



УКРАЇНА

(19) UA (11) 34716 (13) A

(51) 6 G01F3/00, 15/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ

## ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВІНАХІДвидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) ВИТРАТОМІР

(21) 99052967

(22) 28.05.1999

(24) 15.03.2001

(46) 15.03.2001, Бюл. № 2, 2001 р.

(72) Садласа Олег Османович

(73) ІНСТИТУТ ВІНОГРАДУ І ВІНА "МАГАРАЧ"  
УКРАЇНСЬКОЇ АКАДЕМІЇ АГРАРНИХ НАУК

(57) Витратомір, який містить корпус, крильчатку з постійним магнітом і два геркони, що приєднані до електричної схеми, яка складається з приєданого

до джерела постійної напруги через обмежувальний резистор диференційного RC-кола, паралельно входу якого приєднаний перший геркон, а до виходу – пара вихідних клем, який відрізняється тим, що він обладнаний додатковим резистором і другою парою вихідних клем, при цьому додатковий резистор приєднаний послідовно з першим герконом, друга пара вихідних клем – послідовно з резистором диференційного кола, а другий геркон – паралельно основній парі вихідних клем.

Винахід відноситься до пристроїв для визначення витрати та напрямку потоку рідини чи газу в трубопроводах і бурових свердловинах.

Відомий свердловинний витратомір, який містить у собі крильчатку, тахометричний перетворювач і вузол визначення напрямку потоку, який виконаний у вигляді лопаті з фіксатором, що взаємодіє з крильчаткою, в торці якої виконаний запірний паз (а.с. СРСР № 514947, Е 21 В 47/10, 1975).

Загальні ознаки витратоміра, що заявляється, і відомого: корпус, крильчатка, тахометричний перетворювач і пристрій для визначення напрямку потоку.

Проте у відомому витратомірі вузол визначення напрямку потоку забезпечує обертання крильчатки лише в одному напрямку потоку. В разі зворотного напрямку потоку вузол фіксує крильчатку в нерухомому положенні.

Відомий й інший пристрій для контролю швидкості та напрямку руху, який містить у собі два датчика положення ротора, елементи для підрахунку числа спрацювань кожного датчика і компаратор для визначення напрямку обертання ротора (пат. Великобританії № 1363699, G 01 F 15/00, 1974).

Загальні ознаки технічного рішення, що заявляється, і відомого: крильчатка (ротор), два геркона (датчики положення ротора) і електрична схема для визначення витрати (швидкості) і напрямку руху.

Проте у відомому пристрої тривалість імпульсів, що вимірюються датчиками положення ротора, непостійна і залежить від швидкості його обертання, що не дозволяє індукувати її миттєво

значення за допомогою одного лише стрілкового приладу.

Найбільш близьким до винаходу за схемним рішенням та функціональними можливостями є пристрій для визначення швидкості напрямку переміщення об'єкту, який містить у собі два контакти датчиків, приєднані до електричної схеми, що складється з підключеної до джерела постійної напруги через обмежувальний резистор диференційовальний контакт першого датчика, а паралельно їй резистору – пара вихідних клем, послідовно з однією з яких з'єднаний контакт другого датчика. Застосування як контактів герконів, що взаємодіють з постійним магнітом, пов'язаним з крильчаткою, що встановлена в корпусі, дозволяє використовувати цей пристрій для контролю витрати та напрямку потоку рідини чи газу (а.с. СРСР № 363924, G 01 P 13/00, 1972).

Загальні ознаки технічного рішення, що заявляється, і відомого: корпус, крильчатка з постійним магнітом і два геркони, приєднаних до електричної схеми для контролю витрати і напрямку потоку, що складається з приєданого до джерела постійної напруги через обмежувальний резистор диференційовального RC-кола, паралельно входу якого приєднаний перший геркон, а до виходу – пара вихідних клем.

Проте у відомому пристрої заряджання конденсатора RC-кола відбувається через обмежувальний резистор і резистор RC-кола, а розряджання – лише через останній, що викликає нерівність сигналів, що знімаються з вихідних клем при прямому і зворотному напрямку потоку, та ускладнює контроль його миттєвої витрати. Крім того, ви-

(19) UA (11) 34716 (13) A

користання у відомому пристрої однієї пари клем, які приєднані паралельно резистору RC-кола, вимагає використання дорогих електронних вимірювальних приладів для контролю миттєвої та сумарної витрати контрольованого середовища, а недорогі прилади з низькоомним входом не можуть бути приєднаними ні до цих клем через шунтуючу дію, яку роблять їх вхідні кола на резистор RC-кола, ні послідовно з останнім, оскільки при приєднанні другого геркона послідовно з однією з вихідних клем, як це виконано у відомому пристрої, через резистор RC-кола відбувається як заряджання, так і розряджання його конденсатора, а середній за один оборот крильчатки струм інформації про величину витрати і напрямку потоку не несе.

В основу винаходу поставлене завдання вдосконалити електричну схему для контролю витрати і напрямку потоку шляхом зрівнювання струмів заряджання і розряджання конденсатора RC-кола, а також розділення між собою кіл для проходження цих струмів, що дозволить підвищити точність вимірювань, спростити вимірювальні схеми і розширити функціональні можливості витратоміра.

Для цього витратомір, який містить у собі корпус, крильчатку з постійним магнітом і два геркона, що приєднані до електричної схеми для контролю витрати і напрямку потоку, яка складається з приєданого до джерела постійної напруги через обмежувальний резистор диференціального RC-кола, паралельно входу якого приєднаний перший геркон, а до виходу — пара вихідних клем, згідно з винаходом, обладнаний додатковим резистором і другою парою вихідних клем, при цьому додатковий резистор приєднаний послідовно з першим герконом, друга пара вихідних клем — послідовно з резистором диференціального кола, а другий геркон — паралельно основній парі вихідних клем.

Введення до схеми додаткового резистора, приєданого послідовно з першим герконом, забезпечує керування струмів заряджання та розряджання конденсатора RC-кола, завдяки чому досягається рівність кола поділу вимірювальних приладів у разі прямого та зворотного напрямків потоку, спрощуються вимірювальні схеми, підвищується точність вимірювань.

Приєднання другого геркона паралельно основній парі вихідних клем забезпечує можливість відділити коло заряджання конденсатора RC-кола від його розряджання, які під час вимірювання напрямків потоку міняються місцями, завдяки чому через резистор RC-кола в разі прямого напрямку потоку проходять лише імпульси заряджання конденсатора, а в разі зворотного — лише імпульси розряджання, які мають протилежну з імпульсами заряджання полярність, що дозволяє підімкнути послідовно з цим резистором додаткову пару вихідних клем для приєднання вимірювальних приладів з низьким вхідним опором, які, як правило, мають менш складну конструкцію і меншу вартість, ніж прилади з високим вхідним опором. Таким чином, завдяки тому, що другий геркон приєднаний паралельно основній парі вихідних клем, забезпечується спрощення вимірювальних схем, зниження їх вартості та розширення функціональних можли-

востей витратоміра шляхом використання вимірювальних приладів як з високим, так і з низьким вхідним опором.

На фіг. 1 і 2 схематично зображений датчик запропонованого витратоміра у розрізі та перерізі; на фіг. 3 представлена електрична схема приладу.

Витратомір складається з корпусу 1 (фіг. 1, 2), встановленої у ньому крильчатки 2, на валі 3 якої ексцентрично закріплені постійний магніт 4 і пластина 5 з феромагнітного матеріалу. В корпусі встановлені два розмикаючих геркони 6 і 7, які розташовані на однаковій відстані від вала 3. Зони взаємодії герконів 6, 7 з постійним магнітом 4 частково перекривають одна одну. Пластина 5 служить магнітним шунтом, який забезпечує односторонній вплив поля постійного магніту 4 на геркони 6, 7. Геркони 6, 7 приєднані до електричної схеми для контролю витрати та напрямку потоку, яка складається з приєднаної клемми 8 до джерела постійної напруги через обмежувальний резистор 9 диференціального RC-кола, яке складається з конденсатора 10, резистора 11. Паралельно до входу диференціального кола приєднане коло, яке складається з послідовно з'єднаних геркона 6 і додаткового резистора 12, опір якого дорівнює опору обмежувального резистора 9. До виходу диференціального кола приєднана пара вихідних клем 13, паралельно яким приєднаний геркон 7. Послідовно з резистором 11 RC-кола приєднана додаткова пара вихідних клем 14.

Клеми 13 призначені для приєднання вимірювальних схем з високим вхідним опором, а клеми 14 — з низьким. Як приклад на фіг. 3 до клем 13 через інтегрувальне коло, що складається з резистора 15 і конденсатора 16, приєднаний самописний потенціометр 17 для запису профілю притоку і поглинання рідини чи газу через стовбур свердловини, а до клем 14 — міліамперметр 18 з нулем по середині шкали, яка проградуїрована в одиницях витрати, і послідовно з ним — два паралельних кола, кожне з яких складається з діода 19, електро-механічного лічильника імпульсів 20 та ртутного кулонометра 21 зі шкалою. Кожна поділка шкали відповідає максимальному ресурсу лічильника імпульсів 20. Наприклад, у разі використання п'яти-розрядних лічильників одна поділка кулонометра 21 відповідає  $10^5$  імпульсів. Діоди 19 в паралельних колах приєднані назустріч один одному. При короткочасних дослідженнях свердловини кулонометри 21 можуть бути відсутніми. При використанні витратоміра для контролю витрати в промислових трубопроводах з періодично змінним напрямком потоку між точками а-а схеми змість описаних вище паралельних кіл приєднується водневий кулонометр 22, який має шкалу, що проградуїрована в одиницях витрати і показує алгебраїчну суму витрат у двох напрямках потоку. При цьому клеми 13 вільні. Для більш зручного зчитування показників витратоміра між точками а-а схеми може бути встановлена перемичка 23, а до клем 13 приєднаний електронний реверсивний частотомір з одним чи двома лічильниками на виході для зчитування безпосередньо в одиницях витрати відповідно чи алгебраїчної суми витрат у двох напрямках, чи роздільно в кожному напрямку (на кресленнях частотомір не показаний).

Витратомір працює таким чином.

Під час обертання крильчатки 2 (фіг. 1, 2) постійний магніт 4 внаслідок свого ексцентричного розташування на валі 3 крильчатки 2 періодично розмикає та замикає геркони 6 і 7. У залежності від напрямку потоку контрольованого середовища крильчатка 2 обертається в той чи інший бік, змінюючи послідовність розмикання герконів 6 і 7.

У вихідному стані обидва геркони замкнуті, ємність 10 (фіг. 3) розряджена. Під час руху через витратомір контрольованого середовища зліва направо постійний магніт 4 (фіг. 2), наблизившись до геркона 6, розмикає його. Конденсатор 10 (фіг. 3) заряджається від джерела постійного струму через геркон 7 і обмежувальний резистор 9. Через те, що в цей момент геркон 7 замкнутий, різниця потенціалів на клеммах 13 і 14 дорівнює нулю. Потім розмикається геркон 7, а геркон 6 залишається розімкнутим. До цього моменту конденсатор встиг повністю зарядитися, і стан схеми не змінюється. При подальшому обертанні магніту геркон 6 розмикається, і ємність 10 розряджається через міліамперметр 18, ліве (за фіг. 3) коло, яке складається з діода 19, лічильника імпульсів 20 та кулономера 21, резистор 11, геркон 6 і резистор 12. Оскільки в цей момент геркон 7 розімкнутий, на клеммах 13 з'являється позитивний імпульс напруги, пропорційний падінню напруги на резисторі 11 (падінням напруги на міліамперметрі 18, діоді 19, лічильнику імпульсів 20 і кулонометрі 21 можна знехтувати, оскільки їх сумарний опір на 3–4 порядки нижчий опору резистора 11). Потім замикається геркон 7, але через те, що конденсатор 10 встиг розрядитися, стан схеми не змінюється.

За наступний оберт крильчатки постійний магніт здійснює аналогічний цикл розмикання та замикає герконів, викликаючи появу на клеммах 14 ще одного позитивного імпульсу струму, а на клеммах 13 – позитивного імпульсу напруги і т.д.

У разі зворотного напрямку потоку контрольованого середовища спочатку розмикається геркон 7, потім геркон 6, що приводить до появи на клеммах 14 негативного диференційованого імпульсу струму, а на клеммах 13 – такого ж імпульсу напруги. Далі геркон 7 замикається, попереджуючи появу на вихідних клеммах 14 і 13 при наступному замиканні геркона 6 позитивних імпульсів струму і напруги у разі розрядження конденсатора через резистор 12 і геркони 6, 7. На ділянці схеми між точками а–а негативні імпульси струму проходять через праву за фіг. 3 гілку, яка складається з кулонометра 21, лічильника імпульсів 20 і діода 19.

Таким чином, при обертанні крильчатки у тому чи іншому напрямку на вихідних клеммах 13 і 14 формується серія диференційованих імпульсів напруги і струму, полярність яких однозначно відповідає напрямку потоку. Через те, що опір додаткового резистора 12 дорівнює опору обмежувального резистора 9, заряджання і розряджання конденсатора відбувається через кола, які мають однаковий опір, що забезпечує постійну та однакову для позитивних і негативних диференційованих вихідних імпульсів тривалість. Постійна часу диференціювання кола на декілька порядків менша періоду обертання крильчатки, тому конденсатор 10 завжди встигає заряджатися і розряджатися до однієї і тієї ж величини напруги, що забезпечує постійність амплітуди вихідних імпульсів. Отже, по-

зитивні та негативні вихідні імпульси струму, маючи однакові та постійні амплітуду і тривалість, несуть у собі постійну, суворо дозовану кількість електрики, що дозволяє при контролі миттєвої і сумарної витрати середовища, а також напрямку потоку використовувати відносно дешеві та компактні вимірювачі струму і кількості електрики.

Міліамперметр 18 вимірює середнє значення  $I_{cp}$  імпульсного струму, що проходить через клемми 14:

$$I_{cp} = C \cdot U_0 \cdot f;$$

де:  $C$  – ємність конденсатора 10;

$U_0$  – перепад напруги на конденсаторі 10;

$f$  – частота надходження імпульсів струму.

Оскільки ємність конденсатора  $C$  і перепад напруги  $U_0$  – величини постійні, середній струм  $I_{cp}$ , що протікає через міліамперметр 18, пропорційний частоті  $f$  надходження імпульсів, яка пропорційна миттєвій витраті контрольованого середовища. Напрямок потоку визначається за положенням стрілки міліамперметра 18 (зліва чи справа від нуля). Через те, що частота  $f$  надходження імпульсів струму, як правило, більша власної частоти коливань стрілки вимірювального приладу, коливання останньої під час вимірювання середнього струму не відбувається аж до мінімальної частоти  $f = (2-3)$  Гц. Максимальна частота струму, а значить, і частота обертання крильчатки визначається максимальною частотою спрацювання герконів (100–300 Гц).

Між точками а–а схеми (фіг. 3) кожний імпульс струму, проходячи у залежності від його полярності через ліву чи праву гілку вимірювальних приладів, що призначені для контролю загальної витрати середовища, збільшує показники відповідного лічильника 20 на одиницю і переміщує вказівник кулонометра 21 вздовж його шкали в бік збільшення. Загальна витрата контрольованого середовища в одному та іншому напрямках потоку зчитується з відповідного кулонометра та лічильника імпульсів як сума добутку повних поділок ртутного кулонометра 21 на  $10^5$  (у разі використання п'ятирозрядних лічильників імпульсів 20) і показань лічильника імпульсів 20. Одержане значення загальної витрати у відносних одиницях (кількість імпульсів) може бути переведене в одиниці витрати шляхом помноження його на коефіцієнт, що відповідає витраті середовища на один оберт крильчатки.

Таким чином, недорогий ртутний кулонометр служить для підвищення розряду лічильника імпульсів при тривалих дослідженнях свердловини. В разі короточасних замірів витрати і напрямку потоку точковим методом за глибиною стовбура свердловини кулонометр може не застосовуватися.

В разі приєднання до точок а–а схеми водневого кулонометра 22 (чи іншого відомого інтегратора струму), проградуйованого в одиницях витрати, можна вимірювати загальну витрату у вигляді різниці (алгебраїчної суми) загальних витрат у двох напрямках, чи, приєднавши послідовно з кулонометром діод, – загальну витрату в одному напрямку.

Інтегровальне коло, яке складається з резистора 15 і конденсатора 16, служить для згладжу-

вання вихідних імпульсів. Постійна складова напруги  $U_0$  на конденсаторі 16 має вираз:

$$U_0 = U_u \cdot t_u \cdot f;$$

де  $U_u$  – напруга вихідних сигналів;  
 $t_u$  – їх тривалість.

Оскільки амплітуда і тривалість вихідних імпульсів при прямому та зворотному потоку величини постійні, напруга  $U_0$ , що вимірюється приладом 17, пропорційна частоті  $f$  надходження імпульсів.

тобто миттєвій витраті середовища, а знак цієї напруги визначає напрямок потоку.

Замість самописного приладу 17 до конденсатора 16 може бути приєднаний інтегратор напруги для індукування загальної витрати чи (і) мілівольтметр з нулем посередині шкали для контролю миттєвої витрати і напрямку потоку. Використання мілівольтметра замість міліамперметра доцільно в разі контролю дуже малих витрат, які відповідають частоті обертання крильчатки менше трьох обертів за секунду.

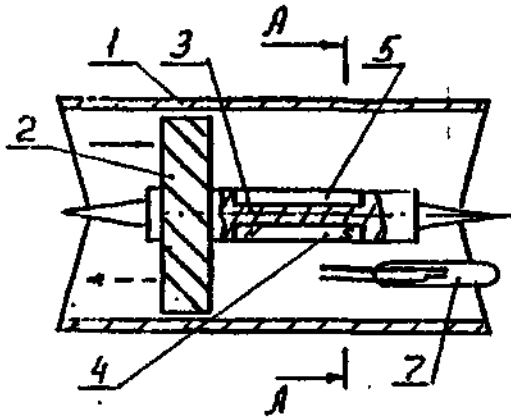


Fig. 1

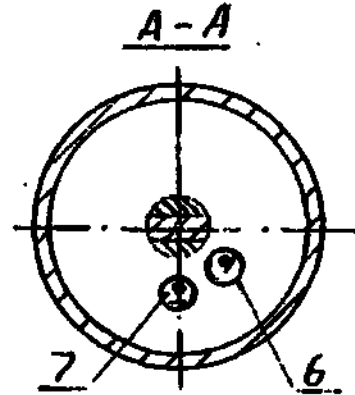


Fig. 2

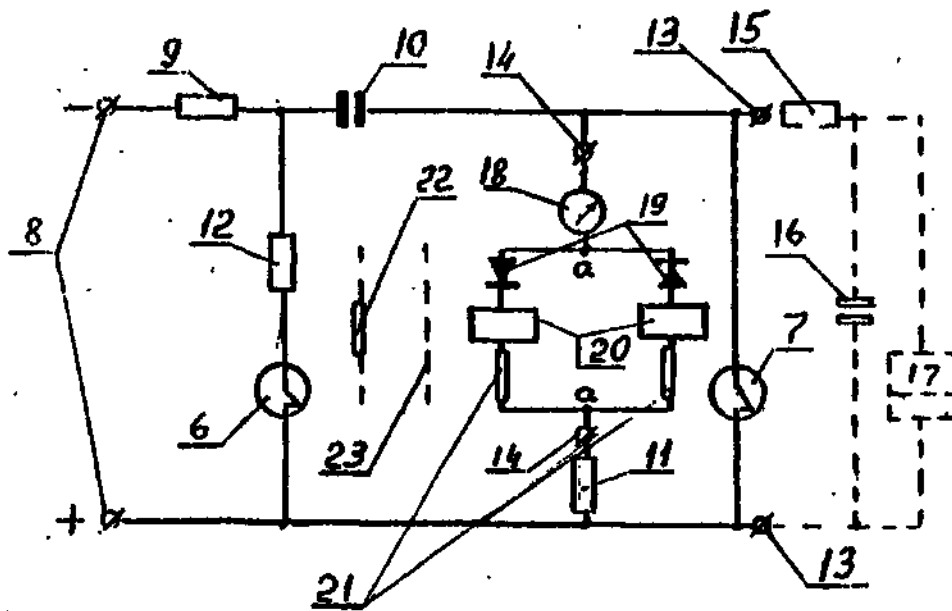


Fig. 3

Тираж 50 экз.

Відкрите акціонерне товариство «Патент»  
 Україна, 88000, м. Ужгород, вул. Гагаріна, 101  
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03