



Государственный комитет
СССР
по делам изобретений
и открытий

419
О П И С А Н И Е
ИЗОБРЕТЕНИЯ
К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

(11) 672993

(61) Дополнительное к авт. свид-ву -

(22) Заявлено 01.07.77 (21) 2501989/18-10

с присоединением заявки № -

(23) Приоритет -

Опубликовано 23.05.81. Бюллетень № 19

Дата опубликования описания 25.05.81

(51) М. Кл.³

G 01 P 5/18

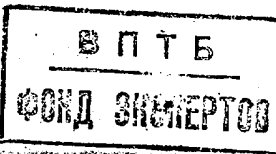
(53) УДК 532.574

(088.8)

(72) Авторы
изобретения

А. М. Трохан, С. Р. Стефанов, М. И. Кузнецов,
В. А. Белогольский, Л. М. Саморукова, М. Г. Багов
и Е. П. Горев

(71) Заявитель



(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ
ХАРАКТЕРИСТИК ПОТОКА

1

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для исследования параметров потоков жидких и газообразных сред.

Известны устройства для измерения характеристик потока, содержащие два генератора, соединенные с ультразвуковыми излучателями, и приемник ультразвуковых колебаний, соединенный с фазоразностной измерительной схемой [1].

Эти устройства могут измерять скорость ультразвука в среде и среднюю скорость движущейся среды в закрытом объеме от одного излучателя к другому. Однако они не позволяют измерять одновременное распределение локальной скорости потока и скорости ультразвука.

Наиболее близким к изобретению, по технической сущности и достигаемому результату является устройство для измерения характеристик потока, содержащее генератор частот, два ультразвуковых излучателя, трубопровод исследуемого потока с прозрачными стенками, приемник

2

ультразвуковых колебаний, состоящий из источника когерентного излучения - ОКГ и фотоприемника, расположенных по разные стороны от трубопровода с прозрачными стенками, и фазоразностную измерительную систему [2].

Недостатком устройства является невозможность определения двух компонент вектора скорости локального объема, а также невысокая точность измерения характеристик потока.

Целью изобретения является одновременное определение двух компонент вектора скорости потока и повышение точности измерения.

Это достигается тем, что в известное устройство введен дополнительный ультразвуковой излучатель, расположенный перпендикулярно двум другим излучателям, ориентированный вдоль вектора средней скорости потока, а приемник ультразвуковых колебаний дополнительно снабжен фотоприемником с крестообразной апертурной диафрагмой и блоками фильтров,

при этом моделирующие электроды фото-
электронных умножителей подключены к
выходам генератора, а выходы фотоэлект-
ронных умножителей через соответствую-
щие фильтры - к входам фазометров, выхо-
ды которых подключены к пересчетному
устройству. Приемник излучения ультра-
звука снабжен дополнительно двумя фото-
приемниками, установленными на пути пу-
чков, отраженных от крестообразных диа-
фрагм, расположенных под углом 45° к
пучкам лазера и снабженных зеркально
отражающими крестообразными полосками,
ширина которых сдвиг относительно ос-
новного креста диафрагмы равен половине
длины волны ультразвука, а в фазораз-
ностной измерительной схеме комплекты
фильтров соединены с фазометрами через
дополнительно введенные схемы вычитания,
входы которых подключены к фильтрам оди-
наковых частот, а выходы фильтров сое-
динены с блоком автоподстройки лазера
и ФЭУ.

На фиг. 1 представлена схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 - дано сечение А-А на фиг. 1; на фиг. 3 - изображен вид Б на фиг. 1.

Устройство содержит генератор 1, соединенный с ультразвуковым излучателями 2, 3 и 4 (фиг. 2).

Направление излучения излучателя 2 перпендикулярно излучению двух других, а излучатели 3 и 4 развернуты, чтобы излучение одного из них не отражалось от другого. По разные стороны от трубопровода с прозрачными стенками 5 расположены источник 6 когерентного света, делитель 7 с отражающими зеркалами 7, крестообразные диафрагмы 8 с крестообразными полосками 8; фотоприемники 9, 10, 11 и 12.

К каждому фотоприемнику подключено по комплекту фильтров 13, 14, 15, 16, каждый из которых состоит из трех одинаковых фильтров 17, 18, 19, настроенных на частоты ультразвуковых излучателей f_1, f_2, f_3 . Выходы одинаковых фильтров, на которые приходит электрический сигнал с ФЭУ, пропорциональный световому потоку одного оптического луча, подключены к разностным схемам 20, 21, 22, а выходы фильтров, на которые приходит электрический сигнал с ФЭУ, пропорциональный световому потоку другого оптического луча, подключены к разностным схемам 23, 24, 25. Разностные схемы одинаковых частот подключены к фазо-

метрам 26, 27, 28, выход которых подключен к пересчетному устройству 29.

Кроме того, выходы двух одинаковых фильтров комплектов 13, 14 подключены к схеме 30 суммирования, а выходы двух одинаковых фильтров комплектов 15, 16 подключены к схеме 31 суммирования. В свою очередь выходы схем 30 и 31 подключены ко входам третьей схемы 32 суммирования и разностной схемы 33. Выход схемы 32 подключен к ОКГ 6, а выход схемы 33 - к одной из пар ФЭУ, работающих по одному оптическому лучу, например, к ФЭУ 9, 10. Модулирующие электроды ФЭУ 9, 10 и 11, 12 соединены отдельно с выходами генератора 1.

Устройство работает следующим образом.

При работе генератора 1 на частотах f_1, f_2, f_3 в исследуемом объеме среды с помощью излучателей 2, 3, 4 создается режим бегущих акустических волн, на которых дифрагирует когерентное излучение приемника ультразвуковых колебаний. Если до входа в зону пересечения ультразвуковых волн излучение ОКГ имело частоту f_c , то на выходе оно будет иметь $f_c \pm n f_1$, где f - частота ультразвуковых колебаний $n = 0, 1, 2, \dots$ При модуляции светового излучения одновременно другим полем ультразвука с частотой f_2 на выходе зоны пересечения ультразвука будут содержаться и световые пучки с частотами $f_c \pm n f_2$. При сложении отдельных пучков с разными частотами в плоскости дифракции, например $f_c + (f_c + f_2)$, образуется бегущая интерференционная картина ультразвукового поля.

Настраивая фильтры на частоту ультразвуковых колебаний, можно следить за изменением разности фаз этих колебаний в двух точках исследуемой среды, которая равна

$$\varphi_1 = 2\pi f_1 \frac{S}{C \pm V} \quad (1)$$

где S - расстояние между двумя точками исследуемой среды;
 C - скорость ультразвука;
 V - скорость потока.

С другой стороны распространение ультразвукового поля в обратном направлении можно записать уравнением

$$\varphi_2 = 2\pi f_2 \frac{S}{C \pm V} \quad (2)$$

Задаваясь определенным направлением компоненты скорости V_x потока, совпадающим с направлением излучения ульт-

разлука частоты f_1 , и решая полученную систему уравнений относительно C и V_x , находим

$$\begin{cases} C = \pi S \frac{f_1 \varphi_2 + f_2 \varphi_1}{\varphi_1 \varphi_2} \\ V_x = \pi S \frac{f_2 \varphi_1 - f_1 \varphi_2}{\varphi_1 \varphi_2} \end{cases} \quad (3)$$

Для нахождения второй компоненты вектора скорости, например в направлении дополнительного ультразвукового приемника, изменяется разность фаз между двумя точками:

$$\varphi_3 = 2\pi f_3 \frac{S}{C - V_y} \quad (4)$$

Решая это уравнение относительно компоненты скорости V_y и подставляя скорость ультразвука C , находим

$$V_y = \pi S \left(\frac{f_1}{\varphi_1} + \frac{f_2}{\varphi_2} - 2 \frac{f_3}{\varphi_3} \right) \quad (5)$$

Все величины в уравнениях (3), (5) известны и измеряются с помощью схемы (фиг.1).

Ввиду того, что глубина модуляции излучения при сложении двух пучков мала и составляет несколько процентов, для увеличения сигнала, который попадает на вход фазометров, крестообразные диафрагмы 8 снабжены отражающими крестообразными полосками 8'. Свет, отраженный от них, попадает на дополнительные фотоприемники 10, 11. Электрические сигналы фотоприемников 9, 10 по одному оптическому каналу равны и сигналы других фотоприемников 11, 12 по другому оптическому каналу равны. Таким образом, электрические сигналы одинаковых частот, пройдя фильтры комплектов, складываются и на выходе схем вычитания увеличиваются в два раза, тем самым повышается отношение сигнал/шум в два раза.

С выхода фазометра получают сигналы, пропорциональные разности фаз ультразвуковых колебаний, пересекающих излучение лазера. Эти сигналы поступают в пересчетное устройство, которое согласно приведенным формулам непрерывно выдает значения C , V_x и V_y .

Вторым существенным фактором повышения точности измерения указанных параметров является стабилизация уровня излучения приемника ультразвуковых колебаний и поддержание постоянного сигнала на выходе ФЭУ при постоянном уровне излучения лазера.

Для этого электрические сигналы с фильтров одного оптического канала подаются на схему 30 суммирования, второго на другую схему 31. При сложении выходных сигналов в схеме 32 мы получаем электрический сигнал, пропорциональный излучению лазера, который поддерживает автоматически постоянный уровень выходной мощности источника 6 излучения, а сигнал, пропорциональный изменению разности сигналов с сумматоров, поступает на модулирующие электроды фотоэлектрических преобразователей, например 11, 12, и тем самым сигналы с фотопреобразователей двух каналов поддерживаются равными.

Ф о р м у л а и з о б р е ж е н и я

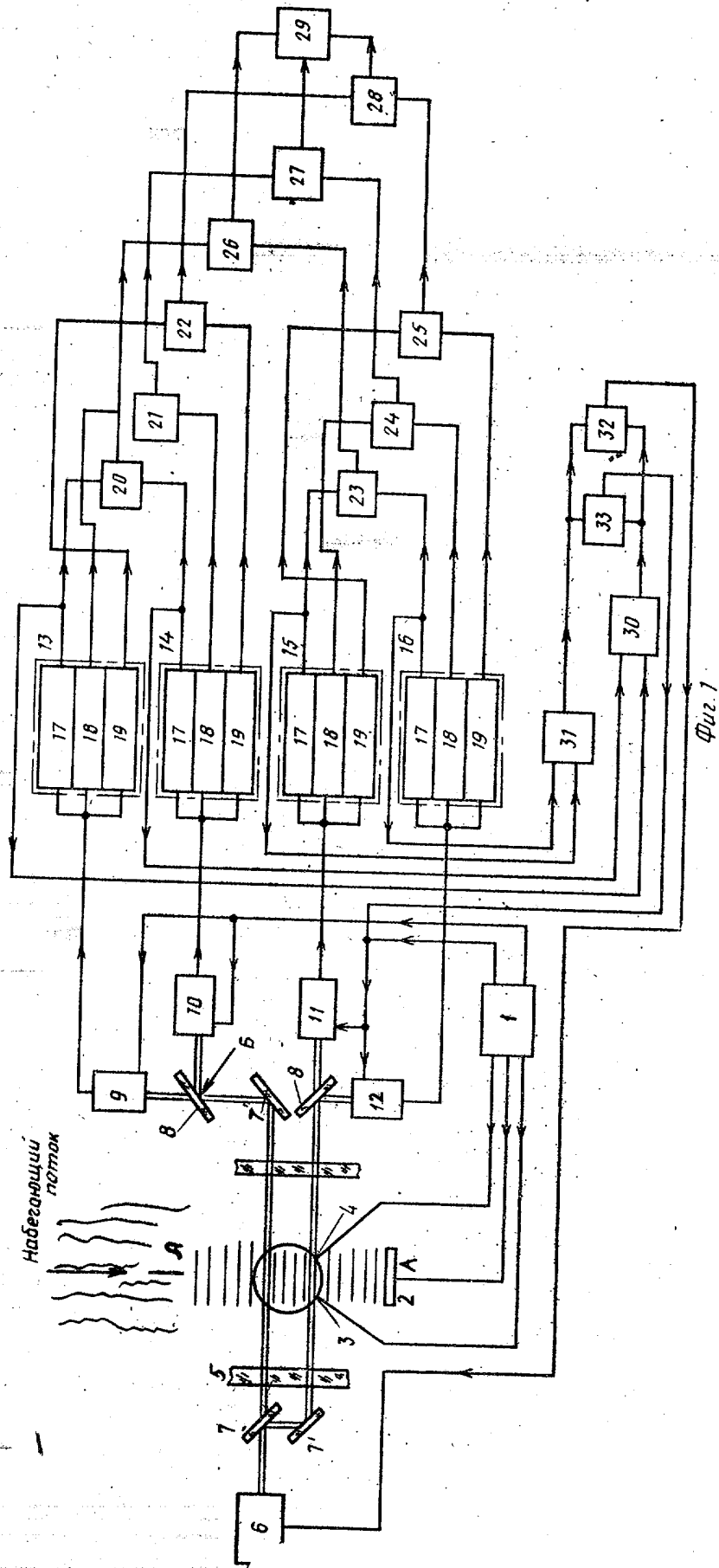
Устройство для измерения характеристик потока, содержащее генератор частот, два ультразвуковых излучателя, трубопровод исследуемого потока с прозрачными стенками, приемник ультразвуковых колебаний, состоящий из лазера и фотоэлектрического умножителя с блоком автоподстройки, расположенных по разные стороны от исследуемого потока, фазоразностную систему с фазометрами и пересчетное устройство, отличающееся тем, что, с целью одновременного определения двух компонент вектора локальной скорости потока, в устройство введен дополнительный ультразвуковой излучатель, расположенный перпендикулярно двум другим излучателям и ориентированный вдоль вектора средней скорости потока, а приемник ультразвуковых колебаний дополнительно снабжен фотоприемником с крестообразной апертурной диафрагмой и блоками фильтров, при этом модулирующие электроды фотоэлектронных умножителей подключены к выходам генератора, а выходы фотоэлектронных умножителей через соответствующие фильтры - к входам фазометров, выходы которых подключены к пересчетному устройству.

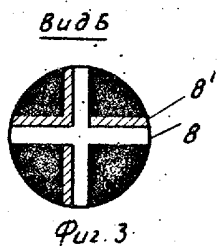
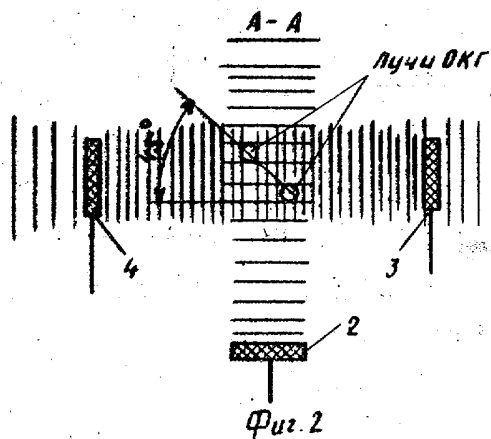
2. Устройство по п. 1, отличающееся тем, что, с целью повышения точности приемник излучения ультразвука снабжен дополнительно двумя фотоэлектронными умножителями, а апертурные диафрагмы снабжены зеркально отражающими ортогональными полосками, ширина которых и сдвиг относительно основного креста диафрагмы равен половине длины волны ультразвука, в фазоразностную измеритель-

ную схему введены комплекты фильтров одинаковых частот, соединенные с фазометрами через дополнительно введенные схемы вычитания, входы которых подключены к фильтрам одинаковых частот, а выходы фильтров соединены с блоком автоподстройки лазера и фотоэлектронного умножителя.

Источники информации,
принятые во внимание при экспертизе

1. Ноубл. Двухчастотный ультразвуковой расходомер. - Приборы для научных исследований, 1968, № 9, с. 83.
2. Авторское свидетельство СССР № 498552, кл. G-01 P 5/00, 1976.





Составитель Ю. Власов
 Редактор С. Суркова Техред З. Фанта Корректор Н. Стец

Заказ 3238/48 Тираж 907 Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР
 по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Филиал ППП "Патент", г. Ужгород, ул. Проектная, 4