УКРАЇНА

(19) UA (11) 34077 (13) U

(51) МПК
G01N 21/45 (2008.01)

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

ОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під відповідальність власника патенту

(54) ОПТИЧНИЙ ВИТРАТОМІР ГАЗУ З ЧАСТОТНИМ ВИХОДОМ

(21) u200802990
(22) 07.03.2008
(24) 25.07.2008
(46) 25.07.2008, Бюл.№ 14, 2008 р.
(72) ОСАДЧУК ВОЛОДИМИР СТЕПАНОВИЧ, UA, ОСАДЧУК ОЛЕКСАНДР ВОЛОДИМИРОВИЧ, UA, ДЕУНДЯК ВОЛОДИМИР ПЕТРОВИЧ, UA, ДЕУНДЯК МАРИНА ВОЛОДИМИРІВНА, UA
(73) ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA
(57) Оптичний витратомір газу з частотним виходом, що 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, який **відрізняється** тим, що в нього введено перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить уніполярний транзистор, біполярний транзистор, два конденсатори, індуктивність, резистор, фоторезистор і два джерела постійної напруги, причому перший вивід резистора з'єднаний з першим полюсом першого джерела постійної напруги, першим виводом першого конденсатора, а другий вивід резистора з'єднаний з базою біполярного транзистора, емітер біполярного транзистора з'єднаний з витоком польового транзистора, причому колектор біполярного транзистора з'єднаний з другим виводом фоторезистора та першим виводом індуктивності, другий вивід якої під'єднаний до першого виводу другого конденсатора та першого полюса другого джерела постійної напруги, перший вивід фоторезистора з'єднаний з затвором польового транзистора, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з стоком польового транзистора, другим виводом другого конденсатора та з другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги.

1

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

Відомий пристрій, що базується на способі рефрактометрії оптично прозорих рідин і газів [а.с. СССР №802853, МПК Є01 N21/45, опубл. 07.02.81. Бюл. №5], який містить джерело світла, напівпрозоре дзеркало, яке розподіляє промінь світла від джерела світла на два промені, кювети з досліджуваним середовищем, дзеркала, лічильник і пристрій для пересування кювети.

Недоліком такого пристрою є те, що датчики (у даному випадку дзеркала) розміщені в досліджуваному середовищі, а значить його змінюють, ці зміни призводять до істотної похибки вимірювання.

За прототип обрано пристрій для вимірювання витрати газу [див. Патент України №2003065818, кл. G01 N 21/45, Бюл. №7, 2005], який містить джерело випромінювання, ємність з досліджуваним середовищем, напівпрозорі пластини і два

2

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 низька чутливість і точність виміру витрат газу.

В основу корисної моделі поставлена задача створення оптичного витратоміра газу з частотним виходом, в якому за рахунок введення нових блоків і зв'язків між ними досягається можливість перетворення величини витрат газу у частоту, що приводить до підвищення чутливості і точності виміру витрат газу.

Поставлена задача вирішується тим, що в оптичний витратомір газу з частотним виходом, який

(19) UA (11) 34077 (13) U

містить джерело випромінювання, дві напівпрозорі пластини на оптичній осі променю, чотири оптичні скляні пластини, три дзеркала, два основних і одне додаткове, які разом із напівпрозорими пластинами розміщено на одній оптичній осі з джерелом світлового випромінювання, введено перетворювач оптичного сигналу в частотний, який містить уніполярний транзистор, біполярний транзистор, два конденсатори, індуктивність, резистор, фоторезистор і два джерела постійної напруги, причому перший вивід резистора з'єднаний з першим полюсом першого джерела постійної напруги, першим виводом першого конденсатора, а другий вивід резистора з'єднаний з базою біполярного транзистора, емітер біполярного транзистора з'єднаний з витоком польового транзистора, причому колектор біполярного транзистора з'єднаний з другим виводом фоторезистора та першим виводом індуктивності, другий вивід якої під'єднаний до першого виводу другого конденсатора та першого полюса другого джерела постійної напруги, перший вивід фоторезистора з'єднано з затвором польового транзистора, другий вивід першого конденсатора з'єднаний з стоком польового транзистора, другим виводом другого конденсатора та з другими полюсами першого та другого джерел постійної напруги.

На кресленні подано схему оптичного витратоміра газу з частотним виходом. Пристрій містить джерело випромінювання 1, оптичні скляні пластини 4, 5, дзеркала 6, 12, додаткове дзеркало 9, яке разом із напівпрозорими пластинами 8 і 2 розміщені на одній оптичній осі з джерелом світлового випромінювання 1, оптичні скляні пластини 10, 11, промінь світла 3, є відбитим напівпрозорою пластиною 2, а промінь світла 7 проходить через напівпрозору пластину 2, відбиті від дзеркал 6 і 12 промені приймаються введеним в пристрій, перетворювачем оптичного сигналу в частотний 13, що складається з конденсаторів 16, 21, фоторезистора 19, уніполярного транзистора 18, резистора 15, біполярного транзистора 17, індуктивності 20, джерел постійної напруги 14, 22. Вихід пристрою утворений другим виводом фоторезистора 19 і загальною шиною.

Оптичний витратомір газу з частотним виходом працює таким чином.

Промінь світла від джерела випромінювання 1 падає на напівпрозору пластину 2, одна половина променя 3 відбивається напівпрозорою пластиною 2 у напрямку дзеркала 6, друга половина 7 проходить через напівпрозору пластину 8 та розповсюджується в напрямку додаткового дзеркала 9. Промінь 3 проходить через оптичні скляні пластини 4 і 5, відбивається від дзеркала 6 повертається до напівпрозорої пластини 2, двічі проходячи через обсяг газу, що характеризується тиском p_1, коефіцієнтом заломлення n_1. Потім промінь 3 повертається і, проходячи крізь напівпрозору пластину 2, поширюється в напрямку перетворювача оптичного сигналу в частотний 13. Промінь 7 відбивається від додаткового дзеркала 9, проходить через оптичні скляні пластини 10 і 11, відбивається від дзеркала 12, двічі проходячи через обсяг газу, що характеризується тиском p_2, коефіцієнтом заломлення n_1 відбивається від додаткового дзеркала 9 і повертається до напівпрозорої пластини 2. Промінь 7, що відбився від напівпрозорої пластини 2, розповсюджується в напрямку перетворювача оптичного сигналу в частотний 13. При дотриманні умов когерентності промені 3 і 7 будуть інтерферувати. Результат інтерференції залежить від оптичної різниці ходу променів від напівпрозорої пластини 2 до дзеркал 6 і 12 і назад. Тому що промінь 3 проходить товщу напівпрозорої пластини 2 тричі, а промінь 7 - тільки один раз, то в конструкцію витратоміра вводять додаткову напівпрозору пластину 8, щоб компенсувати виникаючу оптичну різницю ходу.

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 рівнянням

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

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

Рівняння стану ідеального газу має вигляд

$p=N \cdot k_0 \cdot T$,

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

Коефіцієнт переломлення газу дорівнює

$$n^2 = 1 + \frac{N}{\varepsilon_0} \sum_K \frac{e^2/m}{\omega_{OK}^2 + \omega^2} ,$$

де n - коефіцієнт заломлення газу; ε_0 - діелектрична проникність; e – заряд електрона; m - маса електрона; ОК - власні частоти коливань електронів; ω - частота світлового випромінювання.

Різниця оптичного ходу променів 3 і 7 визначається за формулою

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

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

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

де λ_0 - довжина хвилі випромінювання; k=0,1,2...- визначається вузлом вимірювання оптичної різниці ходу променів.

Таким чином, залежність витрати газу від показань лічильника має вид

$Q=z \cdot P \cdot k$,

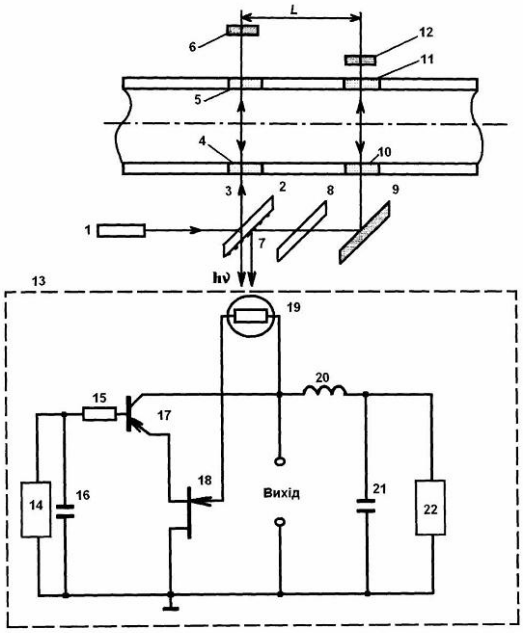
де z - коефіцієнт пропорційності.

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

Після того як промінь світла приймається фоторезистором 19 перетворювача оптичного сигналу в частотний 13, він зумовлює пропорційну до витрат газу зміну напруги на виході фоторезистора, 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 резистор 15 і конденсатори 16, 21 здійснюється електричний режим живлення пристрою від джерел постійної напруги 14, 22. Конденсатор 16 запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги 14, а конденсатор 21 запобігає проходженню змінного струму через джерело постійної напруги 22. Підвищення напруги джерел постійної напруги 14, 22 до величини, коли на електродах витоку польового транзистора 18 і емітера біполярного транзистора 17 виникає від'ємний опір, який приводить до виникнення електричних коливань в контурі, який утворений паралельним включенням повного опору з ємнісним характером на електродах витік-емітер польового транзистора 18 і біполярного транзистора 17 та повним опором з індуктивним характером 20. При наступній дії променя світла, змінюється вихідна напруга на фоторезисторі, яка змінює ємнісну складову повного опору на електродах витік-емітер польового транзистора 18 і біполярного транзистора 17, а це викликає зміну резонансної частоти коливального контуру.

Використання запропонованої корисної моделі для вимірювання витрат газу суттєво підвищує чутливість і точність вимірювання інформативного параметру за рахунок виконання ємнісного елемента коливального контуру у вигляді біполярного і польового транзисторів, а індуктивного елемента коливального контуру у вигляді пасивної індуктивності.



Фіг.

Комп'ютерна верстка А. Крижанівський Підписне Тираж 26 прим.

Міністерство освіти і науки України

Державний департамент інтелектуальної власності, вул. Урицького, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

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