



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 201 580** <sup>(13)</sup> **C2**  
(51) МПК<sup>7</sup> **G 01 F 1/69, G 01 P 5/12**

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО  
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

## (12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 99105505/28, 16.03.1999

(24) Дата начала действия патента: 16.03.1999

(46) Дата публикации: 27.03.2003

(56) Ссылки: US 4653321 A, 31.03.1987. SU 870945 A, 10.10.1981. FR 2459962 A, 16.01.1981. SU 1223065 A, 07.04.1986. SU 586330 A, 19.12.1977.

(98) Адрес для переписки:  
236041, г.Калининград обл., ул. А.Невского,  
14а, Калининградский госуниверситет,  
управление научно-исследовательских работ,  
патентоведу

(71) Заявитель:

Калининградский государственный университет

(72) Изобретатель: Румянцев А.В.,

Васильев В.В., Мальцев И.В.

(73) Патентообладатель:

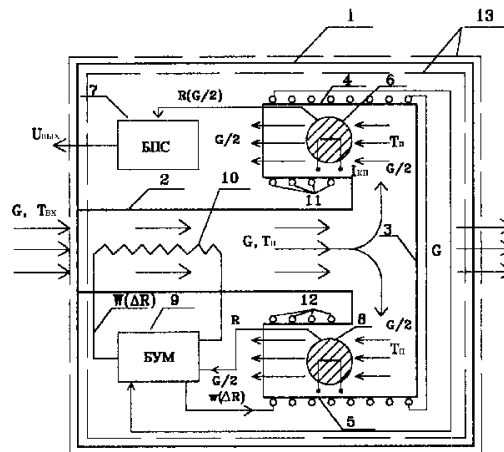
Калининградский государственный университет

### (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ МИКРОРАСХОДА ГАЗА

(57)

Тепловой микрорасходомер содержит герметичный теплоизолированный металлический корпус с расположенными в нем теплообменником-нагревателем и газораспределительной камерой для подачи поступающего в нее потока в измерительный и термокомпенсационный каналы, выполненные идентичными. В каналах корпуса размещены теплочувствительные элементы (ТЧЭ) в виде полупроводниковых термисторов косвенного нагрева, а на внешней поверхности каналов установлены дополнительные нагреватели. ТЧЭ термокомпенсационного канала включен в электронную схему блока управления мощностью нагревателей. Изобретение обеспечивает повышение точности и чувствительности измерений в широком диапазоне температур поступающего газа и

внешней среды, а также обладает повышенной надежностью. 1 ил.



RU 2 201 580 C2

RU 2 201 580 C2



(19) **RU** <sup>(11)</sup> **2 201 580** <sup>(13)</sup> **C2**  
 (51) Int. Cl.<sup>7</sup> **G 01 F 1/69, G 01 P 5/12**

RUSSIAN AGENCY  
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

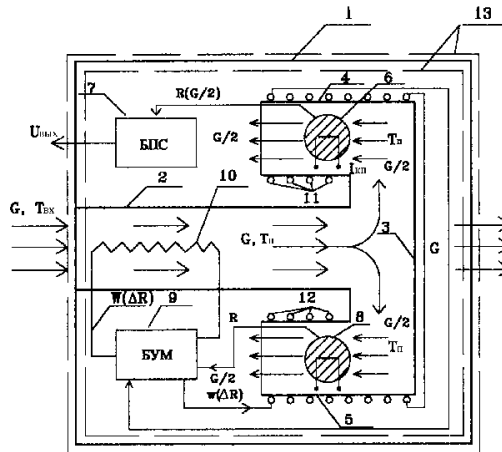
(21), (22) Application: 99105505/28, 16.03.1999  
 (24) Effective date for property rights: 16.03.1999  
 (46) Date of publication: 27.03.2003  
 (98) Mail address:  
 236041, g.Kaliningrad obl., ul. A.Nevskogo,  
 14a, Kaliningradskij gosuniversitet, upravlenie  
 nauchno-issledovatel'skikh robot, patentovedu

(71) Applicant:  
 Kaliningradskij gosudarstvennyj universitet  
 (72) Inventor: Rumjantsev A.V.,  
 Vasil'ev V.V., Mal'tsev I.V.  
 (73) Proprietor:  
 Kaliningradskij gosudarstvennyj universitet

(54) **DEVICE MEASURING SMALL-SCALE FLOW RATE OF GAS**

(57) Abstract:  
 FIELD: measurement technology.  
 SUBSTANCE: thermal flowmeter incorporates sealed heatinsulated metal case housing heat exchanger-heater and gas distribution chamber to supply flow coming into it into measurement and thermal compensation conduits which are identical. Temperature-sensitive elements in the form of semiconductor temperature-sensitive resistors of indirect heating are positioned in conduits of case, additional heaters are mounted on outer surfaces of conduits. Temperature-sensitive element of thermal compensation conduit is placed in electronic circuit of unit controlling power of heaters. EFFECT: increased accuracy, reliability and sensitivity of measurements in wide range of temperatures of supplied

gas and environment. 1 dwg



RU 2 201 580 C2

RU 2 201 580 C2

Изобретение относится к измерительной технике, а именно к измерению массового расхода газа и к устройству тепловых расходомеров газа, предназначенных для использования в системах контроля и регулирования расхода газа в диапазоне 0-100 мг/с при широком варьировании входной температуры газа и температуры внешней среды.

Известны тепловые расходомеры, основанные на учете эффекта теплового воздействия на среду [1].

Такие расходомеры содержат корпус, трубопровод с расположенными (расположенным) на нем нагревателями (нагревателем) [2, 3]. Датчиками температуры на участках трубопровода, являющегося измерительным элементом (ИЭ), служат или сами нагреватели [2], или термодатчик, размещенный на выходном конце ИЭ [3].

Для исключения влияния температуры окружающей среды корпус расходомера [2] термостатируется с помощью отдельного нагревателя. Корпус расходомера [3] теплоизолируется, причем теплоизолирующий участок снабжен устройством регулировки его температуры.

Для уменьшения влияния температуры входящего в ИЭ газа термостатируемый корпус расходомера [2] снабжен теплообменником, протекая по которому газ прогревается до некоторой неконтролируемой температуры, необязательно равной температуре корпуса.

Влияние температуры газа, входящего в расходомер [4], частично компенсируется электронными устройствами, вырабатывающими компенсирующими сигнал как функцию температуры входящего газа.

Известен тепловой расходомер, содержащий корпус, измерительный газопровод с расположенным в нем теплочувствительным элементом (ТЧЭ) с металлической проводимостью, средства автоматики для поддержания температуры ТЧЭ постоянной. Подаваемое на ТЧЭ напряжение характеризует расход газа [5].

Общим недостатком расходомеров [2]-[5] является недостаточная чувствительность систем термостабилизации корпуса газопровода или ТЧЭ, обусловленная использованием датчиков с металлической проводимостью, обладающих малыми значениями температурного коэффициента сопротивления (ТКС).

Известны расходомеры, содержащие корпус-газопровод с измерительным и компенсационным каналом (каналами), в которых расположены ТЧЭ-термисторы [6], пирозлектрические термодатчики [7]. Оба расходомера обладают весьма сложными отслеживающими тепловой режим системы электронными устройствами, что снижает надежность их работы. По числу совпадающих отличительных признаков тепловой расходомер [6] принят за прототип.

Задачей настоящего изобретения является предложение и реализация наиболее простого устройства для измерения расхода газа, обеспечивающего, в то же время, автономность расходомера (т.е. независимость его показаний от значений температур входящего газа  $T_{вх}$  и окружающей среды  $T_{ср}$ ), повышение его точности, чувствительности и надежности при

одновременном расширении диапазона измерений массового расхода, газа.

Предлагаемое техническое решение изобретения состоит в том, что в известном способе измерения расхода газа, заключающемся в помещении нагретого ТЧЭ в охлаждающий его поток газа (см. [5], [6], [7]), для обеспечения автономности расходомера осуществляется термостабилизация газового потока на фиксированном температурном уровне  $T_n$ , независимом от  $T_{вх}$  и  $T_{ср}$ , с помощью нагревателей, мощность которых управляется другим ТЧЭ-термистором, идентичным измерительному ТЧЭ, и находящемся в компенсационном канале, идентичном рабочему каналу. Разделение газового потока на два одинаковых по расходу ( $G/2$ ) и температуре ( $T_n$ ) потока осуществляется с помощью газораспределительной камеры (ГРК).

На чертеже изображен общий вид предложенного расходомера газа. Он содержит: теплоизолированный (внутри и снаружи в зависимости от условий эксплуатации) герметичный металлический корпус 1 с входным и выходным отверстиями под штуцеры; нагреватель - теплообменник (ТО) 2 с нихромовой спиралью 10 внутри него; газораспределительную камеру (ГРК) 3, герметично соединенную с ТО и с двумя идентичными каналами 4, 5; измерительный ТЧЭ 6 (полупроводниковый термистор) с косвенным подогревом током  $I_{к.п.}$ , включенный в схему преобразователя 7 выходного сигнала в электрический; термокомпенсационный ТЧЭ 8 (термистор полупроводниковый), включенный в электронную схему блока 9 управления мощностью нагревателя ТО (БУМ), нагрузкой которого служат спираль 10 теплообменника и нагреватели 11 и 12 на внешних поверхностях каналов 4,5.

Расходомер работает следующим образом. Через входной штуцер (не показан) газ температуры  $T_{вх}$  поступает в теплообменник 2, в котором нагревается до температуры  $T_r$  и попадает в газораспределительную камеру (ГРК) 3, делящую газовый поток на два одинаковых по расходу ( $G/2$ ) и температуре потока, поступающие затем в измерительный 4 и в термокомпенсационный 5 каналы соответственно.

Расположенный в канале 5 теплочувствительный ТЧЭ 8 принимает температуру набегающего потока газа, и его омическое сопротивление становится равным  $R(T_r)$ . Если  $T_r \neq T_n$  - максимальной из возможных по условиям эксплуатации значениям  $T_{вх}$  и  $T_{ср}$ , то под действием сигнала рассогласования  $\Delta R(T_r, T_n)$  с блока управления 9 к нагревательным спиральям 10, 11, 12 подводится мощность, сводящая  $\Delta R$  к нулю. Это приводит к термостабилизации газового потока на фиксированном уровне  $T_n$ , чем и обеспечивается независимость показаний расходомера от значений  $T_{вх}$  и  $T_{ср}$ , т.е. его автономность. Дополнительные спирали 11, 12 на стенках каналов 4, 5 компенсируют остывание газа при его протекании по ГРК и способствуют более быстрому достижению фиксированного температурного уровня  $T_n$  теплоносителя.

Дополнительный подогрев стенок каналов 4, 5 улучшает защиту ТЧЭ от температуры  $T_{cp}$  и одновременно снижает поправку на радиационный теплообмен ТЧЭ со стенками этих каналов.

Теплочувствительный элемент ТЧЭ 6 в измерительном канале 4 перегрет токком косвенного подогрева  $I_{к.п.}$  на величину  $\Delta T$  - 20 К относительно фиксированного уровня  $T_n$  омывающего его газового потока с расходом  $G/2$ . При взаимодействии с охлаждающим газовым потоком температура термистора ТЧЭ изменяется, что вызывает изменение его омического сопротивления и, тем самым, величины преобразованного схемой 7 выходного электрического сигнала, являющегося мерой расхода газа через измерительный канал (т.е.  $G/2$ ).

Из каналов 4, 5 газовые потоки, расходом  $G/2$  каждый, поступают во внутренний объем герметичного корпуса 1 расходомера и газ расходом  $G$  уходит в газовую сеть через выходной штуцер (не показан).

Таким образом, термостабилизация газового потока на фиксированном уровне позволяет выделить расход как единственную и однозначную функцию влияния на энтальпию ТЧЭ независимо от значений температур входящего газа  $T_{вх}$  и внешней среды  $T_{cp}$ . В отличие от прототипа постоянной поддерживается не температура ТЧЭ, а температура газового потока на уровне  $T_n$  с помощью нагревателей, мощность которых управляется схемой термостабилизации.

Повышение точности и чувствительности заявляемого расходомера обеспечивается, как и у прототипа, использованием в качестве датчиков температур полупроводниковых термисторов.

В отличие от прототипа предлагаемый расходомер имеет два канала, выполненных идентичными, в силу чего любой из них может рассматриваться как байпасная линия с расходом  $G/2$ . У прототипа неодинаковость каналов по сечению требует знания

коэффициента деления потока между каналами. Этот же недостаток присущ и расходомеру [7].

Надежность устройства зависит от количества и сложности управляющих систем. В предлагаемом расходомере такая система - система термостабилизации газового потока - одна, в то время как у прототипа их три с положительными и отрицательными обратными связями, управляемыми программно. Использование расходомера [7] с его сложнейшей обслуживающей электронно-тепловой системой оправдано только в специальных случаях быстрых пульсаций температуры и скорости (расхода) газового потока.

Литература

1. Коротков П.А. в др. Тепловые расходомеры. - Л.: Машиностроение, 1969.
2. Авторское свидетельство SU 1223065, кл. G 01 F 1/68, 1986.
3. Авторское свидетельство SU 586330, G 01 F 1/68, 1977.
4. Патент ФРГ 2929427, МКИ G 01 F 1/68.
5. Патент FR 2459962, МКИ G 01 F 1/68.
6. Патент US 4653321, кл. 73-197, 1987.
7. Авторское свидетельство SU 870945, М. Кл. 4 G 01 F 1/68, 1981.

#### Формула изобретения:

Тепловой микрорасходомер, содержащий корпус с расположенными в нем газораспределительной камерой и каналами для размещения соответствующих теплочувствительных элементов - измерительного, выполненного в виде полупроводникового термистора с косвенным нагревом, и термокомпенсационного - в виде полупроводникового термистора, отличающийся тем, что в него введены нагреватель-теплообменник управляемой мощности, нагреватели, размещенные на стенках каналов корпуса, выполненных идентичными, и блок управления мощностью нагревателя-теплообменника и нагревателей каналов, в электронную схему которого включен термокомпенсационный теплочувствительный элемент.