



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) **ЗАЯВКА НА ИЗОБРЕТЕНИЕ**

(21)(22) Заявка: 2014134732, 26.08.2014

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 26.08.2014

(43) Дата публикации заявки: 20.03.2016 Бюл. № 08

Адрес для переписки:

123103, Москва, ул. Паршина, 25, к. 1, кв. 137,
Сумкину Павлу Сергеевичу

(71) Заявитель(и):

Гребеньков Павел Михайлович (RU),
Сумкин Павел Сергеевич (RU)

(72) Автор(ы):

Гребеньков Павел Михайлович (RU),
Сумкин Павел Сергеевич (RU)(54) **АКУСТИЧЕСКИЙ ДЕТЕКТОР ТЕКУЧЕЙ СРЕДЫ И СПОСОБ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ**

(57) Формула изобретения

1. Акустический детектор текучей среды, содержащий:

перекачивающее устройство - акустический насос, использующее в качестве рабочего тела - текучую среду, а в качестве побудителя расхода - энергию акустических колебаний, формируемую одним или более приводами; причем перекачивающее устройство содержит рабочую камеру, которая во время работы вмещает перекачиваемую текучую среду; причем камера имеет, по существу, форму цилиндра, ограниченную двумя торцевыми стенками и боковой стенкой; при этом перекачивающее устройство содержит один или более выходов, а также один или более входов, расположенных на заданном расстоянии в камере; причем приводы, содержащиеся в рабочей камере, во время работы вызывают колебательное перемещение одной торцевой стенки в направлении, по существу перпендикулярном плоскости другой торцевой стенки, что вызывает радиальные колебания давления текучей среды в камере акустического насоса;

- один или более волноводов, конструктивно и акустически герметично связанных с рабочей камерой акустического насоса, являющейся, по существу, входами текучих сред в акустический детектор текучей среды; причем рабочая камера акустического насоса по сути объединяет волноводы, далее объединенная текучая среда из волноводов перекачивается от входов к выходам; причем волноводы содержат в своем составе приемники акустических колебаний, расположенные на заданном расстоянии; причем приемники акустических колебаний служат для регистрации акустических колебаний, генерируемых акустическим насосом; при этом частоты и амплитуды регистрируемых акустических колебаний, распространяющихся в волноводах, по существу, являются информативными параметрами сравнения свойств перекачиваемых по волноводам текучих сред;

- измерительное устройство, содержащее генератор синусоидальных напряжений, соединенный с одним или несколькими приводами акустического насоса, по существу являющегося излучателем акустических колебаний, принимаемых приемниками, расположенными в волноводах с фиксированными длинами и диаметрами, и связанных

с усилителями электрических сигналов, а также полосовыми фильтрами, сигнал с которых поступает на вход устройства коммутации аналоговых сигналов, преобразуемых аналого-цифровым преобразователем в код; сигнал с выхода аналого-цифрового преобразователя поступает на вход микроконтроллера и далее после обработки на устройство отображения информации; также содержит устройство управления; кроме того, в составе измерительного устройства также предусмотрены устройства измерения температуры, расположенные в волноводах на заданном расстоянии и необходимые для коррекции информационной составляющей, сигнал с выходов которых также поступает на устройство коммутации аналоговых сигналов, и далее через аналого-цифровой преобразователь на вход микроконтроллера; кроме того, устройство содержит генератор опорной частоты, связанный с генератором синусоидальных напряжений, аналого-цифровым преобразователем и микроконтроллером, задавая единую точку отсчета времени.

2. Акустический детектор текучей среды, содержащий перекачивающее устройство - акустический насос, по п. 1, в рабочей камере которого выходные отверстия текучей среды располагаются около оси распространения акустического луча, формируемого активными элементами приводов.

3. Акустический детектор текучей среды, содержащий перекачивающее устройство - акустический насос, по п. 1, в рабочей камере которого любые входные отверстия текучей среды располагаются на удалении от оси распространения акустического луча, которое выбирается из условия формирования разности давлений между входами и выходами насоса, обеспечивающего прокачку текучей среды, и выбирается исходя из условия $L3 < D$, где $L3$ - расстояние между волноводами относительно осевой линии насоса, совпадающей с осью распространения акустического луча, D - диаметр колеблющейся части электромеханического вибратора.

4. Акустический детектор текучей среды, содержащий перекачивающее устройство - акустический насос, по п. 1, в рабочей камере которого входные отверстия текучей среды располагаются на расстоянии от оси распространения акустического луча, обеспечивающем равенство акустического давления, формируемого акустическим лучом.

5. Акустический детектор текучей среды, содержащий перекачивающее устройство - акустический насос, по п. 1, в рабочей камере которого выходные отверстия текучей среды включают клапаны.

6. Акустический детектор текучей среды, содержащий перекачивающее устройство - акустический насос, по п. 1, в качестве активных элементов приводов которых могут быть использованы электромеханические вибраторы магнитострикционного или пьезокерамического типа или электромагнитные катушки.

7. Акустический детектор текучей среды, содержащий перекачивающее устройство - акустический насос, по п. 1, в котором выполнено профилирование торцевых стенок рабочей камеры.

8. Акустический детектор текучей среды по п. 1, содержащий волновод или волноводы, геометрические параметры которых выбираются исходя из условия $L2 \leq 1$ мм, где $L2$ - диаметр или наибольший линейный размер волновода или волноводов в плоскости, перпендикулярной оси симметрии волновода.

9. Акустический детектор текучей среды по п. 1, содержащий волновод или волноводы, геометрия которых выбирается из условия равенства сопротивления перекачке текучей среды.

10. Акустический детектор текучей среды по п. 1, содержащий волновод или волноводы, в которых приемники акустических колебания располагаются исходя из условия $L6 \leq 1/2 \cdot L7$, где $L6$ - расстояние между входом текучей среды в волноводы и

приемниками акустических колебаний, $L7$ - длина волноводов, соединяющих приемники акустических колебаний и рабочую камеру насоса.

11. Акустический детектор текучей среды по п. 1, содержащий волновод или волноводы, геометрия и расположение приемников акустических колебаний которых выбирается исходя из условия обеспечения четвертьволнового резонанса акустических колебаний насоса.

12. Акустический детектор текучей среды по п. 1, содержащий приемники акустических колебаний, в качестве которых могут быть использованы конденсаторные микрофоны, динамические микрофоны, угольные микрофоны и пьезомикрофоны, а также оптоакустические микрофоны и магнитострикционные устройства.

13. Акустический детектор текучей среды по п. 1, содержащий устройства измерения температуры в волноводах, взаимное расположение которых выбирается исходя из условия $L4 \leq L7$, где $L4$ - расстояние между приемниками акустических колебаний и устройствами измерения температуры, расположенными в волноводах, $L7$ - длина волноводов, соединяющих приемники акустических колебаний и рабочую камеру насоса.

14. Способ измерения параметров текучих сред, используемый при анализе бинарных и многокомпонентных сред, а также при контроле герметичности, для объектов контроля, содержащих контрольную среду с известными свойствами под избыточным давлением относительно опорной среды также с известными свойствами, заключающийся в том, что в процессе анализа текучих сред или проведения контроля герметичности один из волноводов служит аналитическим каналом, а другой - каналом сравнения, при этом входы текучей среды в волноводы акустического детектора располагаются заданным образом относительно объекта контроля, обеспечивая минимальное время срабатывания, при котором обеспечивается попадание максимума концентрации контрольной среды в аналитический канал; при этом колебания, возбуждаемые генератором синусоидальных напряжений, поступают на приводы акустического насоса таким образом, что колебания, возбуждаемые генератором опорной частоты, могут быть как обеспечивающими работу насоса, так и пачками зондирующих импульсов, далее преобразованные акустические колебания пропускают через текучую среду в волноводах, принимают их на заданном расстоянии приемниками акустических колебаний, преобразуют в электрические сигналы, усиливают, пропускают через полосовые фильтры и подают через устройство коммутации аналоговых сигналов на аналогово-цифровой преобразователь (АЦП), после чего полученный код подается в микроконтроллер, формируя массивы выборок входного сигнала, при этом микроконтроллер содержит массив отсчетов образа зондирующего импульса, по функции взаимной корреляции которого с массивами выборок входных сигналов судят о разности скоростей распространения и затухания акустических колебаний в аналитическом канале и канале сравнения; в результате, совокупность полученных информационных параметров позволяет локализовать место течи в объекте контроля, при этом сравнение табличных значений скоростей звука и коэффициентов затухания, записанных в памяти микроконтроллера для различных текучих сред с вычисленными значениями, позволяет преодолеть влияние помех в процессе проведения контроля герметичности.

15. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором в детекторе текучей среды используется один волновод как канал сравнения.

16. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором частота записи в память микроконтроллера данных о характере прокачиваемой текучей среды выбирается исходя из условия $f_{зан} \geq 1$ Гц, где $f_{зан}$ - частота записи.

17. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, в процессе которого

расстояние между входами текущей среды в волноводы акустического детектора и предполагаемым местом течи в направлении градиента поля концентрации контрольной среды в опорной выбирается исходя из условия $r_1 < r_2$, где r_1 - кратчайшее расстояние между точкой входа анализируемой среды в волновод аналитического канала и местом течи, r_2 - кратчайшее расстояние между точкой входа анализируемой среды в волновод канала сравнения и местом течи, при этом входы газа в волноводы акустического детектора располагаются заданным образом относительно объекта контроля, обеспечивая минимальное время срабатывания.

18. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, в процессе которого калибровка способа осуществляется посредством применения контрольных течей текущей анализируемой среды.

19. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором частота посылок зондирующих импульсов выбирается из условия обеспечения в волноводах требуемого линейного расхода текущей среды при работе акустического насоса и должна соответствовать выражению $f_{зонд} \geq 1$ Гц, где $f_{зонд}$ - частота посылок зондирующих импульсов.

20. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором частота зондирующих импульсов выбирается из условия $L_7 \approx 1/4\lambda$, где L_7 - длина волновода, по которому распространяется зондирующий импульс, λ - длина волны зондирующего импульса.

21. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором частота зондирующих импульсов выбирается исходя из условия близости к одной из резонансных частот системы, объединяющей акустический насос, волновод или волноводы с приемниками акустических колебаний.

22. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором скорость звука в анализируемой среде рассчитывается по формуле

$$V_{зв_2} = V_{зв_п} c_2 + (1 - c_2) V_{зв_{оп}},$$

где $V_{зв_2}$ - скорость звука в перекачиваемой текущей среде в волноводе канала сравнения; c_2 - объемная доля газового компонента пробной среды выходящей из течи; $V_{зв_{оп}}$ - средняя скорость звука в сумме неопределяемых компонентов в опорной среде.

23. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором количество выборок каждого сигнала одинаково и выбирается по формуле

$$N = \frac{L \cdot f_B}{C_{min}},$$

где N - количество выборок сигнала; L - длина пути, преодолеваемого зондирующим импульсом, f_B - частота взятия выборок сигнала АЦП, C_{min} - минимальная скорость звука в среде, прокачиваемой через волноводы.

24. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором в микроконтроллере хранится массив данных y_n длиной K отсчетов, представляющих собой образ зондирующего импульса, с частотой дискретизации которого, равной частоте взятия выборок аналого-цифрового преобразователя f_B .

25. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором количество отсчетов образа зондирующего импульса K должно быть меньше или равно количеству выборок сигнала N .

26. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором время пробега зондирующего импульса в волноводах, вычисляется с помощью функции взаимной корреляции R_{a_n} и R_{b_n} по формулам

$$Ra_n = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^K y_i \cdot a_{n+i}$$

$$Rb_n = \frac{1}{K} \sum_{i=0}^K y_i \cdot b_{n+i},$$

где Ra_n - массив отсчетов функции взаимной корреляции принятого сигнала в канале с анализируемой средой и образа зондирующего импульса; Rb_n - функции взаимной корреляции принятого сигнала в канале с опорной средой и образа зондирующего импульса; y_n - массив отсчетов образа зондирующего сигнала; a_n - массив выборок сигнала в канале с анализируемой средой; b_n - массив выборок сигнала в канале с опорной средой; K - количество отсчетов образа зондирующего импульса.

27. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором временной сдвиг в секундах вычисляется по формулам

$$Ta = \frac{n(Ra_{\max})}{f_b}$$

$$Tb = \frac{n(Rb_{\max})}{f_b},$$

где Ta - время распространения зондирующего импульса по волноводу с анализируемой средой, с; Tb - время распространения зондирующего импульса по волноводу с опорной средой, с; $n(Ra_{\max})$ - номер отсчета в массиве значений функции взаимной корреляции анализируемого канала, имеющего максимальную амплитуду; $n(Rb_{\max})$ - номер отсчета в массиве значений функции взаимной корреляции опорного канала, имеющего максимальную амплитуду; f_b - частота взятия выборок.

28. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором амплитуды A_a и A_b принятых зондирующих импульсов в каналах пропорциональны максимальным значениям функций взаимной корреляции Ra_{\max} и Rb_{\max} соответственно и вычисляются по формулам

$$Aa = h \cdot Ra_{\max},$$

$$Ab = h \cdot Rb_{\max},$$

где: A_a - амплитуда принятого зондирующего импульса в канале с анализируемой средой и A_b - амплитуда принятого зондирующего импульса в канале с опорной средой; h - коэффициент пропорциональности; Ra_{\max} - максимальная величина в массиве значений функции взаимной корреляции анализируемого канала; Rb_{\max} - максимальная величина в массиве значений функции взаимной корреляции опорного канала

29. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором место течи в объекте контроля локализуется исходя из условия нахождения максимальных значений ΔT и ΔA , вычисленных по формулам:

$$\Delta T = Ta - Tb,$$

$$\Delta A = Aa - Ab,$$

где ΔT - разность времени распространения зондирующего импульса в волноводах анализируемого и опорного каналов; ΔA - разность амплитуд принятых зондирующих импульсов в волноводах анализируемого и опорного каналов; Ta - время распространения зондирующего импульса в волноводе анализируемого канала; Tb - время распространения зондирующего импульса в волноводе опорного канала; A_a -

амплитуда принятого зондирующего импульса в канале с анализируемой средой и A_b
- амплитуда принятого зондирующего импульса в канале с опорной средой

30. Способ измерения параметров текучих сред по п. 14, при котором генератор опорной частоты связан с генератором синусоидальных напряжений, АЦП и микроконтроллером, задавая, таким образом, единую точку отсчета времени для генерации сигналов, взятия выборок АЦП, и вычислений, производимых с массивами выборок в микроконтроллере.

RU 2014134732 A

RU 2014134732 A