



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **91280** (13) **U**  
(51) МПК

**E02F 9/22** (2006.01)

**F15B 13/06** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

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

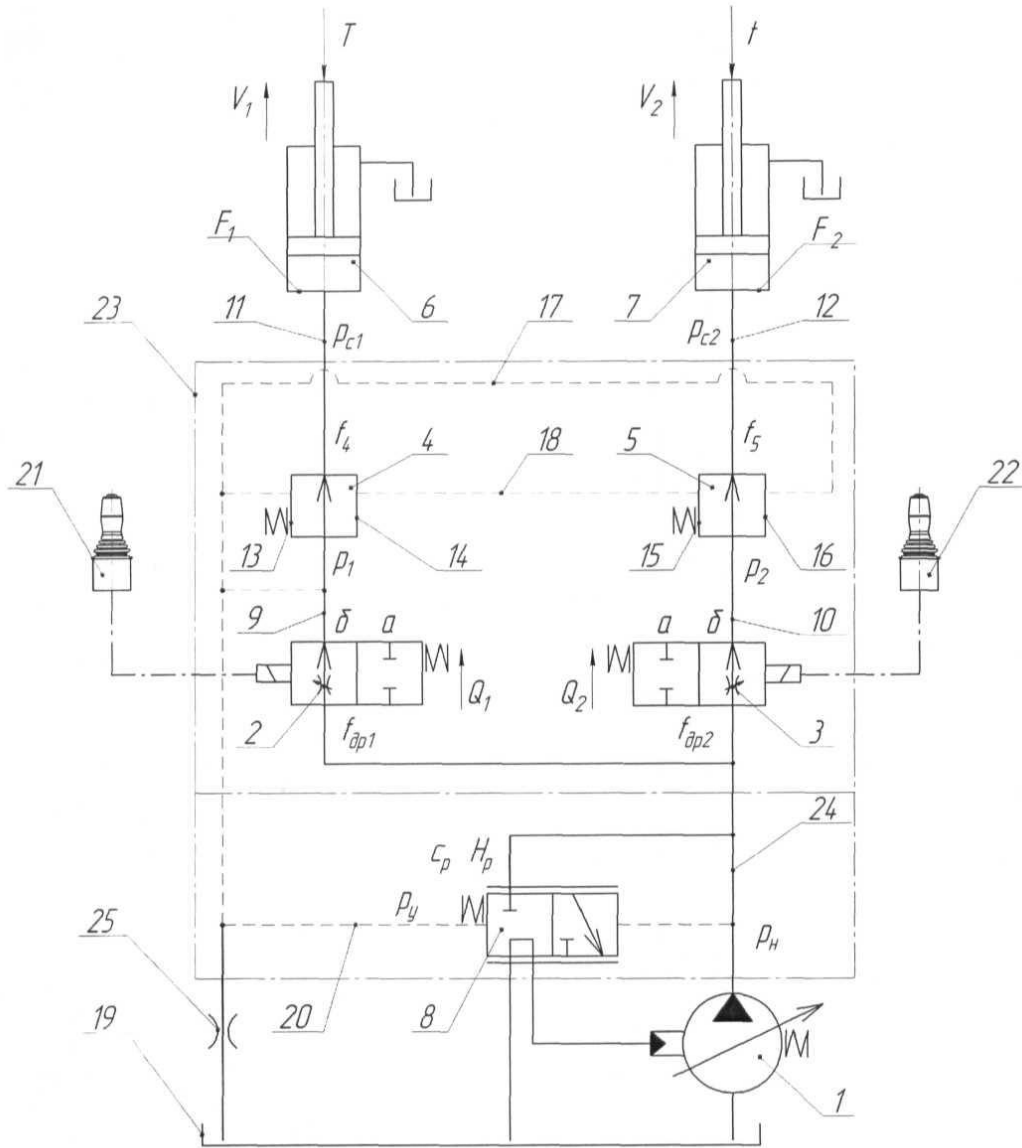
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2014 01302</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Козлов Леонід Геннадійович (UA), Лозовський Сергій Миколайович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>10.02.2014</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b>
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>25.06.2014</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>25.06.2014, Бюл.№ 12</b>	

**(54) ГІДРОСИСТЕМА**

**(57) Реферат:**

Гідросистема включає насос з регулятором, до якого паралельно підключені перша та друга робочі лінії, в першу робочу лінію включено перше робоче вікно гідророзподільника, перший компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та перший гідроциліндр, в другу робочу лінію включено друге робоче вікно гідророзподільника, другий компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та другий гідроциліндр, першу та другу лінії керування, що підключені на виході першого та другого робочих вікон гідророзподільника, лінію управління, що пов'язана з регулятором насоса, а також гідробак та блоки керування, які пов'язані з гідророзподільником. Перша лінія керування з'єднана з пружинною камерою першого компенсатора тиску та з торцевою камерою другого компенсатора тиску. Друга лінія керування з'єднана з пружинною камерою другого компенсатора тиску та з торцевою камерою першого компенсатора тиску. Лінія управління підключена до першої лінії керування та через дросель малої провідності з гідробаком, а компенсатори тиску виконані нормально відкритими.

UA 91280 U



Корисна модель належить до галузі машинобудування і може бути використана в мобільних робочих машинах (крано-маніпуляторних установках, екскаваторах, навантажувачах).

Відома система гідроприводу для екскаватора (патент США № 20100192562 від 05.08.2010 р.) Гідросистема складається з регульованого насоса з регулятором витрати, компенсатора тиску, логічного клапана, гідророзподільника, гідроциліндра, гідробака та блоків управління. В гідросистемі поєднане застосування програмованої електроніки і силової гідравліки, що забезпечує можливість суміщення одночасно всіх технологічних операцій екскаватора.

Недоліком системи є складність конструкції.

Найбільш подібним до пристрою, що заявляється, є гідросистема навантажувача (патенту США № 6367365 від 09.04.2002 р.). Гідросистема, що включає насос з регулятором, до якого паралельно підключені перша та друга робочі лінії, в першу робочу лінію включено перше робоче вікно гідророзподільника, перший компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та перший гідроциліндр, в другу робочу лінію включено друге робоче вікно гідророзподільника, другий компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та другий гідроциліндр, першу та другу лінії керування, що підключені на виході першого та другого робочих вікон гідророзподільника, лінію управління, що пов'язана логічним клапаном та регулятором насоса, а також гідробак та блоки керування, які пов'язані з гідророзподільником.

Недоліком такої системи є складність конструкції. На схемі прототипу показано застосування лише двох споживачів, але на практиці, як правило, використовують гідросистеми з більшим числом споживачів (до восьми). Роботу кожного із споживачів повинен забезпечувати логічний клапан. Введення системи логічних клапанів та каналів, що їх комутують, суттєво ускладнює конструкцію гідросистеми.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення гідросистеми, в якій за рахунок введення нових зв'язків спрощується конструкція гідросистеми, підвищується продуктивність роботи екскаватора, крім того знижується витрата палива екскаватора.

Поставлена задача вирішується тим, що гідросистема включає насос з регулятором, до якого паралельно підключені перша та друга робочі лінії, в першу робочу лінію включено перше робоче вікно гідророзподільника, перший компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та перший гідроциліндр, в другу робочу лінію включено друге робоче вікно гідророзподільника, другий компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та другий гідроциліндр, першу та другу лінії керування, що підключені на виході першого та другого робочих вікон гідророзподільника, лінію управління, що пов'язана з регулятором насоса, а також гідробак та блоки керування, які пов'язані з гідророзподільником, перша лінія керування з'єднана з пружинною камерою першого компенсатора тиску та з торцевою камерою другого компенсатора тиску, друга лінія керування з'єднана з пружинною камерою другого компенсатора тиску та з торцевою камерою першого компенсатора тиску, крім того лінія управління підключена до першої лінії керування та через дросель малої провідності з гідробаком, а компенсатори тиску виконані нормально відкритими.

На кресленні зображено схему гідросистеми.

Гідросистема включає насос 1 з регулятором 8, до якого паралельно підключені перша 9 та друга 10 робочі лінії, в першу робочу лінію 9 включено перше робоче вікно 2 гідророзподільника 23, перший компенсатор тиску 4 з торцевою 14 та пружинною 13 камерами та перший гідроциліндр 6, в другу робочу лінію 10 включено друге робоче вікно 3 гідророзподільника 23, другий компенсатор тиску 5 з торцевою 16 та пружинною 15 камерами та другий гідроциліндр 7, першу 17 та другу 18 лінії керування, що підключені на виході першого 2 та другого 3 робочих вікон гідророзподільника 23, лінію управління 20, що пов'язана з регулятором 8 насоса 1, а також гідробак 19 та блоки керування 21 та 22, які пов'язані з гідророзподільником 23. Перша лінія керування 17 з'єднана з пружинною камерою 13 першого компенсатора тиску 4 та з торцевою камерою 16 другого компенсатора тиску 5, друга лінія керування 18 з'єднана з пружинною камерою 15 другого компенсатора тиску 5 та з торцевою камерою 14 першого компенсатора тиску 4, крім того лінія управління 20 підключена до першої лінії керування 17 та через дросель малої провідності 25 з гідробаком 19, а компенсатори тиску 4 та 5 виконані нормально відкритими.

Гідросистема працює в режимах «холостого ходу» та «навантаження».

В режимі «холостого ходу» гідросистема працює таким чином. Золотники 2, 3 гідророзподільника 23 займають положення «а», тоді робоча рідина від регульованого насоса 1 до гідроциліндрів 6 та 7 не надходить. Тиск  $P_y$  в лінії управління 20 буде дорівнювати нулю ( $P_y = 0$ ), оскільки лінія управління 20 через дросель малої провідності 25 з'єднана з гідробаком 19. Регулятор 8 буде знаходитись в цьому випадку під дією тиску  $P_H$  на виході регульованого

насоса 1 та пружини регулятора 8, визначаючи таку витрату регульованого насоса 1, при якій тиск  $P_H$  буде незначним (в залежності від стиснення пружини регулятора 8, яка зазвичай настроєна на тиск 1,4...1,7 МПа). Витрата регульованого насоса 1 при цьому буде покривати перетікання робочої рідини в регульованому насосі 1 та в гідророзподільнику 23. В положеннях «а» робочих вікон 2 та 3 гідророзподільника 23, поршні гідроциліндрів 6 та 7 будуть нерухомі, що забезпечить «холостий хід» регульованого насоса 1 при незначній його витраті.

В режимі «навантаження» при підключенні до насоса 1 через робоче вікно 2 гідроциліндра 6 (при не працюючому гідроциліндрі 7) гідросистема працює таким чином.

Робоча рідина від насоса 1 через лінію 24, робоче вікно 2, компенсатор тиску 4 та робочу лінію 11 буде надходити до гідроциліндра 6, приводячи його до руху. На шток гідроциліндра 6

діє навантаження  $T$ . Тиск  $P_{c1}$  на вході в гідроциліндр 6 буде визначатись з рівняння  $P_{c1} = \frac{T}{F_1}$ , де  $F_1$  - площа поршня гідроциліндра 6.

Робоче вікно компенсатора тиску 4 буде відкрито, величина тиску  $P_y$  в лінії управління насоса 1 буде дорівнювати величинам тиску  $P_1$  та  $P_c$ , при умові нехтування втратами тиску в лініях 9, 11 та на відкритому вікні компенсатора тиску 4. Тиск  $P_y$  діє на регулятор 8, який знаходиться також під дією пружини жорсткістю  $C_p$  та з попереднім стисненням  $H_p$ , а також тиску  $P_H$  в лінії 24. Тиск  $P_H$  на виході насоса буде визначатись рівнянням (1)

$$P_H = P_y + \frac{C_p \cdot H_p}{F_p}, \quad (1)$$

де:  $F_p$  - площа золотника регулятора 8.

Оскільки тиск  $P_y = P_{c1} = P_1$ , то можна записати, що перепад тиску на робочому вікні 2,

$$\Delta P_1 = P_H = P_y = P_H - P_1 = \frac{C_p \cdot H_p}{F_p}.$$

Перепад тиску  $\Delta P_1$  на робочому вікні 2 визначає величину витрати  $Q_1$ , що надходить від насоса 1 до гідроциліндра 6. Величина витрати  $Q_1$  може бути обчислена за формулою (2):

$$Q_1 = \mu \cdot f_{др1} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_1}{\rho}} = \mu \cdot f_{др1} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_H - P_1)}{\rho}} = \mu \cdot f_{др1} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot C_p \cdot H_p}{F_p}} \quad (2)$$

Таким чином величина витрати  $Q_1$ , що надходить до гідроциліндра і визначає швидкість  $V_1$  його руху не буде залежати від величини навантаження  $T$  на штоці гідроциліндра, а буде залежати від величини відкриття  $f_{др1}$  робочого вікна 2 гідророзподільника 23, яке змінюється оператором машини через блок керування 21. Під час роботи машини оператор має можливість керування швидкістю руху гідроциліндра, причому ця швидкість не залежить від величини навантаження  $T$  на гідроциліндрі. При підключенні до насоса 1 гідроциліндра 7 (при не працюючому гідроциліндрі 6) швидкість руху  $V_2$  гідроциліндра 7 аналогічно буде визначатись за формулою (3)

$$Q_2 = \mu \cdot f_{др2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P_2}{\rho}} = \mu \cdot f_{др2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (P_H - P_2)}{\rho}} = \mu \cdot f_{др2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot C_p \cdot H_p}{F_p}} \quad (3)$$

Величина витрати  $Q_2$ , що визначає швидкість  $V_2$  гідроциліндра, не залежить від величини навантаження  $t$  на гідроциліндрі 7, а визначається оператором через блок 22 шляхом зміни відкриття  $f_{др2}$  робочого вікна 3, через блок керування 22.

В режимі «навантаження» при одночасному підключенні двох гідроциліндрів 6 та 7 золотники робочих вікон 2 та 3 гідророзподільника 23 приймають положення «б»). Розглянемо випадок, коли навантаження  $T$  на штоці гідроциліндра 6 більше навантаження  $t$  на штоці гідроциліндра 7. Робоча рідина від насоса 1 надходить в гідролінію 2, Опідвищуючи тиск  $P_y$ , при цьому регулятор 8 буде рухатись зліва направо, збільшуючи продуктивність насоса 1 та забезпечуючи подальше зростання величин тисків  $P_H$ ,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_{c1}$  та  $P_{c2}$ . При збільшенні тиску

$p_{c2}$  до величини достатньої для забезпечення подолання опору навантаження  $t$ , поршень гідроциліндра 7 рухається з швидкістю  $V_2$  в напрямку протилежному до навантаження  $t$ . Зростання тиску  $p_{c2}$  припиняється. Оскільки при цьому з'являється витрата  $Q_2$  через компенсатор тиску 5 та золотник 3 то  $p_H > p_2 > p_{c2}$ . Поршень гідроциліндра 6 при цьому нерухомий, а значить  $p_{c1} = p_1 = p_H$ . Тиск  $p_1$  через гідролінію керування 17 надходить до торцевої камери 16 компенсатора тиску 5 і викликає зменшення площі його робочого вікна, що веде до подальшого збільшення тисків  $p_H$ ,  $p_1$ ,  $p_2$  та  $p_{c1}$ . Якщо тиск  $p_{c1}$  подолає опір навантаження  $T$ , то поршень гідроциліндра 6 почне рухатись із швидкістю  $V_1$  і через клапан 4 та золотник 2 з'явиться витрата  $Q_1$ . При цьому  $p_{c1}$  буде більшим за  $p_{c2}$ , а  $p_1$ , більшим за  $p_2$ . Оскільки на компенсатор тиску 4 буде діяти тиск  $p_1$  та пружина зі сторони пружинної камери 13, а зі сторони торцевої камери 14 тільки менший по величині тиск  $p_2$  ( $p_1 > p_2$ ), то вікно компенсатора тиску 4 буде залишатись відкритим. Діючи на торцеву камеру 16 компенсатора тиску 5, тиск  $p_1$  буде забезпечувати таке положення компенсатора тиску 5, при якому тиск  $p_2$  буде меншим від тиску  $p_1$ , на величину, що визначається настройкою пружини компенсатора тиску 5, записано у вигляді рівняння (4):

$$\Delta p_5 = \frac{c_5 \cdot H_5}{F_5}, \quad (4)$$

де:

$c_5$  - жорсткість пружини компенсатора тиску 5;

$H_p$  - попереднє стиснення пружини компенсатора тиску 5;

$F_p$  - площа золотника компенсатора тиску 5.

Тобто  $p_2 = p_1 - \frac{c_5 \cdot H_5}{F_5}$  і робоче вікно компенсатора тиску 4 відкрито на максимальну величину. Нехтуючи втратами тиску на робочому вікні компенсатора тиску 4 можна записати, що  $p_1 = p_{c1}$ . Величина тиску  $p_{c1} = \frac{T}{F_1}$ , де  $F_1$  - площа поршня гідроциліндра 6. Тиск  $p_y$  в гідролінії при цьому буде дорівнювати  $p_y = p_{c1} = p_1$ , а тиск  $p_H$  на виході насоса 1 буде визначатись за формулою (5):

$$p_H = p_1 + \frac{c_p \cdot H_p}{F_p}. \quad (5)$$

де:

$c_p$  - жорсткість пружини регулятора 8;

$H_p$  - попереднє стиснення пружини регулятора 8;

$F_p$  - площа золотника регулятора 8.

Величина витрати, що надходить від регульованого насоса 1 до гідроциліндра 6 буде визначатись за формулою (6):

$$Q_1 = \mu \cdot f_{др1} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_H - p_{c1})}{\rho}} = \mu \cdot f_{др1} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot c_p \cdot (H_p / F_p)}{\rho}}; \quad (6)$$

де:

$f_{др1}$  - площа відкриття першого робочого вікна 2, гідророзподільника 23;

$\mu$  - коефіцієнт витрати;

$\rho$  - густина робочої рідини.

Змінюючи величину  $f_{др1}$ , за допомогою блока керування 21, можна регулювати величину витрати  $Q_1$ , що подається регульованим насосом 1 до гідроциліндра 6, визначаючи таким чином величину швидкості  $V_1$ , з якою буде рухатись поршень гідроциліндра 6. Оскільки в формулі відсутня величина навантаження  $T$ , то величина витрати  $Q_1$ , що надходить в гідроциліндр 6 і визначає швидкість  $V_1$  руху його поршня, не буде залежати від величини навантаження  $T$ .

Величина витрати, що надходить від регульованого насоса 1 до гідроциліндра 7, враховуючи, що  $p_1 = p_{c1}$  буде визначатись за формулою (7):

$$Q_2 = \mu \cdot f_{др2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_H - p_2)}{\rho}} = \mu \cdot f_{др2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot (p_H - \left( p_1 - \frac{c_5 \cdot H_5}{F_5} \right))}{\rho}} =$$

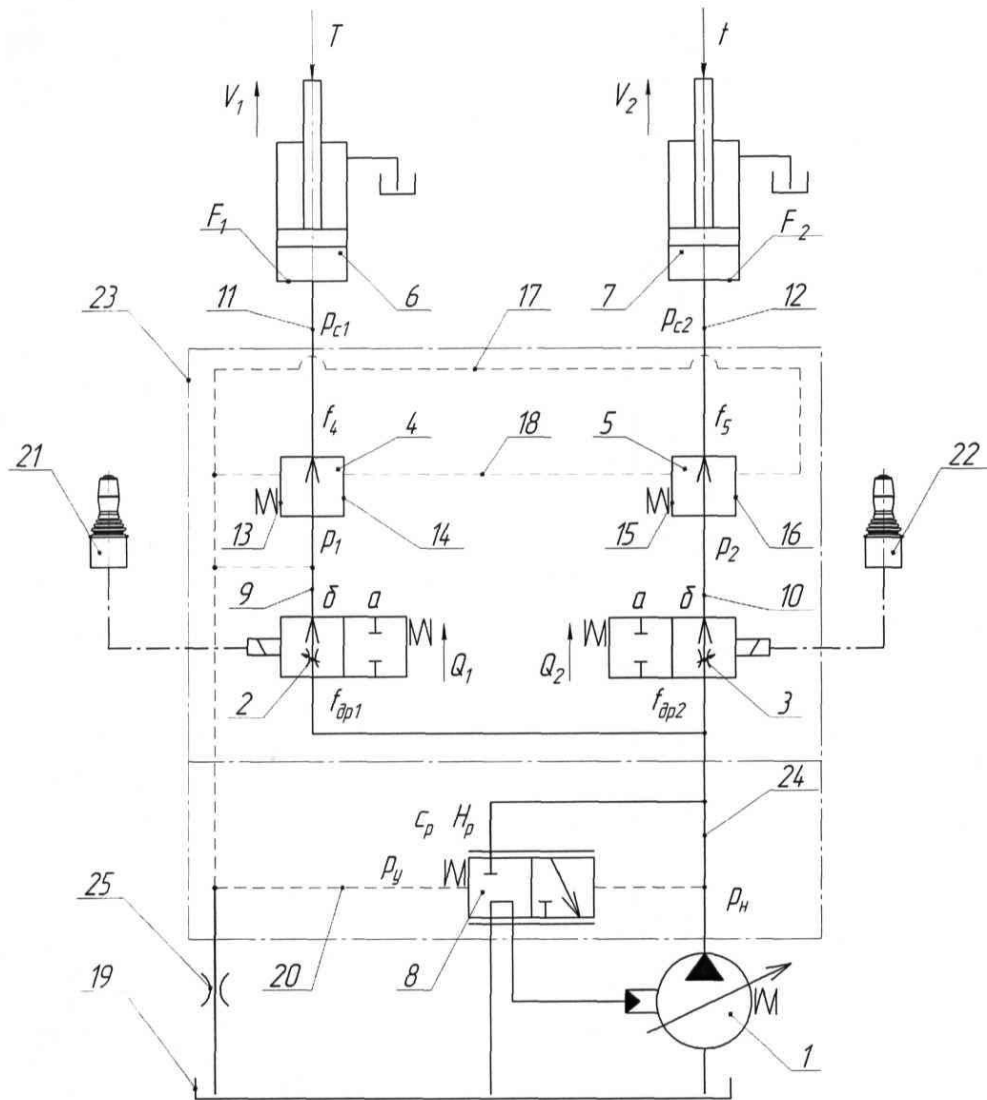
$$= \mu \cdot f_{др2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \left[ \left( p_1 + \frac{c_p \cdot H_p}{F_p} \right) - \left( p_1 + \frac{c_5 \cdot H_5}{F_5} \right) \right]}{\rho}} = \mu \cdot f_{др2} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \left[ \frac{c_p \cdot H_p}{F_p} + \frac{c_5 \cdot H_5}{F_5} \right]}{\rho}} \quad (7)$$

- 5 Оскільки в формулу 7 не входять величини навантажень  $T$  та  $t$ , то величина витрати  $Q_2$ , що надходить в гідроциліндр 7 і визначає величину швидкості руху його поршня, не буде залежати від величин навантажень  $T$  та  $t$  і може змінюватись шляхом настройки величини площі  $f_{др2}$  вікна золотника 3.

- 10 Таким чином в запропонованій гідросистемі, яка виконує ті самі функції, що і прототип (патент США № 6367365 від 09.04.2002 р.) за рахунок введення нових зв'язків, відпадає необхідність у застосуванні логічних клапанів, що спрощує конструкцію гідросистеми.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

- 15 Гідросистема, що включає насос з регулятором, до якого паралельно підключені перша та друга робочі лінії, в першу робочу лінію включено перше робоче вікно гідророзподільника, перший компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та перший гідроциліндр, в другу робочу лінію включено друге робоче вікно гідророзподільника, другий компенсатор тиску з торцевою та пружинною камерами та другий гідроциліндр, першу та другу лінії керування, що підключені на виході першого та другого робочих вікон гідророзподільника, лінію управління, що пов'язана з регулятором насоса, а також гідробак та блоки керування, які пов'язані з гідророзподільником, яка **відрізняється** тим, що перша лінія керування з'єднана з пружинною камерою першого компенсатора тиску та з торцевою камерою другого компенсатора тиску, друга лінія керування з'єднана з пружинною камерою другого компенсатора тиску та з торцевою камерою першого компенсатора тиску, крім того лінія управління підключена до першої лінії керування та через дросель малої провідності з гідробаком, а компенсатори тиску виконані нормально відкритими.
- 20
- 25



Комп'ютерна верстка С. Чулій

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