



УКРАЇНА

(19) UA (11) 56384 (13) A

(51) 7 G01L9/00,G01L9/12

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ  
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІОПИС  
ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ  
НА ВИНАХІДВидається під  
відповідальність  
власника  
патенту

(54) КОМПЕНСАЦІЙНИЙ СПОСІБ ВИМІРЮВАННЯ РІЗНИЦІ ТИСКІВ ТА ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЙОГО ЗДІЙСНЕННЯ

1

2

(21) 2001117440

(22) 01 11 2001

(24) 15 05 2003

(46) 15 05 2003, Бюл. № 5, 2003 р

(72) Шевченко Сергій Якович

(73) КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

(57) 1 Спосіб вимірювання різниці тисків, що полягає в збудженні у камері з вимірювальною мембраною коливань, який відрізняється тим, що вимірювальну мембрану повертають в положення рівноваги шляхом прикладення зовнішньої сили, а

про різницю тисків судять по величині цієї сили

2 Спосіб по п 1, який відрізняється тим, що мембрану в положення рівноваги повертають за допомогою електричного поля, а про різницю тисків судять по величині цього поля

3 Пристрій для вимірювання різниці тисків, що містить металічну мембрану і електроди, розташовані з одного або обох боків від мембрани, який відрізняється тим, що містить одне або два джерела напруги для створення електростатичного поля у вимірювальній камері і коло зворотного зв'язку для керування роботою джерел напруги

Винахід належить до вимірювальної техніки, зокрема, до датчиків тиску з електричним перетворенням переміщення, і може бути застосованим для вимірювання малої різниці тисків при високому значенні робочих тисків, в датчиках висоти і швидкості літальних апаратів, контролю процесів перекачки газу в газопроводах, дослідження на моделях обтікання твердих тіл газовим потоком, автоматизації контролю швидкості руху повітря в вентиляційних мережах, реєстрації та вимірювання амплітуди і часткових характеристик пульсації швидкості в турбулентних потоках газу

Відомий спосіб вимірювання тиску рідкого і газоподібного середовища шляхом вимірювання зміщення пружного елемента, мембрани, відносно положення рівноваги (Ас. СРСР 1267181, 1500887, ЄПВ 0136249, Франція 2559898). Відомий також спосіб вимірювання різниці тисків по зміні еквівалентної електричної ємності резонансної камери (США 4866988). При цьому про величину тиску судять по зміні електричної ємності мембрани, або ємності механічно зв'язаного з нею елемента, електроду чи корпусу манометру. Відомий пристрій для вимірювання тиску рідини або газу (Франція 2553885), що виконано у вигляді об'ємного резонатора, резонансна частота якого змінюється в залежності від величини електричної ємності. Зміни останньої пов'язані з механічною деформацією стінки резонатора при впливі вимірюваного тиску.

Відомий спосіб вимірювання тисків по зміні середнього положення мембрани (заявка № 99031821 від 31 03 99), що взято за прототип спо-

соби, який захищається поданою заявкою. Спосіб базується на збудженні коливань мембрани і вимірюванні зміни її середнього положення, яке є мірою перепаду тисків.

Відомий датчик тиску з вібруючою кварцовою діафрагмою (ЄПВ 0128737). Датчик містить кварцовий кристал з двома мембранами для збудження коливань. Частота коливань залежить від тиску, що діє на поверхню діафрагми.

Відомий датчик тиску (заявка № 99031821 від 31 03 99), що взято за прототип пристрою, який захищається поданою заявкою. Датчик містить металеву мембрану, середнє положення якої залежить від тиску, що діє на її поверхню.

Головним недоліком вищезгаданих способу та пристрою є обмеження їхньої точності, зумовлене неоднаковою деформацією мембрани в умовах прикладення до неї різних тисків і впливом цього явища на чутливість мембрани.

В основу поданого способу вимірювання різниці тисків та пристрою для його здійснення покладено задачу підвищення точності вимірювання різниці тисків шляхом надання мембрані однакової деформації в умовах вимірювання різних тисків за допомогою прикладення до неї компенсуючої сили і визначення величини цієї сили. Реалізація цього способу дає можливість виключити вплив неоднакової деформації мембрани при різних тисках на її чутливість і збільшити завдяки цьому точність вимірювання різниці тисків.

Поставлена задача досягається тим, що в способі вимірювання різниці тисків, який полягає в

(13) A

(11) 56384

(19) UA

збудженні у вимірювальній камері коливань, згідно винаходу, вимірювальну мембрану повертають у положення рівноваги шляхом прикладення до неї зовнішньої сили, а про різницю тисків судять по величині цієї сили

Точність визначення різниці тисків збільшується, якщо по обидва боки від мембрани створюють електричне поле, яке повертає мембрану в положення рівноваги, а про різницю тисків судять по величині цього поля

При відсутності різниці тисків з різних боків від мембрани, збудження акустичних коливань призводить до коливань мембрани навколо середнього положення, що відповідає положенню рівноваги. При наявності різниці тисків середнє положення мембрани змінюється і її коливання починають здійснюватися вже навколо нового середнього положення, що відповідає цій різниці тисків. При цьому, завдяки зміщенню мембрани, змінюється її пружні властивості, що призводить до зміни амплітуди її коливань, а це, в свою чергу, зумовлює зміну чутливості способу. Тобто чутливість способу при такій його реалізації залежить від величини вимірюваного тиску.

Щоб позбутися цього недоліку, в запропонованому автором винаході реалізують компенсаційний спосіб вимірювання різниці тисків. Для цього при наявності вимірюваної різниці тисків, коли мембрана зміщується з положення рівноваги, її повертають у це положення, прикладаючи до неї зовнішню компенсуючу силу, а про величину вимірюваної різниці тисків судять по величині цієї компенсуючої сили.

Точність вимірювання різниці тисків збільшується, якщо для створення зовнішньої компенсуючої сили з одного або двох боків від мембрани створюють електричне поле, а про величину вимірюваної різниці тисків судять по величині цього електричного поля. Зумовлено це тим, що електричне поле можна вимірювати з більшою точністю, ніж просто силу.

Поставлена задача досягається також тим, що в камері для вимірювання різниці тисків, що містить вбудовану металічну мембрану, вимірювальні електроди, розташовані обабіч мембрани, збуджувач коливань мембрани та один або два електроди, з'єднані із джерелом напруги. Така конструкція вимірювальної камери дозволяє створювати в ній електричне поле, що повертає мембрану до положення рівноваги. Це дає можливість контролювати різницю тисків по обидва боки від мембрани з більшою точністю.

Запропонований пристрій містить одне, або два додаткових джерела напруги, що з'єднані з електродами і призначені для повернення мембрани до положення рівноваги, що дозволяє збільшити точність вимірювання різниці тисків.

Саме наявність у вимірювальній камері одного або кількох електродів, за допомогою яких, прикладаючи до них напругу, мембрану повертають у положення рівноваги, а про різницю тисків судять по величині поля, яке діє на мембрану, дозволяє зробити висновок, що подані винаходи способу та пристрою пов'язані між собою єдиним винахідницьким задумом.

Запропонований спосіб, в порівнянні з прото-

типом, відрізняється тим, що вимірювальну мембрану повертають у положення рівноваги шляхом прикладення до неї зовнішньої сили, а про різницю тисків судять по величині цієї сили. Запропонований пристрій, в порівнянні з прототипом, відрізняється наявністю одного або кількох електродів, з'єднаних із джерелом напруги, для створення електричного поля, що повертає мембрану до положення рівноваги. Таким чином, заявлене технічне рішення відповідає критерію "новизна". Реалізація запропонованого в даному винаході способу дозволяє збільшити точність вимірювання різниці тисків та розширити таким чином діапазон вимірюваних величин в бік менших різниць тиску.

Наявність у вимірювальній камері разом з мембраною і акустичним збуджувачем одного або двох електродів, з'єднаних із джерелом напруги, для створення електричного поля, що повертає мембрану до положення рівноваги, дозволяє збільшити точність вимірювання різниці тисків приблизно на порядок.

На фігурі показано пристрій, що реалізує заявлений спосіб вимірювання різниці тисків. Пристрій містить в собі вбудовану металічну мембрану 1, з'єднану з джерелом напруги 2 для створення електричного поля обабіч мембрани, і два металічні електроди 3 і 4, розташовані обабіч мембрани і з'єднані зі входами вимірювальних підсилювачів 5 і 6. Пристрій містить також збуджувач 7 для збудження акустичних коливань в камері, який живиться від генератора 8, блок керування 9, що обробляє сигнал вимірювальних підсилювачів 5 та 6 і керує роботою генератора 8 і двох джерел напруги 10, 11, підключених до електродів 3 і 4, які за допомогою електростатичної сили повертають вимірювальну мембрану 1 до положення рівноваги, а також вимірювач різниці напруг 12 для визначення величини вимірюваної різниці тисків.

Приклади реалізації способу

Спосіб по п 1 реалізують таким чином. Для збудження акустичних коливань на збуджувач 7, наприклад, капсуль динамічного гучномовця, подають змінну напругу від генератора 8, наприклад, генератора синусоїдальної напруги, так, щоб мембрана 1 здійснювала коливання навколо свого положення рівноваги.

Для визначення середнього положення мембрани 1 на неї подають напругу від джерела 2. При цьому зліва і справа від мембрани виникає змінне електричне поле, величина якого визначається виразами

$$E_L = \frac{U}{(d_L + \delta \cdot \cos \omega t)},$$

$$E_R = \frac{U}{(d_R - \delta \cdot \cos \omega t)},$$

де  $U$  - напруга, подана на мембрану від джерела 2,  $d_L$  і  $d_R$  - середні відстані від мембрани до лівого та правого електродів, відповідно,  $\delta$  - амплітуда коливань мембрани,  $\omega$  - частота,  $t$  - час. Середні відстані від мембрани до електродів  $d_L$  і  $d_R$  визначаються виникненням різниці тисків  $\Delta P = P_1 - P_2$  обабіч мембрани. Тому зі зміною тиску будуть змінюватись величини  $E_L$  та  $E_R$ . Іх відношення є параметром, що визначає середнє положення мембрани.

При виникненні різниці тисків обабіч мембрани 1 вона починає зміщуватися в бік одного з вимірювальних електродів 3 або 4. Відповідно до цього збільшується або зменшується відношення напруг на вимірювальних електродах 3 і 4. Щоб повернути мембрану 1 в положення рівноваги, про що судять по відношенню напруг на вимірювальних електродах 3 і 4, на неї діють зовнішньою силою, наприклад, в одній з частин вимірювальної камери за допомогою прокаліброваного генератора створюють надлишковий тиск. При цьому про величину вимірюваної різниці тисків судять по значенню надлишкового тиску, який треба прикласти, аби повернути мембрану до положення рівноваги.

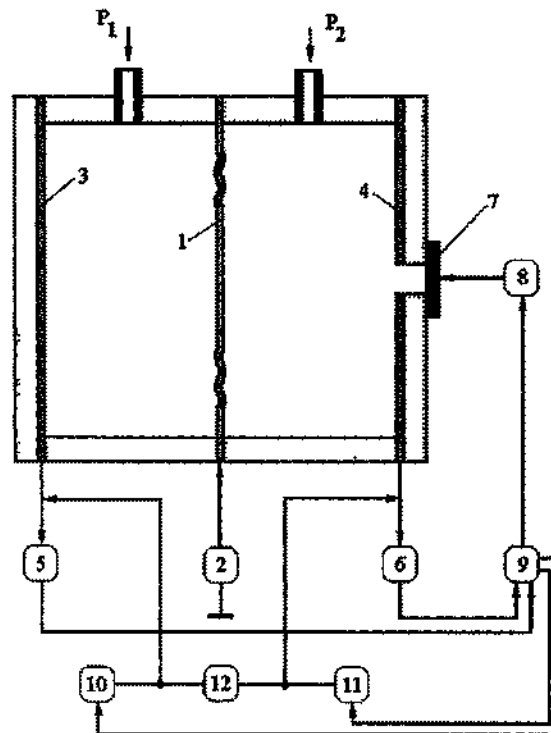
Для реалізації способу по п. 2 формули мембрану повертають до положення рівноваги за допомогою електричного поля. Для цього коли виникає вимірювана різниця тисків і змінюється відношення напруг на вимірювальних електродах 3 і 4, блок керування 9 змінює напругу на виході джерел напруги 10 і 11 таким чином, щоб поверну-

ти мембрану 1 у положення рівноваги (те положення, яке вона займала до виникнення різниці тисків). При цьому про величину вимірюваної різниці тисків судять по сигналу вимірювача 12, прокаліброваного в діапазоні вимірюваних тисків.

В таблиці наведено порівняльні дані, що свідчать про суттєве збільшення чутливості для манометрів зі збуджуваною мембраною.

Таблиця

Тип манометру	Тиск, Па	Сигнал манометру, мВ
Прототип	10	0,01
	100	0,016
	1000	0,142
Компенсаційний диференціальний манометр	10	0,034
	100	0,396
	1000	4,670



Фігура