



(19) RU⁽¹¹⁾ 2 139 503⁽¹³⁾ C1
(51) МПК⁶ G 01 F 1/66

РОССИЙСКОЕ АГЕНТСТВО
ПО ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

(21), (22) Заявка: 98109270/28, 29.04.1998

(24) Дата начала действия патента: 29.04.1998

(46) Дата публикации: 10.10.1999

(56) Ссылки: SU 1506278 A1, 07.09.89. SU 181327 A, 15.04.66. SU 340900 A, 05.06.72. SU 241128 A, 01.04.69. SU 429271 A, 25.05.74. SU 433345 A, 25.06.74. SU 540144 A, 25.12.76. SU 779809 A, 15.11.80. SU 794530 A, 07.01.81. SU 808937 A, 28.02.81. RU 2014567 C1, 15.06.94. RU 2104499 C1, 10.02.98. DE 3333409 A1, 04.04.85. FR 2514130 A1, 08.04.83. FR 2562242 A1, 04.10.85. US 3974692 A, 17.08.76.

(98) Адрес для переписки:
198005, Санкт-Петербург, 1-я Красноармейская ул., д.1, Балтийский государственный технический университет, сектор патентно-лицензионной работы, Ярину В.Н.

(71) Заявитель:

Балтийский государственный технический университет "Военмех" им.Д.Ф.Устинова

(72) Изобретатель: Ипатов О.С.,

Седов И.В., Ковалевский В.Е., Лившиц М.Б.

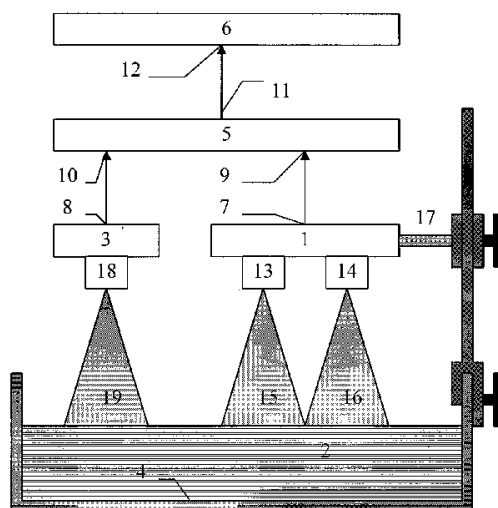
(73) Патентообладатель:

Балтийский государственный технический университет "Военмех" им.Д.Ф.Устинова

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМНОГО РАСХОДА ЖИДКОСТИ В БЕЗНАПОРНОМ КАНАЛЕ

(57) Реферат:

Изобретение относится к приборостроению, а именно к области измерения объемного расхода жидкости в безнапорных каналах. Устройство содержит измеритель скорости жидкости, измеритель уровня жидкости в открытом канале, вычислитель и индикатор. Выходы измерителя скорости и измерителя уровня жидкости соединены с соответствующими входами вычислителя, выход которого соединен со входом индикатора. Измеритель скорости выполнен в виде активного локационного датчика, содержит пьезокерамический излучатель и пьезокерамический приемник излучения и снабжен жестко связанным с его корпусом узлом регулирования диаграммы направленности. Измеритель уровня жидкости содержит пьезокерамический датчик. Благодаря такому выполнению измерение объемного расхода жидкости осуществляется без погружения измерителей в контролируемую среду, что повышает надежность и долговечность устройства. 1 з.п.ф-лы, 5 ил.



Фиг. 1



(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 139 503** ⁽¹³⁾ **C1**
 (51) Int. Cl.⁶ **G 01 F 1/66**

RUSSIAN AGENCY
 FOR PATENTS AND TRADEMARKS

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: 98109270/28, 29.04.1998

(24) Effective date for property rights: 29.04.1998

(46) Date of publication: 10.10.1999

(98) Mail address:
 198005, Sankt-Peterburg, 1-ja
 Krasnoarmejskaja ul., d.1, Baltijskij
 gosudarstvennyj tekhnicheskij universitet,
 sektor patentno-litsenzionnoj raboty, Jarinu V.N.

(71) Applicant:
 Baltijskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
 universitet "Voenmekh" im.D.F.Ustinova

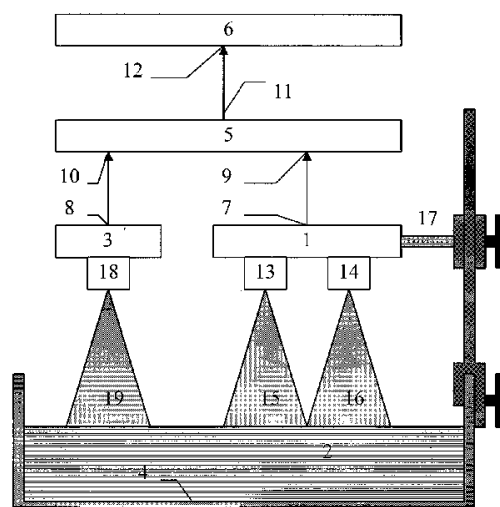
(72) Inventor: Ipatov O.S.,
 Sedov I.V., Kovalevskij V.E., Livshits M.B.

(73) Proprietor:
 Baltijskij gosudarstvennyj tekhnicheskij
 universitet "Voenmekh" im.D.F.Ustinova

(54) **GEAR MEASURING VOLUMETRIC FLOW RATE OF FLUID IN NONRAMMING CONDUIT**

(57) Abstract:

FIELD: instrumentation. SUBSTANCE: gear includes meter of fluid speed, meter of fluid level in open conduit, computer and indicator. Outputs of meter of fluid speed and meter of fluid level are connected to proper inputs of computer which output is linked to input of indicator. Meter of fluid speed is manufactured in the form of active location transducer and includes piezoceramic radiator and piezoceramic radiation detector and is fitted with unit controlling radiation pattern made fast to gear case. Meter of fluid level has piezoceramic transducer. Owing to this design measurement of volumetric flow rate of fluid is carried out without submersion of meters into examined medium which enhances reliability and prolongs service life of gear. EFFECT: enhanced reliability and prolonged service life of gear. 1 cl, 5 dwg



Фиг. 1

Изобретение относится к приборостроению, а именно к области измерения объемного расхода жидкости в безнапорных каналах, например самоточных каналов сточных вод.

Известен ультразвуковой измеритель объемного расхода жидкости (см. патент РФ N 1806329, дата приоритета 11.09.90, 5 МКИ G 01 F 1/66), содержащий корпус, турбинку с устройством модуляции, излучатель и приемник ультразвукового сигнала, связанные с генератором, и счетчик импульсов. При этом корпус выполнен с выступающей камерой, в верхней части которой установлен излучатель ультразвукового сигнала, турбинка с устройством модуляции установлена в корпусе тангенциально, при этом ось вращения турбины перпендикулярна оси излучателя ультразвукового сигнала и смещена относительно оси корпуса в сторону выступающей камеры, а приемник ультразвукового сигнала установлен на боковой стенке. Излучатель и приемник измерителя работают непосредственно в жидкой измеряемой среде. При этом измеритель неподвижно закрепляют в заданной точке поперечного сечения потока.

Основным недостатком известного устройства является недостаточная точность измерения объемного расхода жидкости.

Кроме того, при измерении объемного расхода необходимо погружать корпус прибора в контролируемый поток, что служит причиной относительно низкой надежности прибора при определении объемного расхода жидкости, содержащей инородные твердые и вязкие включения, которые могут вызвать разрушение турбины, погруженной в контролируемую жидкость.

Из известных устройств наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату к заявляемому изобретению является выбранный авторами за прототип расходомер для открытых каналов (см. патент Германии N 4016529, дата приоритета 07.11.91., 5 МКИ G 01 P 5/00), состоящий из блока измерения скорости жидкости, блока измерения уровня жидкости, блока позиционирования, блока вычислителя и индикатора. Для измерения объемного расхода необходимо погружение блока измерения скорости и блока измерения уровня жидкости в контролируемый поток.

Расходомер содержит зонд, который может перемещаться в канале по двум ортогональным направлениям.

В фазе калибровки зондом проводят измерения координатной сетки для определения профиля потока, при этом определяют коэффициент пересчета между скоростью в фиксированном опорном положении зонда и средней скоростью потока.

В следующей фазе измерения определяют скорость потока в опорном фиксированном положении, а по ней с учетом коэффициента пересчета - фактическую общую скорость потока.

Уровнемер измеряет уровень жидкости, который учитывается при расчете заданного потоком поперечного сечения канала в ЭВМ.

Фазу калибровки можно повторить с произвольной частотой, в частности, при изменяющемся уровне наполнения или при измерении поперечного сечения канала за счет отложений.

Расходомер для открытых каналов содержит зонд, погружаемый в жидкость и позволяющий измерять скорость потока. Зонд вмонтирован в позиционирующее устройство и управляется по положению и приводится в движение по команде от вычислителя. Зонд может быть перемещен в любую точку, лежащую в плоскости измерения, проходящей поперек канала, результаты измерения скорости потока запоминаются вычислителем.

Вычислитель в фазе калибровки вырабатывает значения средней скорости потока V_m в точке измерения и относительную скорость потока в опорном положении.

Вычислитель устанавливает зонд на опорную позицию в фазе измерения и вычисляет фактическую общую скорость потока на основе соотношения, построенного в фазе калибровки между средней скоростью потока V_m и относительной скоростью в опорном положении.

Расходомер характеризуется тем, что конструкцией предусматривается измеритель уровня, измеряющий высоту уровня в канале, показания которого используются для оценки заполненного жидкостью поперечного сечения канала, а тем самым и скорости потока.

Расходомер характеризуется тем, что позиционирующее устройство, управляемое клавишным приспособлением, предусмотрено для "ощупывания" профиля канала.

Расходомер характеризуется тем, что вычислитель устанавливает любую выбранную позицию как опорную и, принимая во внимание процентное отклонение скорости потока в опорной точке от средней скорости потока V_m в фазе измерения, вычисляет фактическую общую скорость потока.

Расходомер характеризуется тем, что вычислитель как определитель опорной позиции устанавливает положение, которое располагается на линии потока и соответствует средней скорости потока V_m или определенному заранее заданному процентному отношению средней скорости.

Способ измерения скорости взят из DEAS 1673453. Здесь звуковой сигнал принимается двумя приемниками, помещенными в поток жидкости.

Расходомер позволяет проводить измерение интегральной скорости одним измерителем скорости жидкости, который по заданному закону перемещают от одного места измерения в контролируемом потоке жидкости к другому в плоскости поперечного сечения потока с помощью блока позиционирования. Тем самым проведение измерений возможно только при погружении измерителя в контролируемый поток.

Основным преимуществом прототипа (см. патент Германии N 4016529) по сравнению с аналогом (см. патент РФ N 1806329) является получение более точных показаний, достигаемых измерением скорости потока жидкости в нескольких точках поперечного сечения измеряемого потока.

Основным недостатком известного устройства по патенту Германии N 4016529 является то, что для измерения объемного расхода необходимо погружать корпус прибора в контролируемый поток, что служит причиной относительно низкой надежности прибора при определении объемного расхода жидкости с инородными твердыми и вязкими

включениями.

Перед заявляемым изобретением поставлена задача повышения надежности эксплуатации путем исключения непосредственного контакта расходомера с контролируемой жидкостью, что позволяет расширить виды контролируемой жидкости по химическому составу и загрязненности.

Поставленная задача решается за счет того, что в устройстве для измерения объемного расхода жидкости в безнапорных каналах, содержащем измеритель скорости, измеритель уровня жидкости, вычислитель и индикатор, выход измерителя скорости и выход измерителя уровня жидкости соединены с соответствующими входами вычислителя, а выход вычислителя соединен со входом индикатора, согласно изобретению измеритель скорости выполнен в виде активного локационного датчика, что позволяет измерять скорость жидкости в открытом канале без погружения измерителя скорости в контролируемую жидкость.

При этом измеритель уровня жидкости также может быть выполнен в виде активного локационного датчика.

Измеритель скорости жидкости снабжен жестко связанным с его корпусом узлом регулирования диаграммы направленности. Диаграмму направленности формируют так, что она захватывает всю ширину поверхности измеряемого потока жидкости. Измерители скорости жидкости и уровня жидкости располагают над поверхностью измеряемой жидкости так, чтобы расстояние между поверхностной волной при максимально возможном уровне заполнения канала и измерителями скорости и уровня жидкости было не менее 0,5 метра. Ось диаграммы направленности измерителя скорости ориентируют под острым углом к вектору скорости измеряемого потока (по или против направления вектора скорости измеряемого потока) так, чтобы засвеченная излучением измерителя скорости область захватывала всю ширину канала. Именно такое регулирование диаграммы направленности измерителя скорости позволяет получать точное усредненное значение поверхностной скорости жидкости в безнапорном канале. Ось диаграммы направленности измерителя уровня жидкости формируют перпендикулярно зеркалу измеряемой жидкости.

Измерение расхода производят в два этапа. Сначала измеряют скорость и уровень контролируемого потока. Интегральная поверхностная скорость измеряемой жидкости определяется доплеровским сдвигом излучаемых измерителем скорости и отраженных от поверхности жидкости частот с учетом угла наклона линии визирования к поверхности жидкости. Расстояние от измерителя уровня до поверхности жидкости определяется временным интервалом между излучением ультразвукового сигнала и регистрацией отраженного от поверхности жидкости эхосигнала. Зная расстояние от излучателя до дна канала, рассчитывают наполнение канала.

Пересчет уровня и скорости в расход осуществляется по специально разработанной формуле (см. например Курганов А.М., Федоров Н.Ф. Гидравлические расчеты систем водоснабжения и

водоотведения. Справочник. Л.: Стройиздат, 1986. Федоров Н.Ф. Новые исследования и гидравлические расчеты канализационных сетей. Л.: Стройиздат, 1964).

$$\frac{V_{sr}}{U_{max}} = 2^{m-1} \times \frac{4+m-2}{2+3 \times m+2} \left(\frac{ch1,58 \times \frac{a}{b}}{ch1,58 \times \frac{a}{b} - 1} \right)^m \times \left[1 - (0,791 - 0,158 \times m) \times \frac{m \times b}{a} \times th1,58 \frac{a}{b} \right], \quad (1)$$

где m - коэффициент расхода водослива;
a и b - параметры лотка.

Заявляемое изобретение позволяет получить технический результат, а именно позволяет измерять объемный расход жидкости без погружения измерителей в контролируемую среду, что позволяет повысить надежность и долговечность прибора.

Кроме этого заявляемое изобретение также позволяет определять объемный расход жидкости за одно измерение уровня и поверхностной скорости, что увеличивает быстродействие по сравнению с прототипом (см. патент Германии N 4016529) на величину $(N_{top} \cdot N_{верт} - 1) \cdot t$

где $N_{верт}$ - количество зондируемых прототипом плоскостей сечения потока жидкости, параллельных ее зеркалу;

N_{top} - количество зондируемых прототипом точек на каждой из плоскостей $N_{верт}$;

t - время одного измерения.

На фиг. 1 приведена структурная схема устройства для измерения объемного расхода жидкости в безнапорном канале.

На фиг. 2 приведена структурная схема измерителя скорости жидкости.

На фиг. 3 приведена структурная схема измерителя уровня жидкости.

На фиг. 4 приведена структурная схема узла ориентации диаграммы направленности.

На фиг. 5 приведен график, иллюстрирующий работу измерителя уровня жидкости.

Заявляемое устройство для измерения объемного расхода жидкости в безнапорном канале, состоит из измерителя 1 скорости жидкости 2 (фиг. 1), измерителя 3 уровня жидкости 2 в открытом канале 4, вычислителя 5 и индикатора 6, причем выходы 7 и 8 соответственно измерителя 1 скорости и измерителя 3 уровня жидкости 2 соединены с соответствующими входами 9 и 10 вычислителя 5, выход 11 которого соединен со входом 12 индикатора 6.

Измеритель 1 скорости выполнен в виде активного локационного датчика, включает пьезокерамический преобразователь (излучатель) 13 и пьезокерамический преобразователь (приемник излучения) 14, которые имеют диаграммы направленности 15 и 16 соответственно, и снабжен жестко связанным с его корпусом узлом 17 регулирования диаграмм 15 и 16 направленности. Измеритель 3 уровня жидкости 2 включает пьезокерамический преобразователь 18, который имеет диаграмму 19 направленности.

Именно эта совокупность блоков и их соединений в измерителе объемного расхода жидкости в безнапорных каналах позволяет решить поставленную задачу, а именно измерять объемный расход жидкости без

погружения измерителей в контролируемую среду, что позволяет повысить надежность и долговечность прибора.

Измеритель 1 скорости жидкости 2 (фиг. 2) изготовлен по активной локационной схеме. Измеритель 1 состоит из пьезокерамических преобразователей 13 и 14, которые имеют диаграммы направленности 15 и 16 соответственно, генератора 20, усилителя 21, пьезокерамических преобразователей 13 и 14, предварительного усилителя 22, смесителя 23, фильтра нижних частот 24, схемы предварительной фильтрации 25.

Выход 26 генератора 20 подключен ко входу 27 усилителя 21 и входу 28 смесителя 23. Выход 29 усилителя 21 подключен ко входу 30 пьезокерамического преобразователя 13, с помощью которого формируют диаграмму направленности 15. Выход 31 пьезокерамического преобразователя 14 подключен ко входу 32 предварительного усилителя 22. Выход 33 предварительного усилителя 22 подключен ко входу 34 смесителя 23. Выход 35 смесителя 23 подключен ко входу 36 фильтра нижних частот 24. Выход 37 фильтра нижних частот 24 подключен ко входу 38 схемы предварительной фильтрации 25. Выход 7 схемы предварительной фильтрации 25 является выходом измерителя 1 скорости жидкости 2. Выход 7 подключен к входу 9 вычислителя 5.

Измеритель 3 уровня (фиг. 3) изготовлен по активной локационной схеме. Измеритель 3 уровня состоит из пьезокерамического преобразователя 18, генератора 39, усилителя 40, электронного узла 41, схемы учета температуры 42, преобразователя 43.

Вход 44 пьезокерамического преобразователя 18 подключен к выходу 45 генератора 39, выход 46 пьезокерамического преобразователя 18 подключен к входу 47 усилителя 40. Выход 48 усилителя 40 подключен к входу 49 электронного узла 41, к входу 50 которого подключен выход 45 генератора 39. Выход 51 электронного узла 41 подключен к входу 52 преобразователя 43, к входу 53 которого подключен выход 54 схемы учета температуры 42, выход 55 преобразователя 43 подключен к входу 56 генератора 39, выход 8 преобразователя 43 является выходом измерителя уровня 3. Выход 8 подключен к входу 10 вычислителя 5 (фиг. 1).

Вычислитель 5 (фиг. 1) состоит из системного блока IBM-PC с программным обеспечением для организации управления проведения измерений.

Выход 11 вычислителя 5 подключен к входу 12 индикатора 6. К входу 9 вычислителя 5 подключен выход 7 измерителя скорости 1, к входу 10 вычислителя 5 подключен выход 8 измерителя 3 уровня.

Индикатор 6 состоит из совместимого с вычислителем 5 монитора. Вход 12 индикатора 6 подключен к выходу 11 вычислителя 5.

Узел регулирования диаграммы направленности 17 (фиг. 4) состоит из штатива 57, зажима 58, фиксирующей насадки 59.

Штатив 57 жестко закреплен к стенке канала 4 зажимом 58. Измеритель скорости 1 неподвижно закреплен на фиксирующей насадке 59. Фиксирующая насадка 59

неподвижно закреплена на штативе 57 так, что диаграммы направленности 15 и 16 захватывают всю ширину канала 4 с жидкостью 2.

5 Проводились испытания опытного образца заявляемого устройства.

Активный локационный измеритель 1 скорости жидкости 2 имеет следующие технические характеристики:

- 10 - диапазон измерения поверхностной скорости от 0.2 до 7 м/с;
- погрешность измерения поверхностной скорости (от измеренной величины) не более 5%;
- влажность окружающей среды до 100%;
- температура окружающей среды от +5 до +40°C;
- 15 - переменный газовый состав среды.

Активный локационный измеритель 3 уровня жидкости 2 имеет следующие технические характеристики:

- 20 - диапазон измерения уровня от 1.5 до 25 м;
- погрешность измерения уровня (от измеренной величины) не более 1%;
- влажность окружающей среды до 100%;
- температура окружающей среды от +5 до +40°C;
- 25 - переменный газовый состав среды.

Измеритель 1 скорости жидкости 2 построен на основе использования доплеровского сдвига.

30 При помощи генератора 20 вырабатывают электрический сигнал, представляющий собой колебания ультразвуковой частоты. С выхода 26 генератора 20 на вход 27 усилителя мощности 21 подают пачки электрических колебаний ультразвуковой частоты длительностью t при периоде повторения пачек T . Этот электрический сигнал усиливают усилителем мощности 21 и подают на ультразвуковой пьезокерамический преобразователь 13. Здесь происходит преобразование электрических колебаний в акустический сигнал той же частоты.

40 Акустический зондирующий сигнал контактирует с поверхностью потока жидкости 2. Если поверхность имеет "шероховатость", т.е. пузырьки воздуха либо инородные включения, движущиеся со скоростью потока верхнего слоя, то отраженный акустический сигнал имеет доплеровский сдвиг частоты, несущий информацию о скорости перемещения поверхностного слоя жидкости 2.

50 Такой акустический эхо-сигнал воспринимают при помощи пьезокерамического приемника 16 и преобразуют в электрический. Электрический сигнал, как и акустический, содержит доплеровский сдвиг частоты, пропорциональный измеряемой скорости поверхностного слоя жидкости.

55 С выхода пьезокерамического преобразователя (приемника) 14 сигнал подают на предварительный усилитель 22, а с его выхода 33 на вход 34 смесителя 23. На вход 28 смесителя 23 подают сигнал с выхода 26 генератора 20. В смесителе 23 осуществляют перемноженное зондирующего и отраженного от поверхности жидкости 2 сигналов. В результате перемноженная на выходе 35 наблюдают сигнал разности частот зондирующего и отраженного сигналов, а также и их суммы. Этот сигнал подают на

фильтр нижних частот 24, где осуществляют ослабление компоненты сигнала суммарной частоты. Тем самым на выходе 37 фильтра 24 наблюдают сигнал, частота которого пропорциональна измеряемой скорости поверхностного слоя жидкости 2. С выхода 37 фильтра 24 сигнал подают на схему предварительной фильтрации 25, в состав которой включен компаратор уровня. Подбор его уровня срабатывания позволяет подавлять шумы, сопровождающие всю рассматриваемую процедуру формирования сигнала. В результате обработки на выходе 7 схемы 25 наблюдаются прямоугольные импульсы, "очищенные" от "дребезга". Эти импульсы, число которых в единицу времени соответствует измеряемой скорости, подают на вход 9 вычислителя 5.

Процедура обработки информации, осуществляемая вычислителем 5, кроме подсчета числа импульсов в единицу времени содержит также операции логической фильтрации результатов измерений. Учитывается также и угол падения ультразвукового пучка на водную поверхность (Q), то есть угол между вертикалью к поверхности потока жидкости 2 и измерительной осью, являющейся центром зондирующего потока.

Доплеровский сдвиг частоты ($F_{\text{допл}}$) принятого рассеянного поверхностью потока сигнала, то есть разность частот излученного ($F_{\text{изл}}$) и принятого сигналов в каждом из каналов этой схемы равна

$$F_{\text{допл}} = 2 \cdot V_{\text{жидк}} \cdot F_{\text{изл}} \cdot \sin(Q) / C \quad (3)$$

где C - скорость звука, $V_{\text{жидк}}$ - скорость жидкости.

Решив уравнение (3) относительно $V_{\text{жидк}}$, получим

$$V_{\text{жидк}} = C \cdot F_{\text{допл}} / (2 \cdot F_{\text{изл}} \cdot \sin(Q)) = F_{\text{допл}} / K \quad (4)$$

где K - постоянный коэффициент.

Таким образом, введение в состав устройства для измерения объемного расхода жидкости в безнапорном канале устройства регулирования диаграммы направленности, жестко связанным с активным локационным измерителем поверхностной скорости, позволяет повысить надежность и расширить область применения расходомера по сравнению с известными аналогичными измерителями.

Измерение расстояний с помощью акустических волн основано на свойстве их распространения в среде с конечной скоростью и по кратчайшему пути. При этом длина измеряемого отрезка L отождествляется с путем, который проходят волны от одного конца отрезка до другого. Предполагается, что упругие колебания распространяются прямолинейно и с постоянной для данного момента времени и на всем пути скоростью C. Если измерено время распространения акустических волн t, то расстояние может быть получено из уравнения равномерного прямолинейного движения

$$L = C \cdot t \quad (5)$$

Современные ультразвуковые дальномеры строятся на основе элементов цифровой техники. Эквивалентом измеряемого расстояния в таких приборах является число N импульсов частоты f (периода $T=1/f$), заносимых в счетчик за время задержки t акустического сигнала на

измеряемом отрезке пути. Это число в режиме эхолокации определяется следующим образом:

$$N = [t/T] = [f \cdot t] = [f \cdot 3 \cdot L / C] = [K \cdot L] \quad (6)$$

Такие технические средства измерения времени распространения акустических волн не накладывают ограничений на точность измерения расстояний, и достигнутые точностные показатели измерения расстояния будут определяться точностью измерения скорости распространения акустических волн. Скорость распространения звука в воздухе меняется во времени в связи с изменением состояния окружающей среды, что приводит к ошибкам измерения расстояний. Ниже приведены предельные ошибки, вызванные каждым из дестабилизирующих факторов:

- погрешность, обусловленная изменением температуры в диапазоне $\pm 50^\circ\text{C}$, равна $\pm 8\%$;

- максимальная относительная погрешность, вызванная ветром при эхолокации, равна отношению квадратов скоростей ветра и звука;

- максимальная погрешность, обусловленная изменением параметров воздуха, влажности (0,5%), газового состава (0,1%), давления (около $3 \cdot 10^{-6}\%$).

Наиболее эффективным является способ компенсации влияния непостоянства скорости распространения акустических волн на точность измерений, основанный на непосредственном измерении скорости звука акустическим методом. Такой способ позволяет в реальном масштабе времени учитывать изменения скорости независимо от того, каким фактором эти изменения вызваны.

В состав измерителя 3 уровня входит генератор 39 электрических колебаний, который может функционировать либо автономно, либо в режиме управления от специального преобразователя 43. В автономном режиме с помощью генератора 39 вырабатывают электрические сигналы 60, 61 (фиг. 5), представляющие собой пачки колебаний ультразвуковой частоты с длительностью t и периодом следования T. В управляемом режиме параметры электрических сигналов: частота колебаний, длительность пачек и период их повторения изменяются вычислителем 43.

В акустическом преобразователе 18 производят преобразование электрических сигналов в акустические ультразвуковые колебания, которые направляются в сторону зондируемой поверхности жидкости 2.

От зондируемой поверхности жидкости 2 отражают эхо-сигналы, которые принимают тем же акустическим преобразователем 18 и преобразуют в электрические сигналы 62, 63, похожие по форме на зондирующие, но сдвинутые во времени на величину dt и имеющие меньшую амплитуду, как показано на фиг. 5. Очевидно, что dt пропорционально расстоянию до зондирующей поверхности, т.е. измеряемому уровню жидкости.

Эхо-сигнал в электрической форме усиливают усилителем 40 и подают на вход 52 электронного узла 41, на второй вход 50 которого подают зондирующий сигнал с выхода 45 генератора 39. В электронном узле 41 формируют прямоугольные электрические импульсы с длительностью dt и периодом повторения T. Тем самым мерой измеренного уровня является длительность импульса dt. Эти импульсы подают на вход

преобразователя 43. Здесь сигнал фильтруют, в результате чего на выходе преобразователя 8 формируют сигнал уровня, представленный в двоичной форме.

Формирование достоверного уровня сопряжено с определенными трудностями. Они обусловлены зависимостью скорости распространения звука в среде от температуры, влажности воздуха, ветрового возмущения среды, нелинейностями тракта "генератор 39 - преобразователь 43" и шумами этого тракта при больших измеряемых дальностях.

Эти факторы учитывают в преобразователе 43, что позволяет минимизировать ошибки измерения. С этой целью используют датчик температуры, с помощью которого вырабатывают электрический сигнал, пропорциональный температуре. Этот сигнал преобразуют схемой учета температуры 42 и подают на вход 53 преобразователя 43, где он и используется при обработке результатов измерения уровня. С этой же целью, как было сказано выше, с помощью преобразователя 43 управляют параметрами зондирующих сигналов через генератор 39.

Сигналы с выхода преобразователя 43 подают на вычислитель 5 и индикатор 6. Кроме этого вычислитель 5 предусматривает возможность сопряжения с традиционными промышленными регистрирующими приборами.

Таким образом, именно то, что измеритель

скорости выполнен в виде активного локационного датчика; измеритель уровня жидкости также может быть выполнен в виде активного локационного датчика; измеритель скорости жидкости снабжен жестко связанным с его корпусом узлом регулирования диаграммы направленности, которую формируют так, что она захватывает всю ширину поверхности измеряемого потока жидкости, заявляемое изобретение позволяет получить технический результат, а именно позволяет измерять объемный расход жидкости без погружения измерителей в контролируемую среду, что позволяет повысить надежность и долговечность прибора.

Формула изобретения:

1. Устройство для измерения объемного расхода жидкости в безнапорном канале, состоящее из измерителя уровня жидкости, измерителя скорости жидкости, вычислителя и индикатора, при этом выходы измерителей уровня и скорости жидкости соединены с соответствующими выходами вычислителя, а выход вычислителя соединен со входом индикатора, отличающееся тем, что измеритель скорости жидкости выполнен в виде активного локационного датчика и снабжен жестко связанным с его корпусом узлом регулирования диаграммы направленности.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что измеритель уровня жидкости выполнен в виде активного локационного датчика.

5

10

15

20

25

30

35

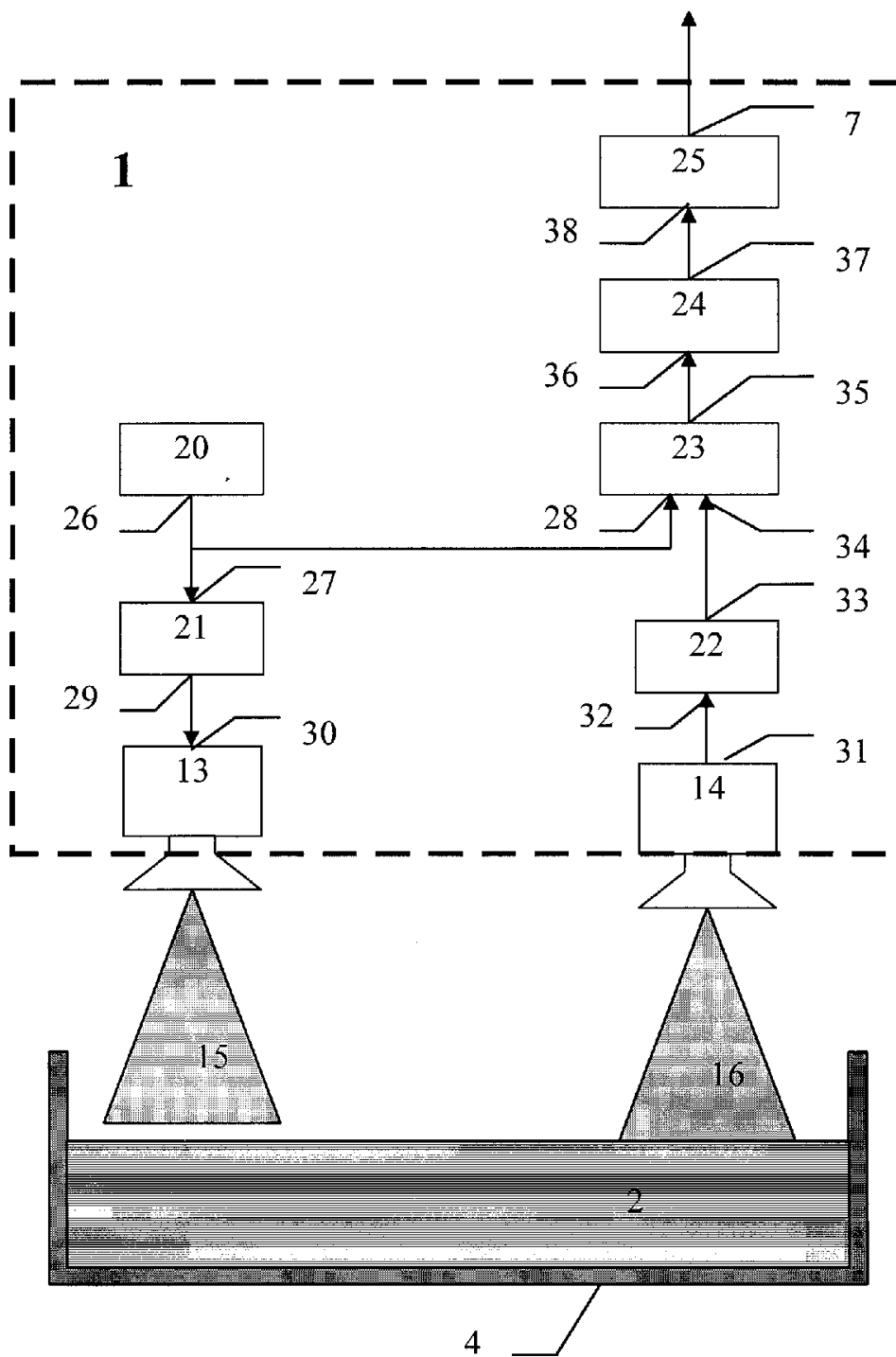
40

45

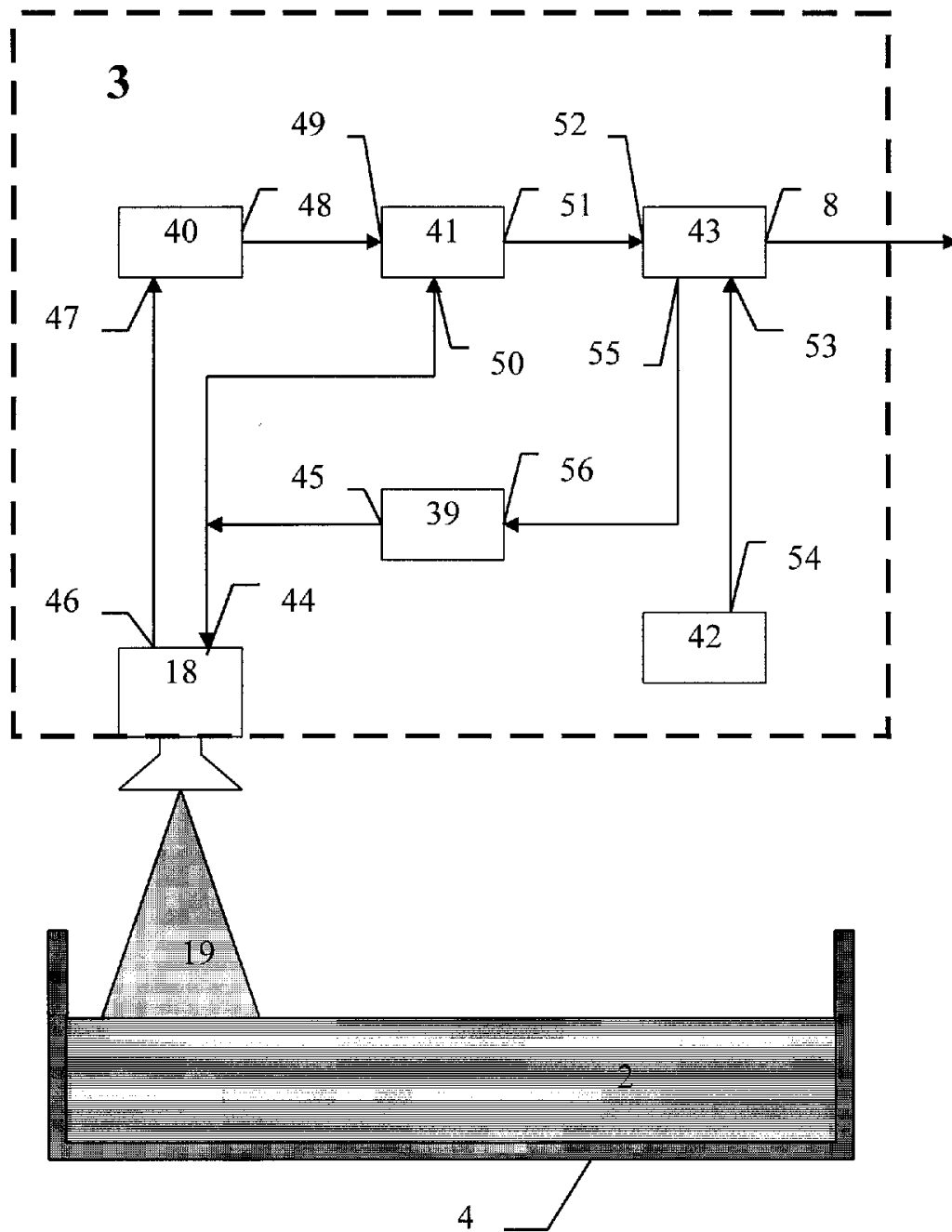
50

55

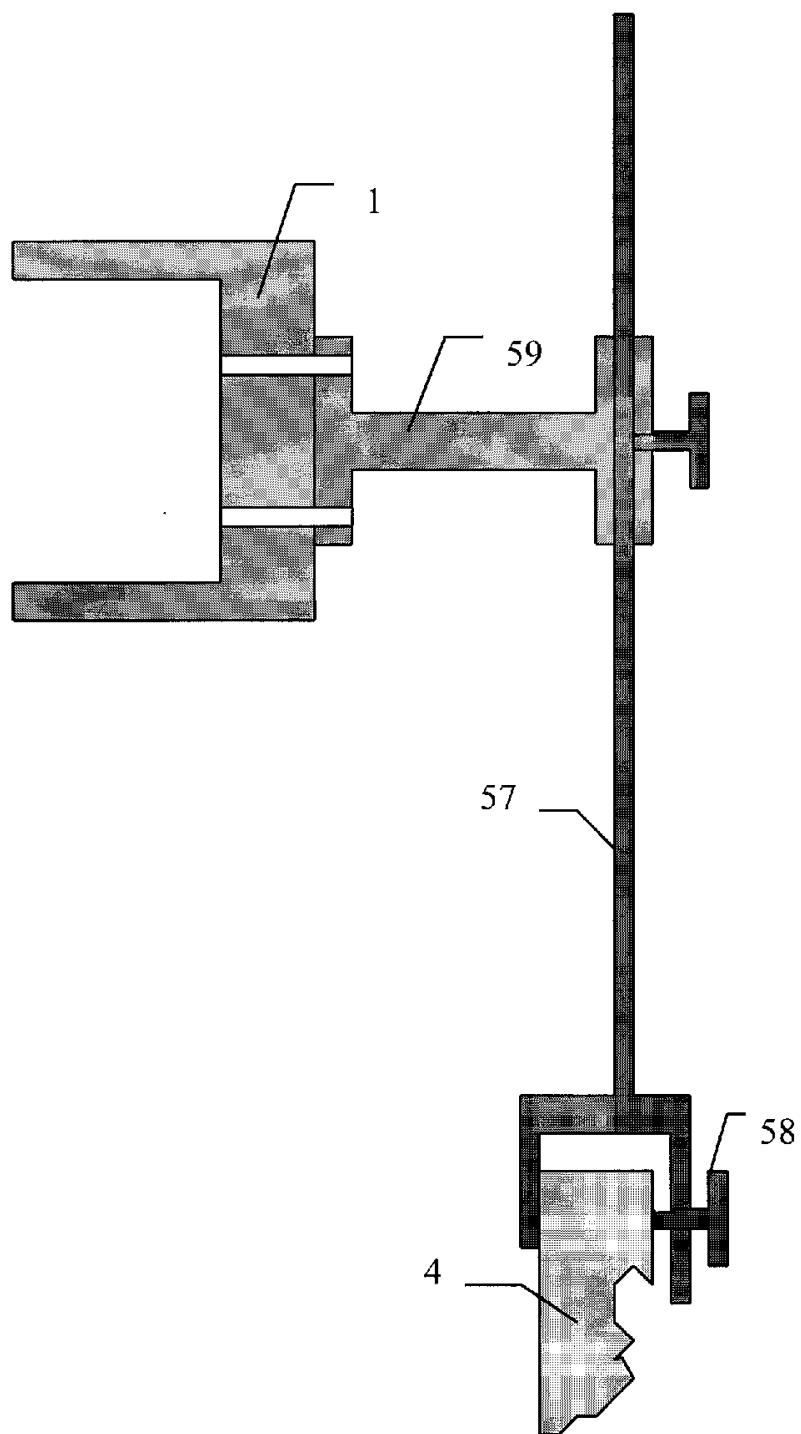
60



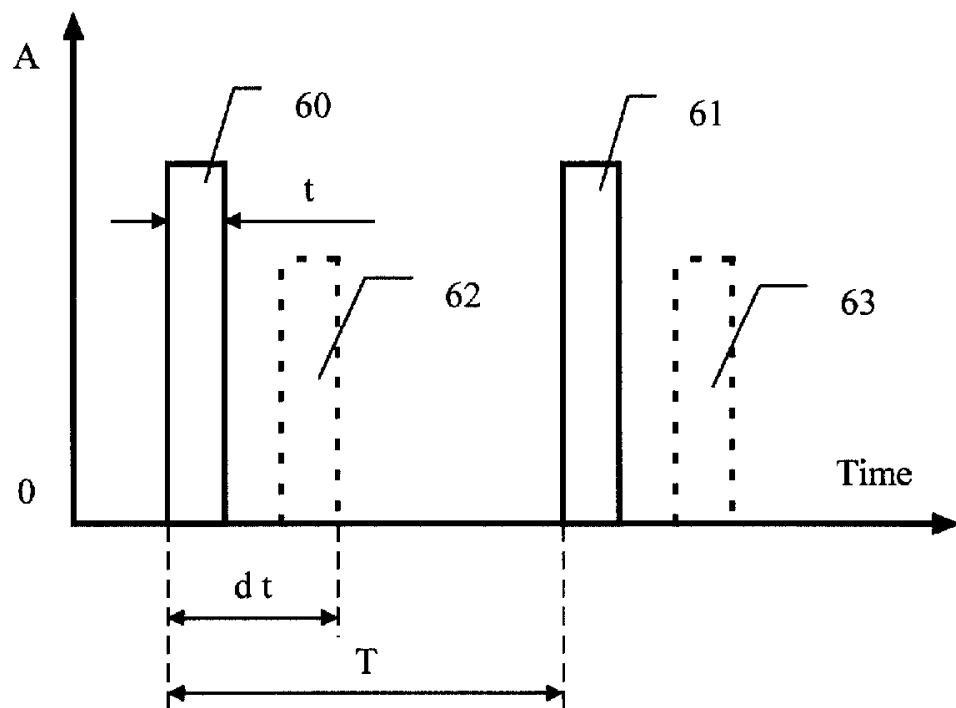
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5