



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
 ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
 ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2002123064/28, 28.08.2002

(24) Дата начала действия патента: 28.08.2002

(43) Дата публикации заявки: 20.03.2004

(45) Опубликовано: 20.02.2005 Бюл. № 5

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Б.А.Атаянц, А.Н.Пещенко, И.Д.Северин "Контроль уровня сжиженных углеводородных газов с помощью емкостных приборов". Газовая промышленность, 1997, №6, стр. 25-28. US 3862571 A, 28.01.1975. US 3901079 A, 26.08.1975. US 4879902 A, 14.11.1989. RU 2129258 C1, 20.04.1999. EP 0289303 A2, 02.11.1988.

Адрес для переписки:

193231, Санкт-Петербург, ул. Подвойского, 28,
 корп.1, кв.739, В.И. Терешину

(72) Автор(ы):

Совлуков А.С. (RU),

Терешин В.И. (RU)

(73) Патентообладатель(ли):

Совлуков Александр Сергеевич (RU),

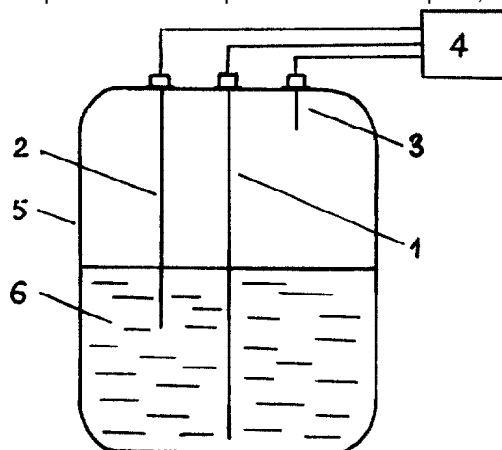
Терешин Виктор Ильич (RU)

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ МАССЫ СЖИЖЕННОГО ГАЗА

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для высокоточного определения массы сжиженного газа в емкости, независимо от его фазового состояния. Сущность: в емкости со сжиженным газом размещены три радиочастотных датчика разной длины. Датчики подсоединены ко вторичному преобразователю. Длина первого из датчиков, располагаемого вертикально в емкости, соответствует высоте емкости. Длина второго вертикального датчика уменьшена снизу на величину не более 0,35 длины первого датчика. Третий датчик располагается в газовой фазе сжиженного газа и имеет длину не более 0,3 длины первого датчика. Каждый датчик может быть включен в частотоподающую цепь соответствующего автогенератора, входящего в состав вторичного преобразователя. Технический

результат: повышение точности измерения и расширение области применения. 1 з.п. ф-лы, 3 ил.



Фиг. 1



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(12) ABSTRACT OF INVENTION

(21), (22) Application: 2002123064/28, 28.08.2002

(24) Effective date for property rights: 28.08.2002

(43) Application published: 20.03.2004

(45) Date of publication: 20.02.2005 Bull. 5

Mail address:

193231, Sankt-Peterburg, ul. Podvojskogo, 28,
korp.1, kv.739, V.I. Tereshinu

(72) Inventor(s):

Sovlukov A.S. (RU),

Tereshin V.I. (RU)

(73) Proprietor(s):

Sovlukov Aleksandr Sergeevich (RU),

Tereshin Viktor Il'ich (RU)

(54) DEVICE FOR DETERMINATION OF MASS OF LIQUEFIED GAS

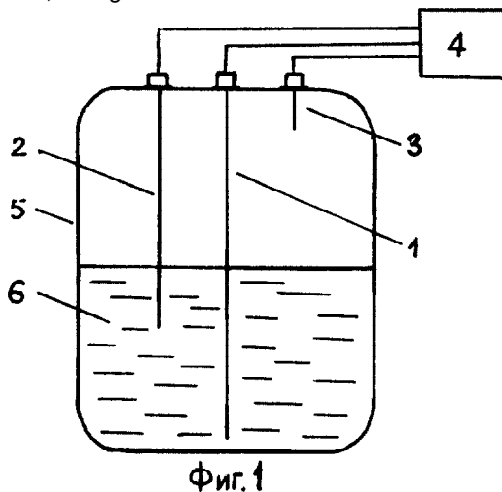
(57) Abstract:

2 cl, 3 dwg

FIELD: measurement technology; high-accuracy determination of liquefied gas mass in reservoir irrespective of its phase.

SUBSTANCE: three RF sensors of different length are placed in reservoir filled with liquefied gas. Sensors are connected to secondary converter. Length of first sensor vertically placed in reservoir corresponds to height of reservoir. Length of second vertical sensor is reduced from below by value no more than 0.35 of length of first sensor. Third sensor is located in gas phase of liquefied gas and its length is no more than 0.3 of length of first sensor. Each sensor may be connected to frequency-setting circuit of respective self-excited oscillator.

EFFECT: enhanced measurement accuracy; extended field of application.



Изобретение относится к области измерительной техники и может быть использовано для высокоточного определения массы сжиженного газа в емкости независимо от его фазового состояния.

Известны устройства для определения количества (уровня, объема, массы) вещества в емкости, основанные на электрических - емкостных, радиоволновых, - принципах построения измерительных приборов (монографии: 1) Бобровников Г.Н., Катков А.Г. Методы измерения уровня. М.: Машиностроение. 1977. С.115-141; 2) Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. М.: Наука. 1989. С.84-117). Так, в частности, измерение электрической емкости, используя емкостные методы измерения, или резонансной частоты электромагнитных колебаний ВЧ- или СВЧ-резонатора, частично заполняемых контролируемыми веществами, позволяет определить уровень контролируемой жидкости. Такие устройства применимы в тех случаях, когда электрофизические параметры жидкости и газовой среды над ней неизменны. При решении задачи измерения количества (массы) сжиженного газа такие методы характеризуются большой методической погрешностью измерения вследствие непостоянства соотношения жидкой и газовой фаз, возможности его произвольного и неконтролируемого изменения из-за изменения температуры и других факторов.

Наиболее близким по технической сущности и назначению является емкостное устройство для измерения количества (уровня) жидкости, описанное в патенте US 3862571 и принятое в качестве прототипа. Устройство-прототип содержит три располагаемых вертикально в емкости с жидкостью емкостных коаксиальных датчика, имеющих разную длину. При этом степень заполнения емкости жидкостью соответствует степени погружения в него первого датчика, а два других датчика имеют укороченную снизу длину по сравнению с длиной первого датчика.

Данное устройство, однако, имеет ряд существенных недостатков. Соотношение длин датчиков здесь таково, что оно обеспечивает достижение поставленной цели данного изобретения, а именно, измерение уровня диэлектрической жидкости независимо от ее плотности. Однако данное техническое решение не позволяет определять массу жидкости в емкости, в частности, массу сжиженного газа. В данном известном устройстве длина второго датчика составляет около 0,95 длины первого датчика уровня, то есть второй датчик укорочен снизу на длину около 0,05 длины первого датчика уровня. Длина третьего датчика уровня составляет около 0,85 длины первого датчика, то есть третий датчик укорочен снизу на длину около 0,15 длины первого датчика. Эти датчики подсоединены к электронному блоку (мостовой схеме). Схемное решение, обеспечивающее баланс мостовой схемы, позволяет определять уровень жидкостей с различными значениями плотности.

Однако данное устройство имеет ограниченную область применения. Соотношение длин указанных датчиков и совместное преобразование их информативных параметров, осуществляемое в данном известном устройстве, не позволяют измерять массу жидкости в емкости, в частности, массу сжиженного газа.

Для определения массы сжиженного газа, являющейся наиболее объективным параметром содержания данного двухфазного вещества в емкости, требуется производить дополнительно измерения плотности специальным датчиком плотности. Поскольку имеет место в емкости неконтролируемый переход газа (это зависит от его температуры, состава) из жидкой фазы в газообразную и наоборот, то показания такого датчика плотности являются неточными; применение двух датчиков плотности отдельно для жидкой и газовой фаз существенно усложняет процесс измерения и конструкции измерительных устройств, реализующих данный способ. Поскольку плотность паров сжиженного газа зависит от температуры, давления и состава (в частности, соотношения пропана и бутана), то при измерении массы паровая фаза может вносить дополнительную методическую погрешность (3-7%). К этому может добавиться также погрешность, возникающая вследствие изменения давления при перекачке газа. Таким образом, для высокоточного измерения массы сжиженного газа необходимо иметь канал измерения пара и коррекции

погрешностей из-за изменения плотности пара. Далее, отметим, что в сжиженных газах имеет место кипение, вследствие чего пропадает "зеркало жидкости". Поэтому различные известные измерительные устройства (радиоволновые, ультразвуковые, емкостные), позволяющие определять лишь уровень или границу раздела сред, не могут обеспечить

5 высокую точность измерения. Они не обеспечивают устойчивое и надежное определение реального значения количества (массы) сжиженного газа. К тому же при имеющем место кипении сжиженного газа изменяются как уровень, так и плотность газа. Интенсивное кипение (увеличение уровня на 5-10%) происходит в конце процесса заполнения емкости сжиженным газом, при уравнивании давления паровой фазы; оно длится несколько минут.

10 Более слабое кипение (увеличение уровня на 1-3%) наблюдается после интенсивного кипения как затухающий процесс, а также при отборе пара компрессором, при смешивании сжиженных газов разного состава или с разной температурой и может длиться в этом случае несколько часов.

Предлагаемое устройство для определения массы сжиженного газа свободно от

15 указанных недостатков. Оно обеспечивает высокоточное определение: массы сжиженного газа в реальных условиях его хранения в емкости, независимо от его фазового состава и соотношения жидкой и газовой фаз, наличия кипения; массы пара (над жидкостью); плотности сжиженного газа; плотности пара; уровня сжиженного газа; объема сжиженного газа.

20 Целью предлагаемого изобретения являются расширение области применения.

Поставленная цель в предлагаемом устройстве для определения массы сжиженного газа, содержащегося в емкости, содержащем три располагаемых в ней радиочастотных датчика разной длины, подсоединенные ко вторичному преобразователю, достигается тем, что оно длина первого датчика, располагаемого вертикально в емкости, соответствует

25 высоте емкости, длина второго датчика, также располагаемого вертикально в емкости, уменьшена снизу на величину не более 0,35 длины первого датчика, а третий датчик, располагаемый в газовой фазе сжиженного газа, имеет длину не более 0,3 длины первого датчика.

В данном устройстве каждый датчик может быть включен в частотозадающую цепь соответствующего автогенератора, входящего в состав вторичного преобразователя.

Существенными отличительными признаками, по мнению авторов, являются: выбор длины второго датчика уровня, уменьшенной снизу на величину не более 0,35 длины первого датчика уровня; выбор длины третьего датчика - радиочастотного датчика плотности газа - не более 0,3 длины первого датчика уровня.

35 Совокупность отличительных признаков предлагаемого устройства обуславливает его новое свойство: возможность определения реального количества (массы) сжиженного газа в емкости независимо от его фазового состояния. Данное свойство обеспечивает положительный эффект, сформулированный в цели предложения.

На фиг.1 приведена схема предлагаемого устройства. На фиг.2 - графики зависимости эквивалентной электрической емкости датчиков от уровня. На фиг.3 - схема измерительного канала, содержащего автогенератор с включенным в его состав датчиком.

Здесь введены следующие обозначения: 1 - первый датчик уровня; 2 - второй датчик уровня; 3 - датчик плотности газа; 4 - вторичный преобразователь; 5 - емкость; 6 - контролируемое вещество; 7 - автогенератор; 8 - индуктивность; 9 и 10 - внутренний и

45 внешний проводники коаксиальной линии, соответственно; 11 и 12 - диэлектрические опоры (втулки).

Устройство работает следующим образом.

В данном устройстве производят измерения какого-либо информативного параметра каждого из радиочастотных датчиков, входящих в его состав. К числу таких радиочастотных

50 датчиков, работающих в диапазоне частот в пределах, как правило, 0-100 МГц, относятся: емкостные датчики, датчики на основе отрезков однородных или неоднородных длинных линий; в последних имеет место распространение электромагнитных волн ТЕМ- или квази-ТЕМ-типа (Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Высокочастотный метод

измерения неэлектрических величин. М.: "Наука". 1980. 280 с.).

Так, при реализации данного устройства с применением емкостных датчиков в качестве измеряемого информативного параметра каждого датчика может быть резонансная частота электромагнитных колебаний f_p колебательного контура (резонатора), содержащего емкостный датчик в качестве частото задающего элемента. При реализации же этого устройства на основе с применением отрезков длинной линии в качестве информативного параметра также может быть использована резонансная частота электромагнитных колебаний f_p этого отрезка линии, являющегося резонатором с колебаниями ТЕМ-типа. Кроме этого, возможно измерение и иных информативных параметров, в частности, в отрезке длинной линии - измерение фазового сдвига φ , зондирующей и отраженной от конца отрезка длинной линии электромагнитных волн фиксированной частоты, и др.

Не ограничивая общности, для упрощения рассмотрения сущности предлагаемого устройства будем проводить далее его описание применительно к его реализации с применением емкостных датчиков. В этом случае возможно представление таких датчиков в виде эквивалентных электрических емкостей. Получаемые выводы полностью распространяются и на случаи реализации данного устройства на основе отрезков длинных линий. В последнем случае информативные параметры применяемых здесь радиоволновых датчиков (резонансная частота f_p , фазовый сдвиг φ и др.) в зависимости от определяемых физических параметров описываются более сложными выражениями, что, однако, не меняет получаемых выводов.

Для определения текущего значения массы сжиженного газа в емкости в предлагаемом устройстве производится, помимо первого измерения уровня по величине эквивалентной электрической емкости $C_{э1}$ датчика одного из указанных типов, второе измерение по величине эквивалентной емкости $C_{э2}$ другого датчика. Плотность газовой фазы сжиженного газа определяется посредством измерения его диэлектрической проницаемости ϵ_r , которую находят путем измерения соответствующей эквивалентной электрической емкости $C_{э3}$ третьего датчика, располагаемого в верхней части емкости, заполненной газом.

Первый емкостный (конденсатор) или радиоволновый (отрезок длинной линии) датчик уровня 1 (фиг.1) обеспечивает определение уровня z сжиженного газа во всем диапазоне его измерения - от нулевого значения до полного заполнения ($z=l$, где l - высота емкости).

Тогда для первого измерительного канала (датчика 1) будем иметь следующее выражение для его эквивалентной емкости $C_{э1}$:

$$C_{э1} = z\epsilon_r C_0 + (1 - z)\epsilon_g C_0 \quad (1)$$

Здесь ϵ_r и ϵ_g - диэлектрическая проницаемость, соответственно, жидкой и газовой фаз контролируемого вещества; C_0 - емкость на единицу длины (т.е. погонная емкость).

Датчик 2 имеет длину, уменьшенную снизу на величину не более, чем $0,35l$. Такой выбор длины датчика 2 обусловлен тем, что при меньших ее значениях уменьшается часть рабочего диапазона изменения уровня, в котором определяют текущее значение ϵ_r . При больших же значениях длины датчика 2 уменьшается величина l_0 - разность длин датчиков 1 и 2, приводя к увеличению погрешности при расчете ϵ_r согласно нижеприводимому соотношению (3): абсолютная погрешность измеренных значений емкостей $C_{э1}$ и $C_{э2}$ при делении на малое значение произведения $l_0 C_0$ ($C_0 = \text{const}$) приводит к существенному увеличению относительной погрешности определения ϵ_r .

Длина датчика 3 не превышает $0,3l$. Такой ее выбор обусловлен тем, что при реальном значении максимального заполнения емкости 5 жидкостью она (жидкость) не должна достигать уровня, на котором находится нижний конец датчика 3. На практике максимальное значение уровня жидкости не должно превышать значения $z_{\max} = 0,7-0,85$ величины диапазона измерения. Выбор конкретного максимального значения уровня $z_{\max}$ из этого диапазона и, значит, длины датчика 3 определяется нормативными документами по безопасности эксплуатации емкостей.

Для второго измерительного канала (датчика 2) эквивалентную емкость $C_{э2}$ датчика можно записать в следующем виде:

$$C_{з2} = (z - l_0)\varepsilon_x C_0 + (1 - z)\varepsilon_x C_0 \quad (2)$$

Здесь l_0 - разность длин датчиков 1 и 2.

На фиг.1 приведен вторичный преобразователь 4. Он предназначен для возбуждения электромагнитных колебаний в датчике, определения величины его информативного параметра и функциональной обработки сигналов, поступающих с датчиков 1, 2 и 3, для определения искомой массы сжиженного газа 6 в емкости 5 в результате совместного преобразования выходных сигналов этих датчиков.

Если уровень z жидкости выше нижнего конца датчика 2, то при каждом измерении уровня вычисляют диэлектрическую проницаемость $\varepsilon_{ж}$ жидкости по следующей формуле, получаемой из совместного преобразования соотношений (1) и (2):

$$\varepsilon_x = - \frac{C_{з2} - C_{з1}}{l_0 C_0} \quad (3)$$

Данное вычисленное значение $\varepsilon_{ж}$ заносят в оперативное запоминающее устройство (ОЗУ). Оно входит в состав вторичного преобразователя 4.

Диэлектрическую проницаемость газа можно определить, измерив (датчиком 3) эквивалентную емкость $C_{з3}$:

$$\varepsilon_r = - \frac{C_{з3}}{C_{з1}} \quad (4)$$

где $C_{з1}$ - начальное (при $\varepsilon_r=1$) значение эквивалентной емкости $C_{з3}$.

Из соотношений (1) и (2) получаем:

$$z = \frac{C_{з1} - \varepsilon_x l C_0}{(\varepsilon_x - \varepsilon_r) C_0} = \frac{\frac{C_{з1} C_{з1}}{1 C_0 C_{з1}} - 1}{\frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_r} - 1} \quad (5)$$

Здесь значения $\varepsilon_{ж}$ и ε_r выражаются, соответственно, формулами (3) и (4).

Если уровень жидкости в емкости меньше, чем расположение нижнего конца датчика 2, то в качестве меры значения уровня z для этого датчика выбирается значение z , которому соответствует номинальное значение эквивалентной емкости $C_{з2}$ для записанного в ОЗУ (оперативном запоминающем устройстве) ранее вычисленного значения $\varepsilon_{ж}=\varepsilon_{жн}$ или (в отсутствие таких данных) его табличного значения при номинальной температуре.

В данном случае в качестве меры для вычисления значения $\varepsilon_{ж}$ согласно (3) принимается ранее вычисленное ее значение. Если же его не было (емкость заполняется сжиженным газом в первый раз), то принимается $\varepsilon_{ж}=\text{const}=\varepsilon_{жн}$, т.е. табличному значению $\varepsilon_{ж}$, вычисленному для текущего значения температуры контролируемой жидкости, в частности, пропан-бутановой смеси (эта зависимость известна и хранится в энергонезависимой памяти). Так, для пропан-бутановой смеси $\varepsilon_{жн}=1,7$ при температуре $t=20^\circ\text{C}$. В формулу (5) для определения z подставляют величину $\varepsilon_{жн}$.

В этом случае уровень z определяют по следующей формуле, получаемой из соотношений (1) и (2) при $\varepsilon_{ж}=\varepsilon_{жн}$ - номинальном значении $\varepsilon_{ж}$, подставленном из ОЗУ:

$$z = \frac{\frac{C_{з1} C_{з1}}{1 C_0 C_{з1}} - 1}{\frac{\varepsilon_{жн}}{\varepsilon_r} - 1} \quad (6)$$

На фиг.2 приведены графики зависимости эквивалентных емкостей $C_{з1}$ (линия 1) и $C_{з2}$ (линия 2) в зависимости от уровня z жидкости. Здесь также обозначен участок длиной l_0 , на которую уменьшен датчик 2 при втором измерении уровня z . На этом графике обозначены также пунктиром линии, соответствующие некоторому текущему значению уровня z и соответствующих ему эквивалентных емкостей $C_{з1}(z)$ и $C_{з2}(z)$.

Для сжиженного газа наиболее приемлемым параметром для определения его запасов в

емкости является его масса. Для неполярных веществ, в том числе сжиженных углеводородных газов (СУГ), справедливо соотношение Клаузиуса - Мосотти, характеризующее функциональную связь между плотностью вещества (жидкости, газа) и его диэлектрической проницаемостью (Сканави Г.И. Физика диэлектриков (область слабых полей). М. - Л., ГИТТЛ. 1949).

$$\frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \frac{\mu}{\rho} = \frac{4\pi}{3} N\alpha \quad (7)$$

где ε - диэлектрическая проницаемость вещества, μ - его молекулярная масса, ρ - плотность вещества, α - поляризуемость его молекул, N - число Авогадро.

Из соотношения (7) следует, что

$$\rho = \frac{1}{A} \frac{\varepsilon - 1}{\varepsilon + 2} \quad (8)$$

где $A = 4\pi N\alpha / 3\mu$ - постоянная для каждого вещества величина.

Следовательно,

$$\rho_{\text{ж}} = \frac{1}{A} \frac{\varepsilon_{\text{ж}} - 1}{\varepsilon_{\text{ж}} + 2} \quad (9)$$

$$\rho_{\text{г}} = \frac{1}{A} \frac{\varepsilon_{\text{г}} - 1}{\varepsilon_{\text{г}} + 2} \quad (10)$$

Тогда, зная плотность жидкой и газовой фаз вещества, можно определить соответствующие значения массы:

$$M_{\text{ж}} = \rho_{\text{ж}} V_{\text{ж}} \quad (11)$$

$$M_{\text{г}} = \rho_{\text{г}} V_{\text{г}} \quad (12)$$

Известно, что для смесей газов, смесей сжиженных газов, в частности, пропан-бутановых смесей, справедливо с высокой точностью следующее соотношение (Рудаков Г.Я. и др. "Диэлектрическая проницаемость газовых конденсатов и их фракций". Научно-техн. обзор. Серия: Переработка газа и газового конденсата. М.: ВНИИЭгазпром. 1973):

$$\rho_{\text{см}} = \frac{3}{4\pi N} \frac{\sum_i n_i \mu_i}{\sum_i n_i \alpha_i} \frac{\varepsilon_{\text{см}} - 1}{\varepsilon_{\text{см}} + 2} \quad (13)$$

Здесь $\rho_{\text{см}}$ и $\varepsilon_{\text{см}}$ - плотность и диэлектрическая проницаемость смеси; n_i - число молекул i -го вида в единице объема, α_i - поляризуемость молекулы i -го вида, μ_i - молекулярная масса молекулы i -го вида.

Для каждого вида смеси величина

$$A_{\text{см}} = \frac{3}{4\pi N} \frac{\sum_i n_i \mu_i}{\sum_i n_i \alpha_i} \quad (14)$$

является постоянной.

Из соотношений (13) и (14) вытекает следующая формула для смесей веществ:

$$\rho_{\text{см}} = A_{\text{см}} \frac{\varepsilon_{\text{см}} - 1}{\varepsilon_{\text{см}} + 2} \quad (15)$$

Данное соотношение справедливо с высокой точностью для любого фазового состояния смеси веществ, в том числе сжиженных газов. Поэтому и в этом случае на основании (15) можно найти, аналогично (11) и (12), массу жидкой, газовой фаз смеси и общую массу $M = M_{\text{ж}} + M_{\text{г}}$.

При проведении измерений с применением емкостных датчиков или датчиков в виде отрезков длинных линий часто применяются схемы, в которых такие датчики являются частотоподающими элементами колебательного контура. Для схем с емкостными датчиками резонансная частота f_p , емкостного датчика есть

$$f_p = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_3}} \quad (16)$$

где L - индуктивность, подсоединенная к датчику с эквивалентной емкостью C₃. Для схем с радиочастотными датчиками на основе отрезков длинных линий зависимости от определяемого уровня описываются точными трансцендентными уравнениями в неявном виде или, в явном виде, приближенными соотношениями, которые, тем не менее, достаточно точны для решения задач технологических измерений (см., например, монографию: Викторов В.А., Лункин Б.В., Совлуков А.С. Радиоволновые измерения параметров технологических процессов. М.: Наука. 1989. 280 с.).

На фиг.3 показана схема измерительного канала, содержащего каждый из датчиков 1, 2 или 3, включенных в качестве частото задающего элемента в состав автогенератора 7. Здесь колебательный контур образован совокупностью конденсатора (при реализации устройства с емкостным датчиком) с соответствующим датчику 1, 2 или 3 значением эквивалентной емкости и подсоединенной к нему индуктивности 8. Жесткое взаимное расположение проводников 9 и 10 датчиков обеспечивается с помощью диэлектрических, например фторопластовых, втулок 11 и 12 (они расположены реально через 0,7 м вдоль длины датчиков). На фиг.3 показаны только две такие втулки. Они имеют сквозные отверстия для свободного протекания жидкости.

Выходной сигнал автогенератора 7 (частота до десяти мегагерц) делится до значений 1-2 кГц, удобных для передачи по линии связи. Блок 7 входит в состав вторичного преобразователя 4. В нем поступающие от датчиков 1, 2 и 3 сигналы подвергаются совместной функциональной обработке согласно вышеприведенным соотношениям. Индикатор, содержащийся в блоке 4, показывает текущие значения массы сжиженного газа в емкости, в том числе отдельно массу жидкой M_ж, газовой M_г фаз и общую массу M.

Таким образом, предлагаемое устройство обеспечивает высокоточное определение реального значения массы сжиженного газа в емкости независимо от его фазового состояния и соотношения компонент, находящихся в жидкой или газовой фазе, от наличия кипения сжиженного газа.

30

Формула изобретения

1. Устройство для определения массы сжиженного газа, содержащегося в емкости, содержащее три располагаемых в ней радиочастотных датчика разной длины, подсоединенных ко вторичному преобразователю, отличающееся тем, что длина первого из датчиков, располагаемого вертикально в емкости, соответствует высоте емкости, длина второго датчика, также располагаемого вертикально в емкости, уменьшена снизу на величину не более 0,35 длины первого датчика, а третий датчик, располагаемый в газовой фазе сжиженного газа, имеет длину не более 0,3 длины первого датчика.

2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что каждый датчик включен в частото задающую цепь соответствующего автогенератора, входящего в состав вторичного преобразователя.

45

50

