



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 82190

(13) C2

(51) МПК (2006)

G01N 22/00

G01F 13/00

G01F 1/66

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ШВИДКОСТІ І ЯКІСНОГО СКЛАДУ РЕЧОВИНИ

1

(21) 20041109048

(22) 05.11.2004

(24) 25.03.2008

(46) 25.03.2008, Бюл. № 6, 2008 рік

(72) ШИРОКОВ ІГОР БОРИСОВИЧ, UA, ПОЛІВКІН
СЕРПІЙ МИКОЛАЙОВИЧ, UA(73) СЕВАСТОПОЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, UA

(56) SU 672494, 05.07.1979

UA 76182 C2, 15.10.2004

US 3727454, 17.04.1973

US 4114439 A, 19.09.1978

US 4478088, 23.10.1984

(57) Пристрій для визначення швидкості і якісного складу речовини, який містить високочастотний генератор, передавальну антену, змішувач, який відрізняється тим, що до виходу високочастотного генератора підключений вхідний порт першого спрямованого відгалужувача, перший вихідний порт якого з'єднаний із вхідним портом другого спрямованого відгалужувача,

2

причому перший вихідний порт другого спрямованого відгалужувача з'єднаний з передавальною антенною, а другий порт другого спрямованого відгалужувача з'єднаний із входом каліброваного фазообертача, вихід якого підключений до опорного входу фазового детектора, причому до сигнального входу фазового детектора підключена приймальна антена допоміжного каналу, а вихід фазового детектора з'єднаний із входом суматора, вихід якого з'єднаний з опорним входом аналогово-цифрового перетворювача, а до другого вихідного порту першого спрямованого відгалужувача підключений перший вхід змішувача, причому другий вхід змішувача з'єднаний із приймальною антенною основного каналу, а вихід змішувача підключений до входу селективного підсилювача-обмежника, вихід якого з'єднаний із входом перетворювача частота-напруга, вихід якого підключений до сигнального входу аналогово-цифрового перетворювача.

Винахід відноситься до області електричних вимірів і може бути використаний при вимірі параметрів потоку речовини.

Відомі пристрої виміру швидкості потоку і витрати речовини засновані на використанні ефекту Допплера, що має місце при розсіюванні електромагнітних хвиль на природних чи штучних неоднорідностях (мітках) контрольованої речовини в потоці, або на непрямому сприйнятті інформації про потік, коли гідродинамічні параметри потоку роблять деформуючий чи інший вплив на датчик, змінюючи його характеристики. Дані пристрої описані в книзі Кремлівського П. П. «Расходомеры и счетчики количества», Л.: Машиностроение, 1989. - 701с. - на сторінках 448-455. Однак, при реалізації вимірників перерахованими методами виникають проблеми з забезпеченням їхньої точності і швидкодії.

Найбільш близьким по технічній суті до передбачуваного винаходу є пристрій для

визначення швидкості потоку речовини, заснований на вимірі величини доплерівського зрушення частот, що виникає при поширенні електромагнітної хвилі через контрольовану речовину, що рухається в потоці. Даний пристрій описаний у книзі Вікторова В.А. і ін. «Радиоволновые измерители параметров технологических процессов», М.: Энергоатомиздат, 1989. - 208с. на сторінках 132-137.

Даний пристрій складається з передавального і прийомного тракту. Передавальний тракт складається з високочастотного генератора, за допомогою якого генерують безупинні високочастотні коливання частотою f_0 і підключеної до нього передавальної антени, що має спрямованими властивостями, за допомогою якої випромінюють електромагнітну хвилю частотою f_0 у напрямку прийомної антени під деяким кутом до напрямку руху речовини в потоці.

(13) C2

(11) 82190

(19) UA

Прийомний тракт складається з прийомної антени, що має необхідні властивості спрямованості, за допомогою якої приймають електромагнітну хвилю, випромнену передавальною антеною і перетворюють її у високочастотні коливання, змішувача, за допомогою якого виділяють сигнал, що містить інформацію про швидкість потоку речовини, і фільтра, що виділяє корисний сигнал із суміші, що утвориться на виході змішувача.

Однак пристрій, реалізований таким чином, має невисоку точність, що зв'язано з відсутністю в ньому обліку зміни величини доплерівського зрушення частоти при зміні електрофізичних параметрів речовини, крім того, не дозволяє визначити електрофізичні параметри речовини, швидкість потоку якої вимірюється.

В основу винаходу покладена задача зниження помилок виміру швидкості потоку речовини і забезпечення можливості одночасного одержання інформації про швидкість потоку речовини і електрофізичні параметри речовини в потоці. Вона вирішується шляхом того, що в пропонованому пристрої використаний високочастотний генератор, до виходу якого підключений вхідний порт першого спрямованого відгалужувача, перший вихідний порт якого з'єднаний із вхідним портом другого спрямованого відгалужувача, причому перший вихідний порт другого спрямованого відгалужувача з'єднаний з передавальною антеною, а другий порт другого спрямованого відгалужувача з'єднаний із входом каліброваного фазообертача, вихід якого підключений до опорного входу фазового детектора, причому до сигнального входу фазового детектора підключена прийомна антена допоміжного каналу, а вихід фазового детектора з'єднаний з першим входом суматора, на другий вхід якого надходить напруга зсуву, причому вихід суматора з'єднаний з опорним входом аналогово-цифрового перетворювача (АЦП), а до другого вихідного порту першого спрямованого відгалужувача підключений перший вхід змішувача, причому другий вхід змішувача з'єднаний із прийомною антеною основного каналу, а вихід змішувача підключений до входу селективного підсилювача-обмежника, вихід якого з'єднаний із входом перетворювача частота-напруга, вихід якого підключений до сигнального входу АЦП.

Порівняння пропонованого пристрою з уже відомими пристроями і прототипом показує, що пристрій, що заявляється, виявляє нові технічні властивості, що полягають у можливості одночасного незалежного визначення швидкості потоку речовини і його якісного складу без необхідності прямого контакту з речовиною й усуненні погіршості виміру швидкості потоку речовини, зв'язаної зі зміною електрофізичних властивостей речовини в потоці.

Ці властивості передбачуваного винаходу є новими, тому що в пристрої-прототипі мають місце недоліки, що полягають у відсутності можливості виміру електрофізичних параметрів речовини в потоці, а також залежності обмірюваного значення

швидкості потоку речовини від його електрофізичних параметрів.

Структурна схема пристрою приведена на Фіг.1.

Пристрій складається з високочастотного генератора 1, першого спрямованого відгалужувача 2, другого спрямованого відгалужувача 3, змішувача 4, селективного підсилювача-обмежника 5, перетворювача частота-напруга 6, каліброваного фазообертача 7, фазового детектора 8, суматора 9 аналогово-цифрового перетворювача 10, передавальної антени 11, приймальної антени основного каналу 12, приймальної антени допоміжного каналу 13.

Пристрій складається з передавальної і прийомної частин. Прийомна частина пристрою складається з основного каналу, за допомогою якого виділяється інформація про швидкість потоку речовини і допоміжного, котрий виділяє інформацію про електрофізичні параметри речовини в потоці. У передавальній частині пристрою генератор формує високочастотні коливання частотою f_0 , що через перший вихідний порт першого спрямованого відгалужувача надходять на перший вхід змішувача, а через другий вихідний порт першого спрямованого відгалужувача надходять на вхідний порт другого спрямованого відгалужувача. З вихідних портів другого спрямованого відгалужувача високочастотні коливання надходять на передавальну антену і калібрований фазообертач.

Прийомна антена основного каналу приймає електромагнітну хвилю, що пройшла через шар речовини, що рухається, і отримує зсув центральної частоти на величину доплерівського зрушення. Цей сигнал далі надходить на другий вхід змішувача. У результаті на виході змішувача буде присутній низькочастотний сигнал f_d , що несе в собі інформацію про швидкість потоку речовини 14. Селективний підсилювач-обмежник забезпечує фільтрацію і посилення подаваного на нього сигналу. Крім того, селективний підсилювач-обмежник приводить вхідний сигнал до виду, необхідного для роботи перетворювача частота-напруга, до входу якого він підключений. З виходу перетворювача частота-напруга сигнал, що відповідає швидкості потоку речовини подається на сигнальний вхід АЦП. Цей сигнал можна описати наступним вираженням:

$$U_{\text{сигн}} = K_1 \frac{v \cdot \cos(\alpha) \cdot \sqrt{\epsilon}}{\lambda_0},$$

де K_1 - коефіцієнт перетворення ПЧН,

v - швидкість потоку речовини,

α - кут між напрямком руху речовини і центральною віссю прийомної антени,

ϵ - діелектрична проникність речовини,

λ_0 - довжина хвилі випромінюваної електромагнітної хвилі.

Таким чином, на опорний вхід АЦП надходить сигнал, пропорційний швидкості потоку речовини, отриманий в основному каналі.

Прийомна антена допоміжного каналу розташована перпендикулярно напрямку

поширенню речовини, тому прийнятий нею сигнал від передавальної антени не містить доплерівського зрушення частоти. Високочастотний сигнал з виходу приймальної антени допоміжного каналу надходить на сигнальний вхід фазового детектора, на опорний вхід якого через калібрований фазообертач надходять високочастотні коливання частотою f_0 . Напряга на виході фазового детектора визначається як:

$$U_{\text{ФД}} = K_2 \left(\frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot d \cdot \sqrt{\varepsilon} - \Delta\varphi \right),$$

де K_2 - коефіцієнт перетворення фазового детектора;

d - шлях, який проходить електромагнітна хвиля в речовині;

$\Delta\varphi$ - фазове зрушення, внесені каліброваним фазообертачем.

Сигнал на виході фазового детектора характеризує відхилення електрофізичних параметрів речовини від еталонних значень і може бути використане для побудови систем, що здійснюють безупинний контроль складу речовини в потоці. Для забезпечення такої можливості в структурній схемі вимірника передбачений вивід сигналу з виходу фазового детектора. Калібрований фазообертач призначений для отримання необхідного фазового зрушення при калібруванні вимірника в процесі настроювання. У процесі калібрування виробляється таке значення фазового зрушення, внесені каліброваним фазообертачем, щоб $U_{\text{ФД}}=0$, чи

$$\Delta\varphi = \frac{2\pi \cdot d \cdot \sqrt{\varepsilon}}{\lambda_0}.$$

У результаті, на виході фазового детектора формується сигнал, що містить інформацію про набір фази, що одержала електромагнітна хвиля при поширенні від передавальної антени до приймальної через шар речовини:

$$U_{\text{ФД}} = K_1 \cdot \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot d (\sqrt{\varepsilon} - 1).$$

Залежність вихідного коду АЦП від напруг на сигнальному й опорному вході визначається як:

$$N_{\text{АЦП}} = \frac{U_{\text{сигн}}}{U_{\text{опорн}}} \cdot N_{\text{преобр}},$$

де $U_{\text{сигн}}$ - напруга на сигнальному вході АЦП;

$U_{\text{опорн}}$ - напруга на опорному вході АЦП;

$N_{\text{преобр}}$ - масштаб перетворення АЦП.

Для одержання вихідного коду АЦП, пропорційного швидкості потоку речовини, напруга, подавана на опорний вхід АЦП, повинна бути прямо пропорційна величині $\sqrt{\varepsilon}$. Для виконання цієї умови сигнал, що надходить на опорний вхід АЦП, подається з виходу змішувача через суматор, що вводить у цей сигнал постійний зсув, рівний

$$U_{\text{КОМП}} = K_2 \cdot \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot d.$$

Тоді напруга на його виході буде визначатися як:

$$U_{\text{СУМ}} = U_{\text{ФД}} + U_{\text{КОМП}} = K_2 \cdot \frac{2\pi}{\lambda_0} \cdot d \cdot \sqrt{\varepsilon}.$$

Таким чином, напруга на виході суматора

прямо пропорційне величині $\sqrt{\varepsilon}$. Ця напруга подається на опорний вхід АЦП. Тоді цифровий код на його виході буде залежати від вхідних впливів у такий спосіб:

$$N_{\text{АЦП}} = \frac{U_{\text{сигн}}}{U_{\text{опорн}}} \cdot N_{\text{преобр}} = \frac{K_1 \cdot v \cdot \cos(\alpha)}{K_2 \cdot 2\pi \cdot d} \cdot N_{\text{преобр}}.$$

Таким чином, на виході АЦП формується цифровий код, що прямо пропорційний швидкості потоку речовини і не залежить від його електрофізичних параметрів. Сигнал на виході фазового детектора характеризує електрофізичні параметри речовини в потоці.

Перевага даного вимірника в порівнянні з прототипом полягає в його підвищеній точності при вимірі швидкості потоку речовини, склад і властивості якого змінюються в широких межах з часом. Крім того, на виході вимірника присутній сигнал, що характеризує електрофізичні параметри речовини, що дозволяє, наприклад, організовувати безупинний контроль якісного складу прохідної речовини.

Народногосподарський ефект від використання передбачуваного винаходу зв'язаний з наявністю можливості одночасного виміру складу і електрофізичних параметрів речовини в потоці. Крім того, що заявляється пристрій містить мінімальне число необхідних елементів настроювання, що позитивно впливає на його надійність і стабільність при наявності різних зовнішніх впливів. Пристрій не пред'являє високих вимог до точності юстирування положення випромінюючої і прийомних антен, що істотно знижує відповідні складові погрішності, а також дає можливість застосування різних вимірювальних вузлів після відповідної калібрування вимірників.

Інший аспект підвищення ефективності застосування передбачуваного винаходу зв'язаний з можливістю його використання в складі експертно-аналітичних систем дистанційного моніторингу і комплексів безупинного контролю за параметрами речовини в потоці, витратою і зміною складу робочих речовин у виробничих процесах, системах автоматичного керування технологічними процесами.

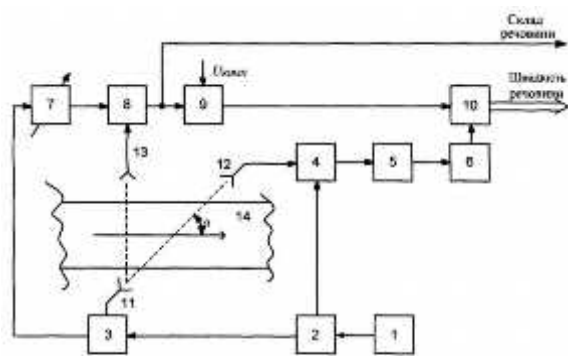


Fig. 1