



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **149246** (13) **U**  
(51) МПК (2021.01)  
**G01N 27/00**

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ"

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

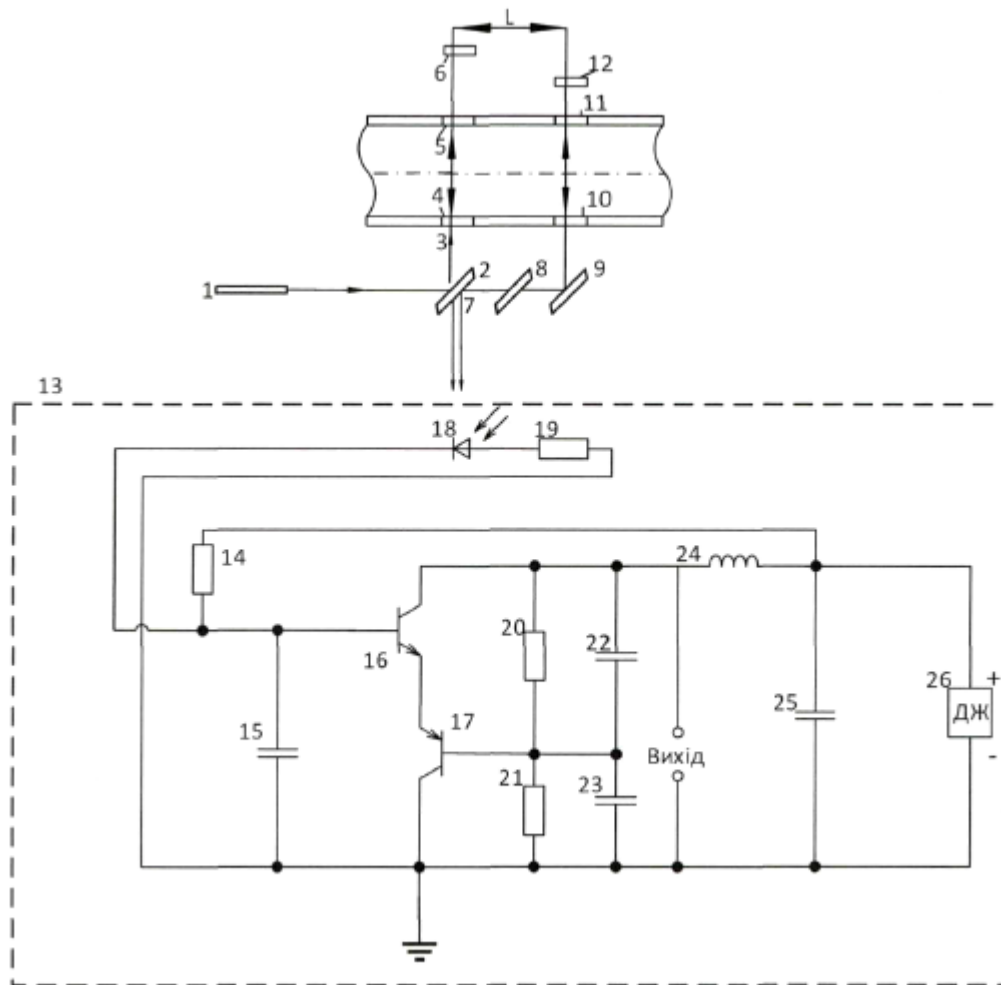
<p>(21) Номер заявки: <b>u 2021 03303</b></p> <p>(22) Дата подання заявки: <b>14.06.2021</b></p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: <b>28.10.2021</b></p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: <b>27.10.2021, Бюл.№ 43</b></p>	<p>(72) Винахідник(и): <b>Осадчук Олександр Володимирович (UA), Осадчук Володимир Степанович (UA), Осадчук Ярослав Олександрович (UA), Ільчук Дмитро Русланович (UA), Пастушенко Ганна Олександрівна (UA)</b></p> <p>(73) Володілець (володільці): <b>ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</b></p>
---	---

**(54) РАДІОВИМІРЮВАЛЬНИЙ ПРИСТРІЙ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ РІДКИХ І ГАЗОПОДІБНИХ РЕЧОВИН**

**(57) Реферат:**

Радіовимірювальний пристрій з частотним виходом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини, що встановлені на оптичній осі променя, два основних дзеркала, дві оптичні скляні пластини, одне додаткове дзеркало, яке разом із двома напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить два біполярних транзистори, два конденсатори, три резистори, фотодіод, індуктивність і джерело постійної напруги, причому перший вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом першого конденсатора, а другий вивід першого резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер другого біполярного транзистора з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, колектор якого з'єднаний з першим виводом другого резистора та першим виводом індуктивності, другий вивід якої під'єднаний до першого виводу другого конденсатора та першого полюса джерела постійної напруги, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора, катод фотодіода з'єднано з базою першого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора, причому в нього введено четвертий резистор та третій і четвертий конденсатори, причому перший вихід четвертого резистора з'єднаний з анодом фотодіода, а другий вивід четвертого резистора з'єднаний з другими выводами першого та третього конденсаторів та третього резистора.

UA 149246 U



Корисна модель належить до області контрольно-виміральної техніки і може бути використана при вимірюванні витрати і газоподібних середовищ у трубопроводах, а також в різноманітних пристроях автоматичного керування.

5 Відомий пристрій, що описаний в авторському свідоцтві СРСР № 802853, М.кл. G01 N21/45, опубл. 07.02.81, бюл. № 5 "Спосіб рефрактометрії оптично прозорих рідин і газів". Пристрій містить джерело світла, напівпрозоре дзеркало, яке розподіляє промінь світла від джерела світла на два промені, кювети з досліджувальним середовищем, дзеркала, лічильник і пристрій для пересування кювети.

Недоліком пристрою є недостатня точність вимірювання.

10 Відомий пристрій для вимірювання витрати газу [див. Патент України № 73394, кл. G01 N 21/45, Бюл. № 7, 2005], який містить джерело випромінювання, ємність з досліджуваним середовищем, напівпрозорі пластини і два дзеркала, які знаходяться на оптичних осях по ходу оптичних променів, а також вузол вимірювання оптичної різниці ходу променів, причому в якості ємності з досліджуваним середовищем використано трубопровід з газом, виконаний із двома симетричними відносно осі трубопроводу і розташованими за напрямком потоку парами отворів, що закриті оптичними скляними пластинами, крім того додатково містить ще одне дзеркало, дзеркала розташовані за межами трубопроводу, причому додаткове дзеркало та напівпрозорі пластини розміщені на одній оптичній осі з джерелом випромінювання.

Недоліком такого пристрою є недостатня чутливість і точність виміру витрат газу.

20 Найближчим аналогом обрано пристрій для вимірювання витрати газу з частотним виходом [Патент України № 34121, М.кл. G01N 21/45, опубл. 25.07.2008, бюл. № 14], який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини на оптичній осі променя, чотири оптичні скляні пластини, три дзеркала, два основних і одне додаткове, які разом із напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить два біполярних транзистори, два конденсатори, індуктивність, три резистори, фотодіод і два джерела постійної напруги, причому перший вивід першого резистора з'єднаний з першим полюсом першого джерела постійної напруги, першим виводом першого конденсатора, а другий вивід резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер першого біполярного транзистора з'єднаний з емітером другого біполярного транзистора, причому колектор першого біполярного транзистора з'єднаний з анодом фотодіода, першим виводом другого резистора та першим виводом індуктивності, другий вивід якої під'єднаний до першого виводу другого конденсатора та першого полюса другого джерела постійної напруги, катод фотодіода з'єднано з базою другого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора та першим виводом третього резистора, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором біполярного транзистора, другим виводом третього резистора, другим виводом другого конденсатора та з 35 другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги.

Недоліком такого пристрою є недостатня чутливість і точність виміру витрат газу.

40 В основу корисної моделі поставлена задача створення радіовимірального пристрій з частотним виходом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, в якому введення нових елементів та зв'язків забезпечує можливість перетворення величини витрат газу в частоту, що приводить до підвищення точності і чутливості виміру витрат газу.

45 Поставлена задача досягається тим, що радіовимірвальний пристрій з частотним виходом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини, що встановлені на оптичній осі променя, два основних дзеркала, дві оптичні скляні пластини, одне додаткове дзеркало, яке разом із двома напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить два біполярних транзистори, два конденсатори, три резистори, фотодіод, індуктивність і джерело постійної напруги, причому 50 перший вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом першого конденсатора, а другий вивід першого резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер другого біполярного транзистора з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, колектор якого з'єднаний з першим виводом другого резистора та першим виводом індуктивності, другий вивід якої під'єднаний до першого виводу другого конденсатора та першого полюса джерела постійної напруги, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора, катод фотодіода з'єднано з базою першого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора, крім того в нього введено четвертий резистор та третій і 55 четвертий конденсатори, причому перший вихід четвертого резистора з'єднаний з анодом фотодіода, а другий вивід четвертого резистора з'єднаний з другими виводами першого та 60 третього конденсаторів та третього резистора.

Суть корисної моделі пояснюється кресленням, де на кресленні подано схему пристрою.

Радіовимірjuвальний пристрій з частотним виходом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, чотири оптичні скляні платини 4, 5, 10, 11 дві напівпрозорі пластини 2 та 8 два основних дзеркала 6 та 12, одне додаткове дзеркало 9, яке разом із двома напівпрозорими пластинами 8 та 2 розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання 1, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний 13, який складається з двох біполярних транзисторів 16,17, чотирьох конденсаторів відповідно, 15, 25, 22 та 23, чотирьох резисторів 14, 20, 21 та 19 відповідно, індуктивності 24, фотодіода 18 та джерела постійної напруги 26, причому перший вивід фотодіода 18 з'єднаний з першим виводом першого резистора 14, другий його вивід з'єднаний з базою першого біполярного транзистора 16, який сполучений з індуктивністю 24 та емітером другого біполярного транзистора 17, База другого біполярного транзистора 17 зв'язана з резисторами 14, 20, 21, 19 та конденсаторами 15, 25, 22 та 23. Один з виводів індуктивності 24 підключений к виходу електричної схеми, а другий вивід до к позитивному полюсу джерела напруги 26. Промінь світла при роботі пристрою розподіляється на дві частини. Позицією 3 позначений промінь світла, що є відбитим напівпрозорою пластиною 2, позицією 7 - промінь світла, який є таким, що проходить через цю пластину.

Пристрій працює наступним чином.

Промінь світла від джерела випромінювання 1 падає на першу напівпрозору пластину 2, при цьому промінь світла 3 відбивається першою напівпрозорою пластиною 2 у напрямку першого основного дзеркала 6. Промінь світла 7 проходить через другу напівпрозору пластину 8 та розповсюджується в напрямку додаткового дзеркала 9. Промінь світла 3 проходить через оптичні скляні пластини 4 і 5, відбивається від дзеркала 6 і повертається до першою напівпрозорої пластини 2, двічі проходячи через обсяг газу, що характеризується тиском  $p_1$ , коефіцієнтом заломлення  $n_1$ . Потім промінь світла 3 повертається, проходячи через першу напівпрозору пластину 2, поширюється в напрямку перетворювача оптичного сигналу в частотний 13.

Промінь світла 7 відбивається від додаткового дзеркала 9, проходить через оптичні скляні пластини 10 та 11, відбивається від другого основного дзеркала 12, двічі проходячи через обсяг газу, що характеризується тиском  $p_2$ , коефіцієнтом заломлення  $n_2$ , відбивається від додаткового дзеркала 9 і повертається до першої напівпрозорої пластини 2, після чого розповсюджується в напрямку перетворювача оптичного сигналу в частотний 13. При дотриманні умов когерентності пучки променів світла 3 і 7 будуть інтерферувати. Результат інтерференції залежить від оптичної різниці ходу променів від першої напівпрозорої пластини 2 до основних дзеркал 6 та 12 і назад. В зв'язку з тим, що промінь світла 3 проходить через товщу першої напівпрозорої пластини 2 тричі, а промінь світла 7 тільки один раз, пристрій містить другу напівпрозору пластину 8, яка компенсує виникаючу оптичну різницю ходу променів.

Оптичні довжини шляху, який проходять перший і другий промені через обсяг газу, різні при проходженні газу по трубопроводу.

Витрата газу пов'язана з різницею тисків у двох перетинах трубопроводу визначається

$$Q = \frac{p_1 - p_2}{8\mu l} \pi R^4$$

де  $Q$  - витрата газу;  $p_1 - p_2$  - різниця тисків у двох перетинах трубопроводу;  $\mu$  - динамічна в'язкість газу;  $l$  - відстань між перетинами;  $R$  - радіус трубопроводу.

Рівняння стану ідеального газу має вигляд

$$p = Nk_0T$$

де  $N$  - число молекул в одиниці об'єму речовини;  $k_0$  - стала Больцмана;  $T$  - абсолютна температура.

Коефіцієнт заломлення газу дорівнює

$$n = 1 + \frac{2\pi N e^2}{\epsilon_0 \sum_K \frac{f_{OK}}{\omega^2 + \omega_K^2}}$$

де  $n$  - коефіцієнт заломлення газу;  $\epsilon_0$  - діелектрична проникність;  $e$  - заряд електрона;  $m$  - маса електрона;  $OK$  - власні частоти коливань електронів;  $\omega$  - частота світлового випромінювання.

Різниця оптичного ходу променів 3 і 7 визначається за формулою

$$L = (n_1 - n_2)2R$$

При використанні інтерферометра максимумами інтенсивностей інтерферуючих хвиль спостерігаються при виконанні наступної умови

$$(n_1 - n_2)2R = \lambda_0 k,$$

де  $\lambda_0$  - довжина хвилі випромінювання;  $k=0,1,2,\dots$  - визначається вузлом вимірювання оптичної різниці ходу променів.

Таким чином, залежність витрати газу від показань лічильника має вид

$$Q = zPk,$$

де  $z$  - коефіцієнт пропорційності.

Показник різниці ходу променів пропорційний одиниці вимірювання витрати газу ( $m^3/c$ ). Коефіцієнт пропорційності визначений методом торирування витрати до числа, що виражає відношення оптичної різниці ходу променів до довжини хвилі світла, тобто показанню вузла вимірювання оптичної різниці ходу променів. Результат вимірів у  $m^3/c$ .

Після того як промінь світла приймається фотодіодом 18 перетворювача оптичного сигналу в частотний 13, він зумовлює пропорційну до витрат газу зміну напруги на виході фото діода 18, яка у свою чергу змінює ємність коливального контуру, а це викликає ефективну зміну резонансної частоти, при цьому можлива лінеаризація функції перетворення шляхом вибору величини постійної напруги живлення. Через перший 14, другий 20 та третій 21 резистори і третій 22 та четвертий 23 конденсатори здійснюється режим живлення пристрою від джерела постійної напруги 26. Перший конденсатор 15 запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги 26. Підвищення напруги до величини, коли на електродах колектора першого біполярного транзистора 16 і на емітері другого біполярного транзистора 17 виникає від'ємний опір, який приводить до виникнення коливань в контурі, утворений паралельним включенням повного опору з ємнісним характером на електродах колектор-емітер біполярних транзисторів 16 та 17 та повним опором з індуктивним характером другого резистора 20. При наступній дії світлового потоку змінюється вихідна напруга на фотодіоді 18, яка змінює ємнісну складову повного опору на електродах емітер-емітер біполярних транзисторів 16 та 17, а це викликає зміну резонансної частоти коливального контуру. Введення в ємнісний елемент коливального контуру четвертого резистора 19, третього та четвертого конденсаторів 22, 23 та виконання елемента індуктивності у вигляді елемента пасивної індуктивності 24 дозволяє суттєво підвищити чутливість пристрою і точність вимірювання.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Радіовимірювальний пристрій з частотним виходом для вимірювання рідких і газоподібних речовин, який містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини, що встановлені на оптичній осі променя, два основних дзеркала, дві оптичні скляні пластини, одне додаткове дзеркало, яке разом із двома напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом випромінювання, а також перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить два біполярних транзистори, два конденсатори, три резистори, фотодіод, індуктивність і джерело постійної напруги, причому перший вивід першого резистора з'єднаний з першим виводом першого конденсатора, а другий вивід першого резистора з'єднаний з базою першого біполярного транзистора, емітер другого біполярного транзистора з'єднаний з емітером першого біполярного транзистора, колектор якого з'єднаний з першим виводом другого резистора та першим виводом індуктивності, другий вивід якої під'єднаний до першого виводу другого конденсатора та першого полюса джерела постійної напруги, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з колектором першого біполярного транзистора, катод фотодіода з'єднано з базою першого біполярного транзистора, другим виводом другого резистора, який **відрізняється** тим, що в нього введено четвертий резистор та третій і четвертий конденсатори, причому перший вихід четвертого резистора з'єднаний з анодом фотодіода, а другий вивід четвертого резистора з'єднаний з другими выводами першого та третього конденсаторів та третього резистора.

