточкою 54. Це дозволяє заряджати робочу камеру поршневого пружинного акумулятора 40 керуючого гідравлічного пристрою 38 робочим маслом під тиском настройки запобіжного клапана 28. Після спрацювання запобіжного клапана 28 і зарядження гідроакумулятора 40 витрата робочого масла через функціональний переливний клапан 48 припиняється, внаслідок чого завдяки дроселю 47, що з'єднує канал 53 з каналом 55, перепад тиску між каналом 53 і порожниною 63 функціонального переливного клапана 48 падає і його плунжерний затвор 51 під дією пружини 52 переміщується в бік його закриття. При цьому кільцева розточка 56 відокремлюється від кільцевої канавки 59 і сполучається з кільцевою канавкою 64. Внаслідок цього із робочої камери зарядженого поршневого пружинного акумулятора 40 робоче масло по лінії 67 через канал 57, кільцеву канавку 64, канал 65 в функціональному переливному клапані 48 надходить по лінії 42 в праву (за кресленням Фіг.1) керуючу порожнину 31 розподільного масляного золотника 29, переміщає його з положення II у положення I і фіксує його у цьому положенні.

Після чого цикли повторюються.

Завдяки того, що паралельно функціональному переливному клапану 45 встановлений дросель 44 досягається потрібна швидкість закриття функціонального переливного клапана 45 при припиненні витрат масла через розподільну лінію А. Аналогічно дросель 47 забезпечує потрібну швидкість закриття функціонального переливного клапана 48 при зростанні тиску в розподільній лінії В.

Завдяки з'єднанню керуючих порожнин 30, 31 через дроселі 32 і 33 зі зливом забезпечується задана швидкість переміщення розподільного масляного золотника 29 при подаванні в одну з цих його керуючих порожнин витрат масла з робочої камери зарядженого акумулятора 39 або 40, відповідно коли спрацьовує функціональний переливний клапан 45 на з'єднання зарядженого акумулятора 39 з лінією 41, або спрацьовує функціональний переливний клапан 48 на з'єднання зарядженого акумулятора 40 з лінією 42.

Оскільки свердловинний електропривідний насосний агрегат призначений для подавання на поверхню перекачуваної з глибини пластової рідини, тому зусилля, яке потрібно прикласти до поршня гідроциліндра, щоб перемістити поршень робочого поршневого насоса буде визначатися висотою стовпа рідини (який залежить від глибини, на якій встановлений заглибний насос) і її об'ємною вагою. Якщо діаметри поршнів насоса і гідродвигуна однакові, то добуток висоти стовпа пластової рідини на її об'ємну вагу буде складати величину робочого тиску масляного насоса 21. Для стійкої роботи заглибного прямодіючого поршневого насоса запобіжний клапан 28 настраюють на спрацювання при величині тиску, який в залежності від глибини занурення на 10+25% вище від робочого тиску. Тиск, що може створювати масляний насос, має технічне обґрунтоване обмеження і позначається номінальним тиском. Коли глибина занурення перевищує номінальний тиск масляного насоса, поршень робочого поршневого насоса виконують менше діаметра поршня привідного гідроциліндра. При невеликих глибинах занурення для більш ефективного використання можливостей масляного насоса діаметр поршня 3 робочого поршневого насоса може бути виконаний більшим ніж діаметр поршня 5 привідного гідроциліндра.

Під час роботи насосного агрегату відбувається зміна об'єму масла в масляному баці, що пов'язано з наявністю поршневої і штокової робочих камер привідного гідроциліндра, які мають різну площу поперечному перетину. Тому в разі переміщення поршня 5 в бік штокової камери 10 гідроциліндра об'єм масла в масляному баці 22 зменшується, а в разі зворотного руху поршня 5 - об'єм масла в масляному баці 22 збільшується. Завдяки наявності рухомої діафрагми 23, яка постійно реагує переміщенням її в ту чи іншу сторону на перепади тиску, викликані зміною об'єму масла в масляному баці 22, внутрішній об'єм масляного бака 22 завжди відповідає об'єму масла, що в ньому знаходиться. Рухома діафрагма 23 підтримує рівень тиску робочої рідини в порожнині масляного бака 22 на рівні тиску пластової рідини в зовнішньому середовищі. Це дозволяє уникати створенню розрідження або надмірно високого тиску в масляному баці 22, що необхідно для надійної роботи масляного насоса 21.

