



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **144036** (13) **U**  
(51) МПК

**E02F 9/22** (2006.01)

**F15B 13/06** (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ  
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА  
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

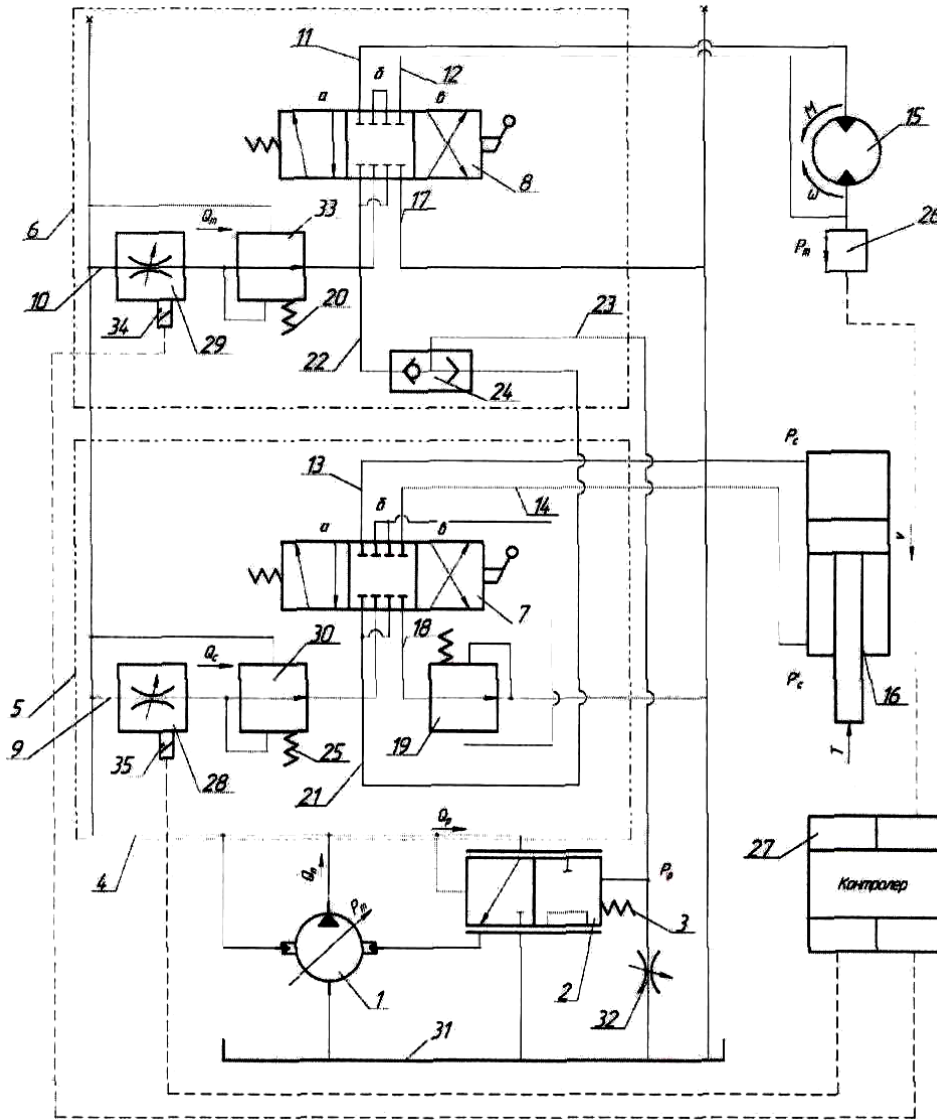
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2020 02212</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>03.04.2020</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.08.2020</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.08.2020, Бюл.№ 16</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Козлов Леонід Геннадійович (UA), Буренніков Юрій Анатолійович (UA), Пилявець Володимир Георгійович (UA), Котик Сергій Іванович (UA)</b></p> <p>(73) Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
--	--

**(54) АДАПТИВНА ГІДРОСИСТЕМА**

**(57) Реферат:**

Адаптивна гідросистема містить регульований насос з регулятором, лінію нагнітання, першу, другу, третю та четверту силові лінії, лінію зливу, першу, другу, третю, четверту та п'яту лінії керування, гідробак, першу та другу секції розподільника, в яких розташовані розподільні золотники, в першій секції розподільника розміщено клапан тиску, а в другій секції розподільника розміщено логічний клапан, пов'язаний третьою і четвертою лініями керування з роздільними золотниками, а п'ятою лінією керування - з регулятором насоса та через дросель малої провідності з гідробаком, а також гідроциліндр, пов'язаний третьою та четвертою силовими лініями з розподільним золотником першої секції розподільника. Введено гідромотор, пов'язаний першою та другою силовими лініями з розподільним золотником другої секції розподільника, датчик тиску, встановлений на вході гідромотора, в першій та другій лініях керування послідовно встановлено регульовані дроселі з електромагнітами та клапани перепаду тиску, а також контролер, що має один вхід і два виходи, причому вхід контролера підключений до виходу датчика тиску, а виходи - до електромагнітів регульованих дроселів.

**UA 144036 U**



Корисна модель належить до машинобудування і може бути використана в мобільних робочих машинах та установках різного призначення (бурильно-кранових машинах та установках, гідроманіпуляторах).

Відомий адаптивний гідропривід з об'ємним регулюванням подачі інструменту технологічної машини (В. С Сидоренко, В. І. Грищенко, С. В. Ракуленко, М. С. Полешкин "Адаптивний гідропривід с об'ємным регулированием подачи инструмента технологической машины". Машиностроение и машиноведение. Вестник Донецкого государственного технического университета, 2017, № 2, стр. 88-98), який включає чотири насоси постійного робочого об'єму, регульований і нерегульований гідромотори, запобіжні клапани, гідророзподільники, клапан з гідравлічним керуванням, апаратно-програмний модуль, гідромагнітний датчик. Працює адаптивний гідропривід таким чином. Перший насос подає робочу рідину до гідромотора головного руху інструменту, другий насос подає робочу рідину до гідромотора подачі інструменту, третій насос забезпечує роботу клапана з гідравлічним керуванням, що входить до системи зміни робочого об'єму гідромотора подачі інструменту, а четвертий насос забезпечує роботу гідромеханічного датчика. Гідропривід включає також гідророзподільники, що забезпечують керування гідромоторами та апаратно-програмний модуль, що узгоджує роботу гідророзподільників на основі сигналів, що надходять від гідромеханічного датчика. Адаптивний гідропривід забезпечує роботу бурильної установки, причому величина подачі змінюється в залежності від величини навантаження на гідромоторі, який забезпечує основний рух бурильного інструменту.

Недоліком такого адаптивного гідроприводу є те, що в ньому використано нерегульований насос для забезпечення головного руху бурильного інструменту, що не дає змоги керувати частотою обертання бурильного інструменту. В процесі роботи при зміні умов буріння можливо лише варіювати величину подачі. Це звужує функціональні можливості такого адаптивного гідроприводу. Окрім того в розглянутому гідроприводі відсутні засоби регулювання швидкості руху бурильного інструменту при його опусканні в зону буріння, що ускладнює процес керування установкою.

Найбільш близьким до пристрою, що заявляється, є гідросистема (патент України на корисну модель № 79364, опубл. 25.04.2013 р., бюл. № 8), яка містить регульований насос з регулятором, лінії нагнітання, керування та зливу, гідробак, два гідроциліндри, підключені силовими лініями до розподільника, кожна секція якого має корпус, в якому виконані нагнітальна, дві силові, дві зливні розточки та дві перемички між нагнітальною та відповідними силовими розточками, на які виходять два основних радіальних канали, а також логічний клапан, підключений до лінії керування та до основних радіальних каналів сусідніх секцій, при тому що в кожную секцію розподільника введено клапан тиску, який має вхід, вихід, торцеву та пружинну камери, вхід клапана тиску підключено до зливних розточок, а його пружинна камера та вихід під'єднані до лінії зливу, в корпусі кожної секції розподільника виконано два додаткових радіальних канали, співвісних основним радіальним каналам, кожен з яких виходить на відповідну перемичку між нагнітальною та силовою розточками, додаткові радіальні канали з'єднані між собою та з торцевою камерою клапана тиску, а лінія керування з'єднана з лінією зливу через дросель малої провідності.

Недоліком найближчого аналога є відсутність можливості забезпечення одночасної і узгодженої роботи гідроциліндрів, швидкість їх руху необхідно налаштувати оператору машини самостійно, що ускладнює роботу оператора, який керує машиною з такою гідросистемою.

В основу корисної моделі поставлена задача створення адаптивної гідросистеми, в якій за рахунок введення нових елементів та зв'язків забезпечується можливість автоматичної зміни величини подачі гідроциліндра при зміні навантаження на гідромоторі. Така можливість може бути корисною при застосуванні адаптивної гідросистеми в бурильних установках, де важливо змінювати в автоматичному режимі подачу бурильного інструменту в залежності від навантаження на ньому, яке залежить від властивостей ґрунту. Це суттєво спрощує роботу оператора бурильної установки.

Поставлена задача вирішується тим, що в адаптивну гідросистему, яка містить регульований насос з регулятором, лінію нагнітання, першу, другу, третю та четверту силові лінії, лінію зливу, першу, другу, третю, четверту та п'яту лінії керування, гідробак, першу та другу секції розподільника, в яких розташовані розподільні золотники. В першій секції розподільника розміщено клапан тиску, а в другій секції розподільника логічний клапан, пов'язаний третьою та четвертою лініями керування з роздільними золотниками, а п'ятою лінією керування - з регулятором насоса та через дросель малої провідності з гідробаком, гідроциліндр, пов'язаний третьою та четвертою силовими лініями з розподільним золотником першої секції розподільника, гідромотор пов'язаний першою та другою силовими лініями з

розподільним золотником другої секції розподільника, датчик тиску встановлений на вході гідромотора. В першій та другій лініях керування послідовно встановлено регульовані дроселі з електромагнітами та клапани перепаду тиску. В адаптивну гідросистему введено також контролер, що має один вхід і два виходи, причому вхід контролера підключений до виходу датчика тиску, а виходи - до електромагнітів регульованих дроселів.

На кресленні представлена схема адаптивної гідросистеми, яка включає регульований насос 1 з регулятором 2. Регулятор 2 має пружину 3. Регульований насос 1 підключено через лінію нагнітання 4 до першої 5 та другої 6 секцій розподільника. Секція 5 має першу лінію керування 9, в яку послідовно включені регульований дросель 28 з електромагнітом 35, клапан перепаду тиску 30 з пружиною 25 та розподільний золотник 7. Друга секція 6 має другу лінію керування 10, в яку послідовно включені регульований дросель 29 з електромагнітом 34, клапан перепаду тиску 33 з пружиною 20 та розподільний золотник 8. Розподільний золотник 8 пов'язаний першою 11 та другою 12 силовими лініями з гідромотором 15, а розподільний золотник 7 пов'язаний третьою 13 та четвертою 14 силовими лініями з гідроциліндром 16. Розподільні золотники 7 та 8 пов'язані також через лінії зливу 18, 17 та клапан тиску 19 з гідробаком 31. На вході гідромотора 15 встановлено датчик тиску 26. Датчик тиску 26 пов'язаний із входом контролера 27, виходи якого підключені до електромагнітів 35 та 34 регульованих дроселів 28 та 29. Друга секція 6 розподільника включає логічний клапан 24, підключений третьою лінією керування 21 до розподільного золотника 7, четвертою лінією керування до розподільного золотника 8, п'ятою лінією керування 23 до регулятора 2 та через дросель малої провідності 32 з гідробаком 31.

Працює адаптивна гідросистема таким чином. Розподільні золотники 7 та 8, що знаходяться в першій 5 та другій 6 секціях розподільника, можуть займати позиції а, б, в. При знаходженні розподільних золотників 7 та 8 в позиції б забезпечується холостий хід адаптивної гідросистеми. Робоча рідина від регульованого насоса 1 до гідромотора 15 та гідроциліндра 16 не надходить. П'ята лінія керування 23 з'єднана через дросель малої провідності 32 з гідробаком 31 та розподільними золотниками 7, 8 та ізольована від регульованого насоса 1. Тиск робочої рідини  $P_p$  в п'ятій лінії керування 23 дорівнює атмосферному. Діючи на регулятор 2, тиск  $P_p$  та пружина 3 будуть переміщувати його в положення, при якому регулятор 2 буде врівноважено дією тиску  $P_p$ , що створюється регульованим насосом 1 в лінії нагнітання 4. Тиск на виході регульованого насоса 1 буде визначатись рівнянням

$$P_n = \frac{P_p H}{f_p},$$

де  $f_p$  - площа торця регулятора 2;

$C$  - жорсткість пружини 3;

$H$  - попереднє стиснення пружини 3.

Пружина 3 та площа  $f_p$  торця регулятора 2 підбираються таким чином, що величина тиску  $P_n$  на виході регульованого насоса 1 при цьому режимі роботи адаптивної гідросистеми буде невеликою, порядку 1,4...1,5 МПа. Подача  $Q_n$  регульованого насоса 1 також буде незначною і буде лише покривати витрату робочої рідини  $Q_p$ , необхідну для забезпечення роботи регулятора 2.

При переміщенні розподільних золотників 7 та 8 в позиції (а) буде забезпечуватись робочий режим адаптивної гідросистеми, при якому подача  $Q_n$  регульованого насоса 1 через лінію нагнітання 4 буде надходити в першу 5 та другу 6 секції розподільника. Витрата робочої рідини  $Q_m$  через другу лінію керування 10, регульований дросель 29, клапан перепаду тиску 33, розподільний золотник 8, другу силову лінію 12 буде надходити до гідромотора 15, приводячи його до руху. Зливатись від гідромотора 15 робоча рідина буде в гідробак через силову лінію 11, розподільний золотник 8 та лінію зливу 17. Витрата  $Q_m$  буде визначати частоту  $\omega$  обертання бурильного інструменту, який приводить до руху гідромотор 15. На вході в гідромотор 15 буде встановлюватись тиск  $P_m$ , величина якого залежить від моменту  $M$ , що виникає на робочому органі в процесі буріння ґрунту. Витрата робочої рідини  $Q_c$  через першу лінію керування 9, регульований дросель 28, клапан перепада тиску 30, розподільний золотник 7 та четверту силову лінію 14 буде надходити до гідроциліндра 16, приводячи його до руху. Злив робочої рідини від гідроциліндра 16 буде забезпечуватись через третю силову лінію 13, розподільний золотник 7, лінію зливу 18, клапан 19 та лінію зливу 17. Витрата  $Q_c$  буде визначати швидкість

$v$ , з якою подається бурильний інструмент в процесі буріння. На вході в гідроциліндр 16 буде встановлюватись тиск  $P_c$ , величина якого буде залежати від осьового зусилля  $T$ , що виникає на робочому органі в процесі буріння.

У випадку, якщо  $P_m > P_c$  робоча рідина під тиском  $P_m$  через четверту лінію керування 22, логічний клапан 24 та п'яту лінію керування 23 надходить до регулятора 2. Тиск  $P_m$  разом із пружиною 3 будуть визначати величину тиску  $P_n$  на виході регульованого насоса 1. Оскільки тиск  $P_n$  в цьому випадку визначається як

$$P_n = \frac{P_m - P_c}{f_p},$$

то величина тиску  $P_n$  буде достатньою для привода гідромотора 15 та гідроциліндра 16. Клапан перепаду тиску 33 підтримує постійним перепад тиску, величина якого визначається пружиною 20, на регульованому дроселі 29. При цьому величина витрати  $Q_m$ , що надходить через другу секцію 6 розподільника залежить тільки від величини відкриття робочого вікна регульованого дроселя 29. Відкриття робочого вікна регульованого дроселя 29 визначається сигналом керування, який подає контролер 27 на електромагніт 34. Величина витрати  $Q_m$  буде визначати частоту обертання  $\omega$  вала гідромотора 15 і інструменту. Клапан перепаду тиску 30 підтримує постійний перепад тиску, величина якого визначається пружиною 25, на регульованому дроселі 28. При цьому величина витрати  $Q_c$ , що надходить від регульованого насоса 1 до гідроциліндра 16, залежить від величини відкриття робочого вікна регульованого дроселя 28, яка визначається сигналом керування, що подає контролер 27 на електромагніт 35. Витрата  $Q_c$  буде визначати швидкість  $v$  руху штока гідроциліндра 16, а значить і швидкість переміщення інструменту.

Датчик тиску 26 буде вимірювати величину тиску  $P_m$ , на вході в гідромотор 15 і подавати сигнал, пропорційний тиску  $P_m$ , на вхід контролера 27. Контролер 27 обробляє сигнал від датчика тиску 26 і генерує сигнал, яким керується електромагніт 35 регульованого дроселя 28. Алгоритм роботи контролера 27 забезпечує зменшення відкриття регульованого дроселя 28 у разі збільшення величини тиску  $P_m$  на вході в гідромотор 15. Таким чином у разі, якщо на бурильному інструменті виникає збільшення моменту навантаження  $M$  (наприклад в результаті збільшення твердості ґрунту чи породи), контролер 27 автоматично забезпечує зменшення швидкості подачі  $v$  інструменту. У випадку коли момент навантаження  $M$  на валу гідромотора 15 зменшується, контролер 27 автоматично збільшує відкриття регульованого дроселя 28, збільшуючи тим самим величину подачі і штока гідроциліндра 16 та бурильного інструмента. Режими роботи гідросистеми адаптуються до зміни умов буріння. Це спрощує оператору процес керування бурильною установкою.

У випадку, коли тиск  $P_c$  на вході в гідроциліндр 16 буде більшим за тиск  $P_m$  на вході в гідромотор 15  $P_c > P_m$ , робоча рідина під тиском  $P_c$  через третю лінію керування 21, логічний клапан 24 та п'яту лінію керування 23 надходить до регулятора 2. Тиск  $P_c$  разом із пружиною 3 будуть визначати величину тиску  $P_n$  на виході регульованого насоса 1

$$P_n = \frac{P_c - P_m}{f_p}.$$

Величина тиску  $P_n$  на виході регульованого насоса 1 буде достатньою для привода гідромотора 15 та гідроциліндра 16. Величина тиску  $P_n$  буде залежати від величини тиску  $P_c$  і відповідно від навантаження  $T$  на штоку гідроциліндра 16. Величина тиску  $P_m$  на вході в гідромотор 15 буде визначатись моментом навантаження  $M$  на валу гідромотора. Величини витрат  $Q_c$  до гідроциліндра 16 та  $Q_m$  до гідромотора 15 будуть визначатись контролером 27, який налаштовує відкриття регульованих дроселів 28 та 29. Величини витрат  $Q_c$  та  $Q_m$  залежать лише від сигналів, які подаються контролером 27 на електромагніти 35 та 34 регульованих дроселів 28 і 29. При зростанні моменту навантаження  $M$  на валу гідромотора 15, що обертає бурильний інструмент, зростає величина тиску  $P_m$ . Датчик 26, що вимірює величину тиску  $P_m$ , формує сигнал, пропорційний тиску  $P_m$ , та подає його на контролер 27. Контролер 27 у відповідності до алгоритму його роботи формує сигнал, що подається на електромагніт 35

регульованого дроселя 28. У відповідності до цього сигналу зменшується відкриття регульованого дроселя 28, зменшується величина витрати  $Q_c$  до гідроциліндра 16 і відповідно зменшується подача  $v$  бурильного інструменту.

5 При зменшенні моменту навантаження  $M$  на гідромоторі 15 відповідно буде збільшуватись величина подачі  $v$  штока гідроциліндра 16 і бурильного інструмента. Це дозволяє адаптувати величину подачі  $v$  бурильного інструменту до величини навантаження на валу гідромотора 15, який забезпечує обертання бурильного інструменту, що спрощує оператору процес керування бурильною установкою.

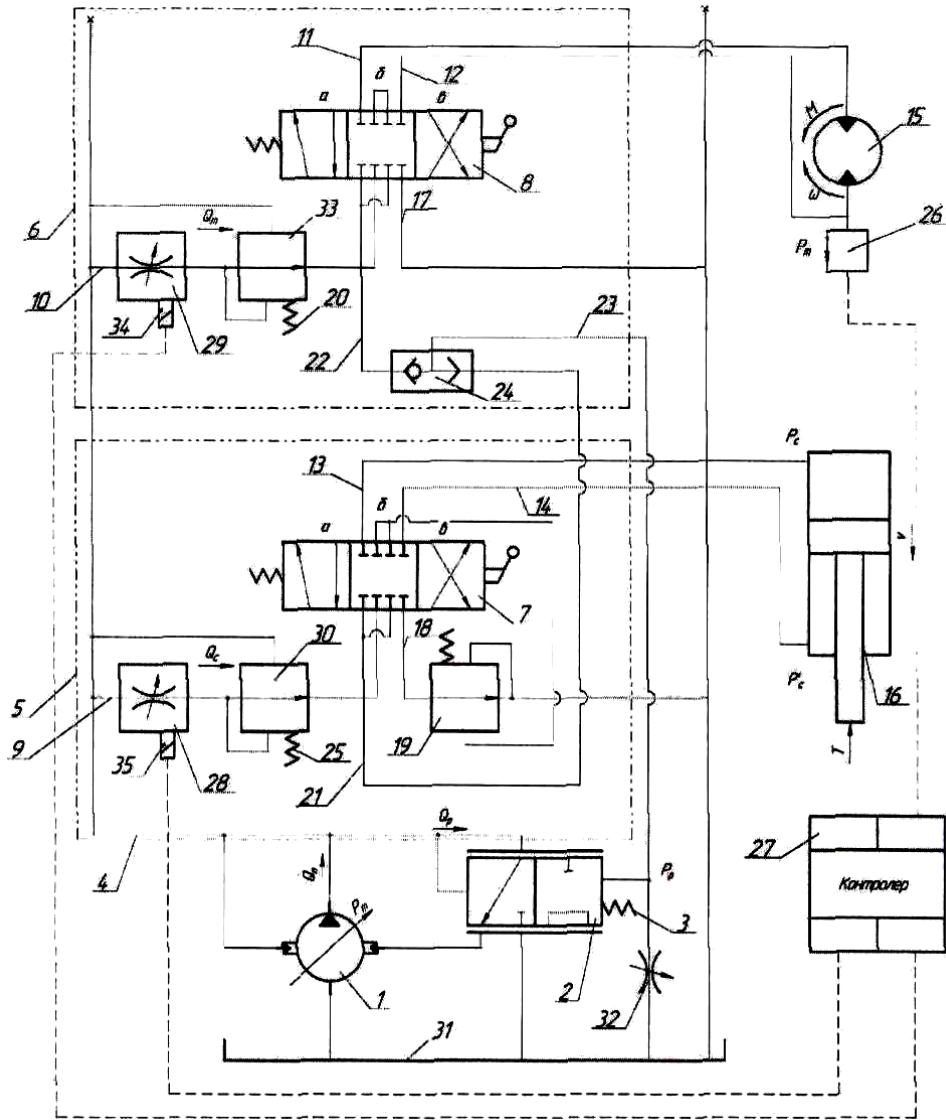
10 Контроль величини подачі  $v$  при опусканні штока гідроциліндра 16 з інструментом під дією власної ваги в зону буріння забезпечується завдяки наявності в схемі адаптивної гідросистеми клапана тиску 19. В цьому випадку має місце співпадіння напрямків подачі  $v$  штока гідроциліндра 16 та напряду дії навантаження, обумовленого вагою інструменту та штока. Для запобігання неконтрольованого руху інструменту в зону буріння під дією власної ваги клапан тиску 19 створює в штоковій камері гідроциліндра 16 протитиск  $P_c$ , який гальмує рух  
15 інструменту. Величина подачі  $v$  в цьому випадку також буде визначатись налаштуванням регульованого дроселя 28 і підтримуватись постійною на всьому шляху подачі інструменту в зону буріння.

20 При значному підвищенні моменту різання  $M$  на валу гідромотора 15 контролер 27 повністю перекриває регульований дросель 28, рух подачі інструменту припиняється для запобігання поломки інструменту. В цьому випадку реверсується рух гідроциліндра 16 і інструмент виводиться із зони буріння для очистки від продуктів буріння, або його заміни. Для подальшого буріння повинна бути змінена частота обертання вала гідромотора, що також програмно забезпечується контролером 27.

25 При перемиканні розподільних золотників 7 та 8 в позиції (в) забезпечується реверс руху штока гідроциліндра 16 та вала гідромотора 15.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

30 Адаптивна гідросистема, що містить регульований насос з регулятором, лінію нагнітання, першу, другу, третю та четверту силові лінії, лінію зливу, першу, другу, третю, четверту та п'яту лінії керування, гідробак, першу та другу секції розподільника, в яких розташовані розподільні золотники, в першій секції розподільника розміщено клапан тиску, а в другій секції розподільника розміщено логічний клапан, пов'язаний третьою і четвертою лініями керування з роздільними золотниками, а п'ятою лінією керування - з регулятором насоса та через дросель  
35 малої провідності з гідробаком, а також гідроциліндр, пов'язаний третьою та четвертою силовими лініями з розподільним золотником першої секції розподільника, яка **відрізняється** тим, що введено гідромотор, пов'язаний першою та другою силовими лініями з розподільним золотником другої секції розподільника, датчик тиску, встановлений на вході гідромотора, в першій та другій лініях керування послідовно встановлено регульовані дроселі з  
40 електромагнітами та клапани перепаду тиску, а також контролер, що має один вхід і два виходи, причому вхід контролера підключений до виходу датчика тиску, а виходи - до електромагнітів регульованих дроселів.



Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,  
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

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