



**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ(21)(22) Заявка: **2012127052/28**, 27.06.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
27.06.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **27.06.2012**(45) Опубликовано: **10.01.2014** Бюл. № 1(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **T.A. Ninnemann, W.F. Ng, A concentration probe for the study of mixing in supersonic shear flows, Experiments in Fluids, 13, 98-104, 1992. SU 941896 A1, 07.07.1982. RU 2173454 C2, 10.09.2001. WO 1994015206 A1, 07.07.1994.**

Адрес для переписки:

**630090, г.Новосибирск, ул. Институтская, 4/1,
ФГБУН Институт теоретической и
прикладной механики им. С.А.
Христиановича Сибирского отделения РАН
(ИТПМ СО РАН)**

(72) Автор(ы):

**Лебига Вадим Аксентьевич (RU),
Зиновьев Виталий Николаевич (RU),
Пак Алексей Юрьевич (RU),
Конкин Александр Яковлевич (RU),
Приходько Юрий Михайлович (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт теоретической и
прикладной механики им. С.А.
Христиановича Сибирского отделения
Российской академии наук (ИТПМ СО
РАН) (RU)**

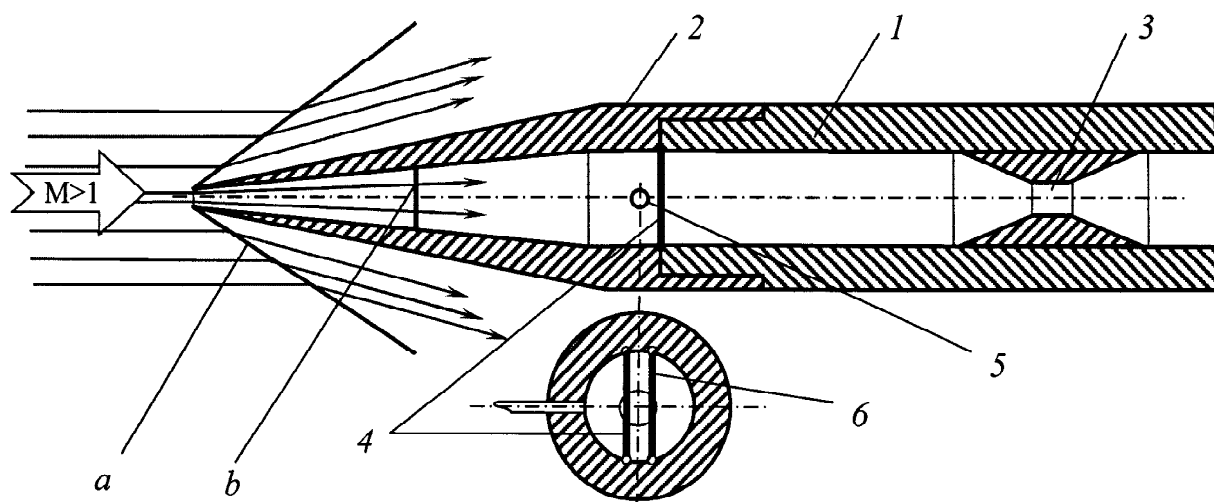
(54) ДАТЧИК ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ КОМПОНЕНТОВ ГАЗОВОЙ СМЕСИ

(57) Реферат:

Использование: для измерения концентрации компонентов газовой смеси. Сущность изобретения заключается в том, что датчик для измерения концентрации одного из компонентов газовой смеси содержит канал в корпусе с насадком на входе и звуковым соплом на выходе, термоанемометрическим чувствительным элементом в канале, в стенке которого имеется отверстие для измерения давления. Насадок выполнен сменным с постоянным или переменным диаметром канала по длине насадка, а в канале датчика

дополнительно установлен

термочувствительный элемент для измерения температуры смеси внутри канала, при этом концентрацию газовой смеси определяют по тарировочным зависимостям, полученным в контролируемых условиях. Сменный насадок может быть выполнен конической или обтекаемой цилиндрической формы, а также в виде переходника для соединения с замкнутым источником исследуемой газовой смеси. Технический результат: возможность измерения концентрации в потоках смесей с градиентом температуры. 2 з.п. ф-лы, 5 ил.



Фиг. 2



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY

(12) ABSTRACT OF INVENTION(21)(22) Application: **2012127052/28, 27.06.2012**(24) Effective date for property rights:
27.06.2012

Priority:

(22) Date of filing: **27.06.2012**(45) Date of publication: **10.01.2014 Bull. 1**

Mail address:

**630090, g.Novosibirsk, ul. Institutskaja, 4/1,
FGBUN Institut teoreticheskoy i prikladnoj
mekhaniki im. S.A. Khristianovicha Sibirskogo
otdelenija RAN (ITPM SO RAN)**

(72) Inventor(s):

**Lebiga Vadim Aksen'tevich (RU),
Zinov'ev Vitalij Nikolaevich (RU),
Pak Aleksej Jur'evich (RU),
Konkin Aleksandr Jakovlevich (RU),
Prihod'ko Jurij Mikhajlovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Federal'noe gosudarstvennoe bjudzhetnoe
uchrezhdenie nauki Institut teoreticheskoy i
prikladnoj mekhaniki im. S.A. Khristianovicha
Sibirskogo otdelenija Rossijskoj akademii nauk
(ITPM SO RAN) (RU)**

(54) SENSOR FOR MEASUREMENT OF CONCENTRATION OF GAS MIXTURE COMPONENTS

(57) Abstract:

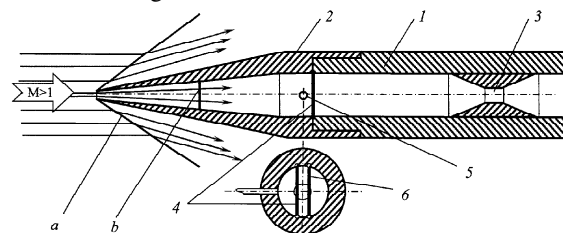
FIELD: measurement equipment.

SUBSTANCE: sensor to measure concentration of one of gas mixture components comprises a channel in a body with an attachment at the inlet and a sonic nozzle at the outlet, a thermoanemometric sensitive element in a channel, in the wall of which there is a hole for pressure measurement. The attachment is arranged as replaceable with permanent or temporary diameter of a channel along the length of the attachment, and in the channel of the sensor additionally there is a heat-sensitive element installed for measurement of mixture temperature inside the channel, at the same time the concentration of gas mixture is determined according to calibration dependencies produced under

controlled conditions. The replaceable attachment may be arranged with a conical or streamlined cylindrical shape, and also in the form of an adapter for connection with a closed source of the investigated gas mixture.

EFFECT: possibility to measure concentration in flows of mixtures with a temperature gradient.

3 cl, 5 dwg



Изобретение относится к аналитическому приборостроению, к измерительной технике, а именно к конструкциям датчиков для измерения концентрации компонентов газовой смеси.

5 Во многих практических приложениях имеется необходимость измерения концентрации компонентов газовой смеси. В основу создания датчиков концентрации положен тот факт, что изменение термодинамических характеристик газовой смеси оказывает влияние на теплообмен между газом и нагретым телом, помещенным в него. Суть этого метода заключается в использовании известного физического
10 эффекта изменения электрического сопротивления нагретого чувствительного элемента, помещенного в движущуюся среду, из-за конвективных тепловых потерь, которые зависят от параметров потока, свойств и состава газа.

Известно устройство, применяемое в аналитическом приборостроении для измерения концентрации водорода, гелия, фреонов и других газов, коэффициент
15 теплопроводности которых отличается от коэффициента теплопроводности воздуха (патент RU №2173454, МПК G01N 27/18, 2001). Термокондуктометрический газовый датчик содержит рабочую камеру, в которой установлены рабочий и сравнительный чувствительные элементы в виде пленочных терморезисторов, выполненных на
20 диэлектрических подложках. Рабочий чувствительный элемент расположен между верхней и нижней стенками рабочей камеры и закреплен на нижней стенке с применением промежуточных вставок, а сравнительный чувствительный элемент расположен под рабочим чувствительным элементом. Между чувствительными
25 элементами, а также между рабочим чувствительным элементом и верхней стенкой рабочей камеры образуются зазоры для доступа анализируемого газа через отверстия, выполненные в стенке рабочей камеры.

К недостаткам данного устройства следует отнести сложную конструкцию датчика, необходимость использования чистого газа в качестве опорного. Кроме того,
30 необходимость поддержания высокой температурной стабильности и обеспечение малого расхода смеси в рабочей камере приводят к увеличению инерционности датчика.

Наиболее близким к заявляемому изобретению является датчик для измерения концентрации смеси двух газов в сверхзвуковом потоке (статья «A concentration probe
35 for the study of mixing in supersonic shear flows» Т.А.Ninnemann and W.F.Ng, VA 24061-0238, Experiments in Fluids 13, 98-104, 1992). Датчик концентрации, описанный в статье (см. фиг.1 - прототип), представляет собой канал в корпусе 1 с коническим насадком 2 на входе и звуковым соплом 3 на выходе для поддержания постоянного числа Маха
40 внутри канала. Внутри канала датчика установлен термоанемометрический чувствительный элемент 4. В стенке канала имеется дренажное отверстие 5 для подсоединения датчика давления. Благодаря острой передней кромке конического насадка 2 и низкому давлению на выходе датчика концентрации набегающий поток разделяется на внешнюю часть, проходящую через присоединенный скачок
45 уплотнения а, и внутреннюю часть, проходящую через сам датчик (см. фиг.1). При этом давление потока восстанавливается в прямом скачке уплотнения b внутри датчика.

Для определения концентрации одного из газов смеси расчетным путем
50 одновременно измерялись величины давления внутри датчика концентрации, электрического напряжения на термоанемометрическом чувствительном элементе и, независимо от них, температура потока вне датчика. Измерение первых двух величин обеспечивается с помощью указанных датчика давления и термоанемометрического

датчика соответственно. Измерение температуры внутри данной конструкции датчика концентрации не предусматривалось, а при расчете концентрации использовалась температура набегающего потока, что приводит к погрешности определения состава газовой смеси при наличии градиента температуры в потоке.

5 Задачей предлагаемого технического решения является возможность измерения концентрации в потоках смесей с градиентом температуры.

Положительный результат достигается тем, что измерение температуры смеси производится с помощью термочувствительного элемента, дополнительно
10 установленного внутри канала.

Технический результат достигается тем, что датчик для измерения концентрации одного из компонентов газовой смеси содержит канал в корпусе с насадком на входе и звуковым соплом на выходе, термоанемометрическим чувствительным элементом в канале, в стенке которого имеется отверстие для измерения давления. Согласно
15 изобретению насадок выполнен сменным с постоянным или переменным диаметром канала по длине насадка, а в канале датчика дополнительно установлен термочувствительный элемент для измерения температуры смеси внутри канала, при этом концентрацию газовой смеси определяют по тарировочным зависимостям,
20 полученным в контролируемых условиях. Сменный насадок может быть выполнен конической или обтекаемой цилиндрической формы, а также в виде переходника для соединения с замкнутым источником исследуемой газовой смеси.

Изобретение поясняется чертежами.

Фиг.1 - датчик концентрации (прототип); фиг.2 - предлагаемый датчик
25 концентрации с дополнительным термочувствительным элементом 6; фиг.3 - сменный насадок выполнен цилиндрической обтекаемой формы; фиг.4 - сменный насадок выполнен в виде переходника для соединения с источником исследуемой газовой смеси; фиг.5 - пример тарировки датчика концентрации.

Согласно изобретению датчик концентрации (фиг.2) содержит аналогично
30 прототипу канал в корпусе 1 с коническим насадком 2 на входе и звуковым соплом 3 на выходе, термоанемометрическим чувствительным элементом 4 в канале, в стенке которого имеется отверстие 5 для измерения давления. В отличие от прототипа внутри канала датчика дополнительно устанавливается термочувствительный элемент 6 для
35 измерения температуры.

Входной участок датчика выполнен сменным в виде насадка различного типа: конического, для измерений концентрации компонентов газовой смеси в сверхзвуковом потоке (фиг.2), цилиндрического обтекаемой формы, для измерений
40 концентрации компонентов газовой смеси в дозвуковом потоке (фиг.3), в виде переходника, обеспечивающего соединение датчика с источником исследуемой газовой смеси (фиг.4).

Датчик для измерений концентрации компонентов газовой смеси работает следующим образом.

45 Через термоанемометрический чувствительный элемент пропускается электрический ток, что приводит к его нагреву. Выделяемое при этом тепло отводится в поток смеси газов посредством конвективного теплообмена. Изменение условий теплообмена приводит к изменению электрического напряжения E на чувствительном
50 элементе 4. Потеря тепла на термоанемометрическом чувствительном элементе определяется параметрами течения газовой смеси: давлением p , температурой T , числом Маха M и концентрацией x . Следовательно, падение напряжения E на чувствительном элементе может быть представлено в виде функциональной

5 многопараметрической зависимости $E=E(x, p, T, M)$. В итоге, для определения концентрации x одного из компонентов смеси газов с помощью датчика концентрации необходимо знать электрическое напряжение E на термоанемометрическом чувствительном элементе, давление p , температуру T и число Маха M потока внутри канала. Эти величины измеряются во время эксперимента, а число Маха определяется внутренней геометрией канала.

10 Благодаря измерению температуры газовой смеси с помощью термочувствительного элемента стало возможным представление взаимосвязи величин E, x, p, T, M в критериальной форме $Nu=Nu(x, Re)$, где Nu - число Нуссельта, Re - число Рейнольдса.

15 Произведя измерения E, p, T , при известном M , можно определить концентрацию одного из компонентов газовой смеси, используя универсальные тарировочные зависимости, полученные в контролируемых условиях для известных значений концентрации. Пример такой зависимости показан на фиг.5.

20 Пример. С помощью предлагаемого датчика (фиг.2) было проведено тестовое измерение концентрации гелия в воздушно-гелиевой смеси, содержащейся в некоторой емкости. Концентрация гелия задавалась по парциальным давлениям гелия и воздуха с высокой точностью. В тестовом эксперименте она составляла $0,140 \pm 0,002$. Затем при нескольких значениях давления данной смеси с помощью датчика определялась концентрация гелия (фиг.5). Полученные значения x равнялись $0,135 \pm 0,005$.

Источники информации

1. Патент RU№2173454, МПК G01N 27/18, 2001.

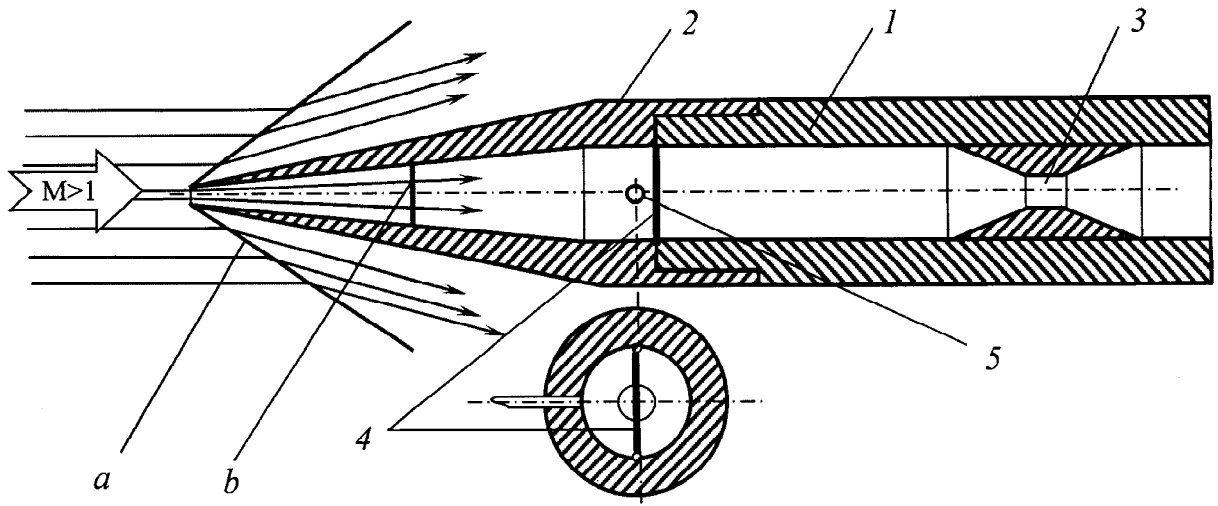
25 2. T.A.Ninnemann and W.F. Ng, A concentration probe for the study of mixing in supersonic shear flows. Experiments in Fluids 13, 98-104, 1992 - прототип.

Формула изобретения

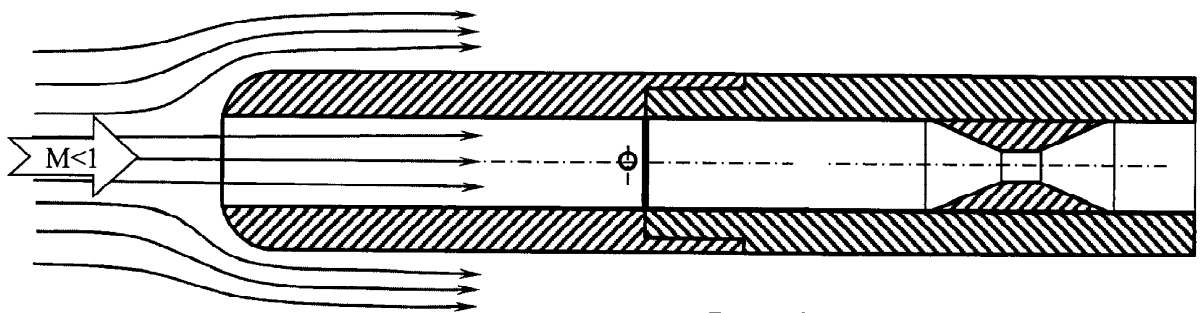
30 1. Датчик для измерения концентрации компонентов газовой смеси, содержащий канал в корпусе с насадком на входе и звуковым соплом на выходе, термоанемометрическим чувствительным элементом в канале, в стенке которого имеется отверстие для измерения давления, отличающийся тем, что насадок выполнен сменным с постоянным или переменным диаметром канала по длине насадка, а в канале датчика дополнительно установлен термочувствительный элемент для измерения температуры смеси внутри канала, при этом концентрацию газовой смеси определяют по тарировочным зависимостям, полученным в контролируемых условиях.

40 2. Датчик по п.1, отличающийся тем, что сменный насадок выполнен обтекаемой цилиндрической формы.

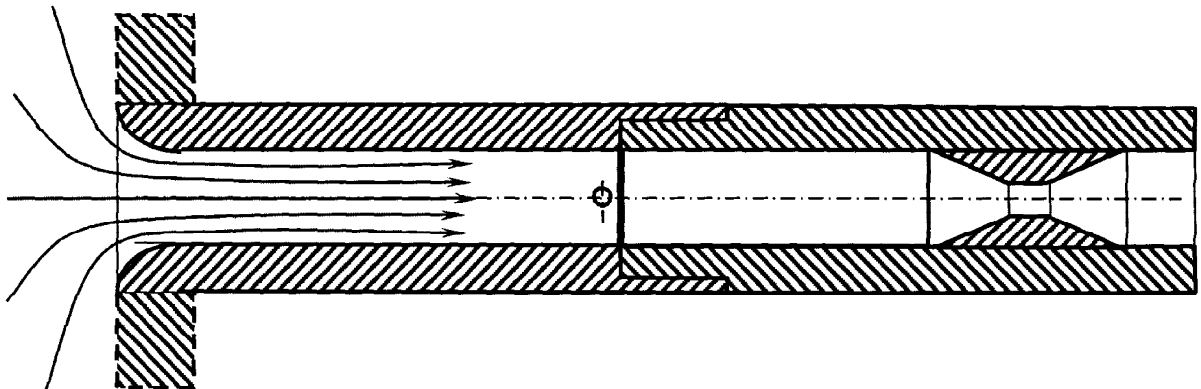
3. Датчик по п.1, отличающийся тем, что сменный насадок выполнен в виде переходника для соединения с источником исследуемой газовой смеси.



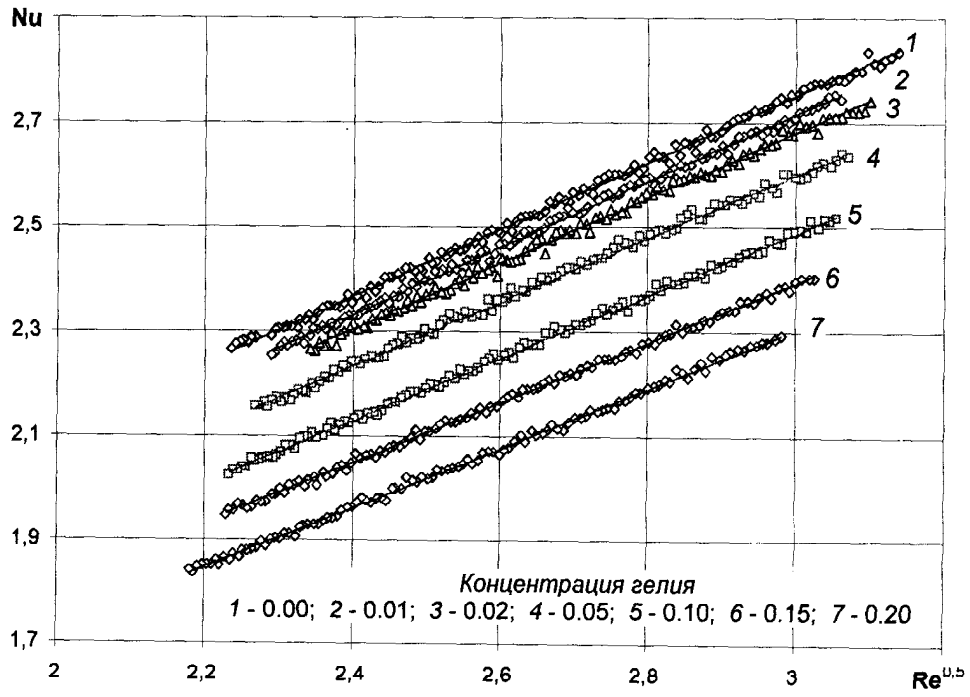
Фиг. 1



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5