



УКРАЇНА

(19) UA (11) 12642 (13) A

(51) G 01 F 1/68

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІДбез проведення експертизи по суті
на підставі Постанови Верховної Ради України
№ 3769-XII від 23.XII. 1993 р.Публікується
в редакції заявника

(54) ДАТЧИК ВІТРАТ РІДИНИ АБО ГАЗУ

1

(21) 96020795
(22) 29.02.96
(24) 28.02.97
(46) 28.02.97. Бюл. № 1
(56) Авторское свидетельство СССР № 1536207,
кл. G 01 F 1/68, 15.01.90 (прототип).
(72) Ніколаєв Ігор Олександрович, Іордаки
Микола Денисович, Андреев Олег Петрович
(73) Ніколаєв Ігор Олександрович (UA),
Іордаки Микола Денисович (UA), Андреев
Олег Петрович (UA)

2

(57) Датчик расхода жидкости или газа, состо-
ящий из измерительного участка трубопрово-
да, тела обтекания и термочувствительного
элемента, расположенных внутри трубопро-
вода, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что тело
обтекания выполнено в виде симметричного
крыла с расположенными на нем пластинами,
установленными с возможностью теплового
контакта с термoeлементом, а в качестве тер-
мoeлемента использован датчик теплового
потока.

Изобретение относится к области изме-
рения расхода жидкостей или газа и может
быть использовано для создания на его базе
счетчиков объемного расхода жидкости или
газа.

Известен датчик расхода, содержащий
измерительный участок трубопровода с раз-
мещенным вовне трубопровода нагревате-
лем и двумя термочувствительными
элементами и закрепленное внутри трубо-
провода тело обтекания из теплоизоляцион-
ного материала цилиндрической формы.

К недостаткам прототипа следует отне-
сти наличие источника тепла, расположен-
ного во вне трубопровода, т.к. его
температура зависит от температуры внеш-
ней среды, никак не учитываемой в процессе
измерения, но существенно влияющую на
величину теплового потока, переносимого
от нагревателя к термочувствительному эле-
менту. Сама необходимость переноса тепла

от нагревателя к термочувствительным эле-
ментам вносит дополнительную погреш-
ность в измерения, так как обеспечить
одинаковые условия переноса тепла невоз-
можно в зависимости от внешних условий
окружающей среды и от образца к образцу.
Наличие двух термочувствительных элемен-
тов, размещенных в цилиндрическом тепло-
изоляционном теле обтекания и
приведенных в тепловой контакт с измеряе-
мой средой обуславливает погрешность из-
мерения типа "плавающий ноль" за счет
изменения температуры измеряемой среды,
и следовательно, изменения величины теп-
лового потока от нагревателя к термочувст-
вительным элементам.

Задачей изобретения является созда-
ние такого датчика расхода жидкости или
газа, в котором за счет иного конструктивно-
го выполнения тела обтекания и примене-
ния другого термочувствительного элемента

(19) UA (11) 12642 (13) A

достигается измерение количества теплового потока вместо температуры датчиков, что позволяет повысить точность измерения.

Задача решается за счет того, что в заявляемом датчике, состоящем из измерительного участка трубопровода, тела обтекания и термочувствительного элемента, расположенных внутри трубопровода, тело обтекания выполнено в виде симметричного крыла с расположенными на нем пластинами, установленными с возможностью теплового контакта термозлементом, а в качестве термозлемента использован датчик теплового потока.

Технический результат в заявляемом датчике достигается за счет причинно-следственной связи в статике, когда пластины находятся в измеряемой среде, находящейся в спокойном состоянии и без движения, между пластинами и измеряемой средой устанавливается термодинамическое равновесие, при этом система: измеряемая среда — пластины — датчик теплового потока принимают одинаковую температуру, равную температуре среды; в динамике при движении измеряемой среды происходит вынос тепла из пластин, т.е. понижается их внутренняя энергия, а следовательно, и температура, при этом температура пластины больших размеров становится ниже, чем пластины с меньшими размерами, вследствие чего между ними устанавливается тепловой поток, фиксируемый датчиком теплового потока, приведенного в тепловой контакт с пластинами, а поскольку величины выносимого из пластин количества тепла пропорциональны скорости потока жидкости или газа, то и величина потока, проходящего через датчик теплового потока пропорциональна скорости движения жидкости или газа и не зависит от температуры измеряемой среды, т.к. система все время находится при температуре измеряемой среды, а температура пластин изменяется только под действием среды.

На чертеже представлен общий вид заявляемого датчика.

Датчик состоит из измерительного участка трубопровода 1, тела обтекания в виде симметричного крыла 2, пластин разных размеров 3, находящихся в тепловом контакте с измеряемой средой и термозлементом 4.

Датчик работает следующим образом. Измеряемый поток жидкости или газа, проходящий внутри измерительного участка трубопровода 1, охлаждает пластины 3, находящиеся на крыле 2, и при этом пластина больших размеров охлаждается больше, чем пластина меньших размеров. Эта разность

температур через тепловой контакт передается на торцы термозлемента 4, в котором возникает термоЭДС, пропорциональная скорости движения потока.

Достижение измеряемого результата подтверждается следующими расчетами.

В состоянии, когда трубопровод заполнен неподвижным газом или жидкостью при $t^{\circ}\text{C}$, с учетом, что газ или жидкость нагревались от 0°C до $t^{\circ}\text{C}$ пластины теплоемников аккумулируют следующее количество тепла

$$Q_n = m_{1,2} C_n t_0 = \rho_n \cdot V_{n(1,2)} \cdot t_0, \quad (1)$$

где ρ_n — удельный вес материала теплоемника;

C_n — удельная теплоемкость материала теплоемника;

$V_{n(1,2)}$ — объем первого и второго теплоемников.

Количество тепла, выносимое из теплоемника при движении жидкости или газа за 1 секунду, описывается выражением

$$Q_c = C_p \rho(t) \omega S_n, \quad (2)$$

где C_p — теплоемкость жидкости или газа при данном давлении;

$\rho(t)$ — плотность жидкости или газа при данном давлении;

ω — скорость движения жидкости или газа в трубопроводе;

S_n — площадь теплоемника.

Количество тепла, аккумулированное в теплоемнике после воздействия движущейся среды в течение 1 сек составит

$$Q_q = \rho_n C_n V_n t_1, \quad (3)$$

где t_1 — температура теплоемника после воздействия среды.

$$Q_q = Q_n - Q_c = \rho_n C_n V_n t_0 - C_p \rho(t) \omega S_n$$

$$\rho_n C_n V_n t_1 = \rho_n C_n V_n t_0 - C_p \rho(t) \omega S_n,$$

$$\text{откуда } t_1 = t_0 - \frac{C_p \rho(t)}{\rho_n C_n V_n} \cdot \omega S_n \quad (4)$$

Введя обозначение $\frac{C_p \rho(t)}{\rho_n C_n} = K_{nc}$ и разделив числитель и знаменатель на S_n соотношение (4) примет вид:

$$t_1 = t_0 - \frac{K_{nc}}{\sigma_n} \cdot \omega, \quad (5)$$

где σ_n — толщина теплоемника.

С учетом того, что в измерительной части датчика используются два теплоемника с разными величинами площади S_{n1} и S_{n2} , причем $S_{n1} > S_{n2}$, измеряемый тепловой поток, обусловленный разными температурами теплоемников при одинаковой скорости движения среды их омывающей, описывается следующим соотношением:

$$\Delta t_n = t_1 - t_2 = t_0 - \frac{K_{nc} \omega_k}{T_{n1}} - t_0 + \frac{K_{nc} \omega_k}{\sigma_{n2}}$$

или

$$\Delta t_n = K_{nc} \cdot \omega_k \left(\frac{1}{\sigma_{n2}} - \frac{1}{\sigma_{n1}} \right) \quad (6)$$

При этом величина ЭДС измеряемого сигнала для датчика теплового потока

$$\varepsilon_u = (\alpha_{33} - \alpha_m) \Delta t_u, \quad (7)$$

где α_{33} — термоэдс антимонида кадмия вдоль кристаллографической оси 001;

α_m — термоэдс меди.

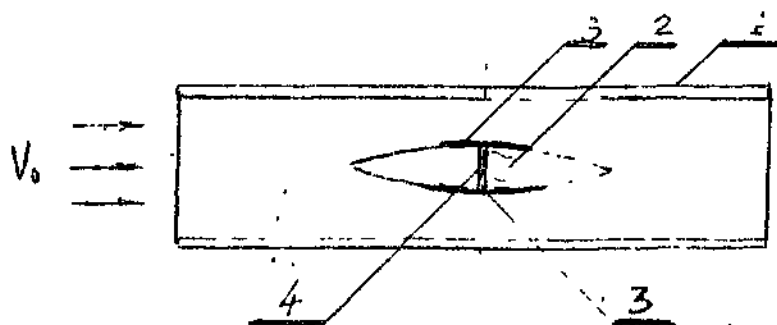
Отсюда

$$\varepsilon_u = \frac{(\alpha_{33} - \alpha_m) (\sigma_{n1} - \sigma_{n2})}{\sigma_{n1} \cdot \sigma_{n2}}, \quad (8)$$

т.е. величина сигнала на выходе датчика не зависит от температуры измеряемой жидкости или газа, а зависит от материала и конфигурации теплоемника и скорости движения среды.

Согласно изобретению на заводе был изготовлен экспериментальный образец заявляемого устройства, в котором пластины были выполнены размером в соотношении 1:5, а в качестве термоэлемента был использован кристалл из антимонида кадмия, вырезанный вдоль кристаллографической оси 001 [2].

Образец был испытан и получена точность измерений от 0,3...0,6% в диапазоне расхода газа от 0,056...3,75 м³/ч.



Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор М. Керецман

Замовлення 4076

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

