

А.Н. ДУБОВЕЦ, канд. техн. наук, доц., УИПА, Харьков,
И.И. ЛИТВИНЕНКО, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,
М.А. ПОДУСТОВ, д-р техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»,
Е.И. ЛИТВИНЕНКО, канд. техн. наук, доц., НТУ «ХПИ»

УРОВНЕМЕР ДЛЯ ЖИДКОСТИ

Модернизирован гидростатический уровнемер за счет одинаковой эффективной площади мембран и разной длины плеч П-образного коромысла. Созданы условия для равноценности реакции мембраны на изменение уровня жидкости, повышается чувствительность, уменьшается погрешность, обеспечивается возможность выбора оптимального порога чувствительности уровнемера за счет возможности перемещения и закрепления плунжера и катушки датчика, установленных соответственно на консоли внутри направляющей, расширяется область использования.

Ключевые слова: уровнемер, гидростатический, модернизированный, чувствительность, погрешность, консоль, плунжер, реакция, равноценность, плотность.

Введение. Применяемый в измерительной технике гидростатический уровнемер, содержит два устройства отбора давления мембранного типа, установленные на фиксированных высотах столба жидкости в контролируемом резервуаре, два преобразователя, электрическую измерительную схему, осуществляющую вычислительную операцию [1].

Недостатками применяемого уровнемера являются необходимость врезки в стенки объекта с жидкостью мембран, сложность настройки прибора на различные верхние предельные значения измеряемого уровня, зависимость результатов измерения при значительных изменениях плотности контролируемой жидкости.

Анализ литературы. Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является уровнемер для жидкости, содержащий камеру с двумя разновеликими мембранами, смонтированными в стенку камеры, установленными на П-образном равноплечном рычаге, закрепленном на поворотной оси, дифференциально-трансформаторный датчик, плунжер которого при помощи штока жестко соединен с поворотной осью, усилитель, реверсивный двигатель, редуктор с шестерней, рейку, шкалу с указателем и датчик выходного сигнала [2].

Достоинствами применяемого являются отсутствие необходимости врезки мембран в стенки емкости с контролируемой средой, простота конструкции

© А.Н. Дубовец, И.И. Литвиненко, М.А. Подустов, Е.И. Литвиненко, 2014

ции и исключение зависимости результатов измерения уровня от изменения плотности контролируемой жидкости в любых пределах.

Недостатками являются:

- недостаточная чувствительность уровнемера к изменению уровня вследствие того, что мембраны имеют разную эффективную площадь (меньшая мембрана обладает меньшей чувствительностью к изменению давления столба жидкости);

- неэффективный выбор зоны установки плунжера дифференциально-трансформаторного датчика (плунжер перемещается только за счет поворота оси), что существенно уменьшает чувствительность уровнемера к изменению уровня контролируемой жидкости;

- отсутствие возможности уменьшения порога чувствительности уровнемера и выбора его оптимальной чувствительности вследствие жесткой привязки плунжера к оси, на которой закреплен П-образный рычаг.

Для модернизации применяемого уровнемера при устранении недостатков обязательно сохранить его достоинства.

Постановка проблемы. Задача решается за счет того, что применяемый уровнемер содержит камеру с двумя разновеликими мембранами, смонтированными в стенку камеры, установленными на П-образном равноплечном рычаге, закрепленном на поворотной оси, дифференциально-трансформаторный датчик, плунжер которого при помощи штока жестко соединен с поворотной (как следует из чертежа) осью, усилитель, реверсивный двигатель, редуктор с шестерней, рейку, шкалу с указателем и датчик выходного сигнала, вследствие чего имеют место: недостаточная чувствительность к изменению уровня жидкости, неравноценная реакция мембран на изменение уровня контролируемой жидкости, отсутствие возможности уменьшения порога чувствительности и выбора оптимальной его величины, а в соответствии с полезной моделью мембраны имеют одинаковую эффективную площадь, плечи П-образного коромысла имеют разную длину l_1 и l_2 ($l_1 > l_2$), на конце большего плеча П-образного коромысла жестко установлена в вертикальном положении консоль, плунжер дифференциально-трансформаторного датчика и его катушка установлены соответственно на консоли и внутри желобообразной направляющей с прямыми бортами с возможностью перемещения и закрепления в заданном положении, а длины плеч коромысла соответственно l_1 и l_2 и консоли l_k в направлении снизу вверх связаны соотношением $1 : (1,5 - 2,0) : (1 - 2)$.

Схема модернизированного уровнемера для жидкости приведена на рис. 1.

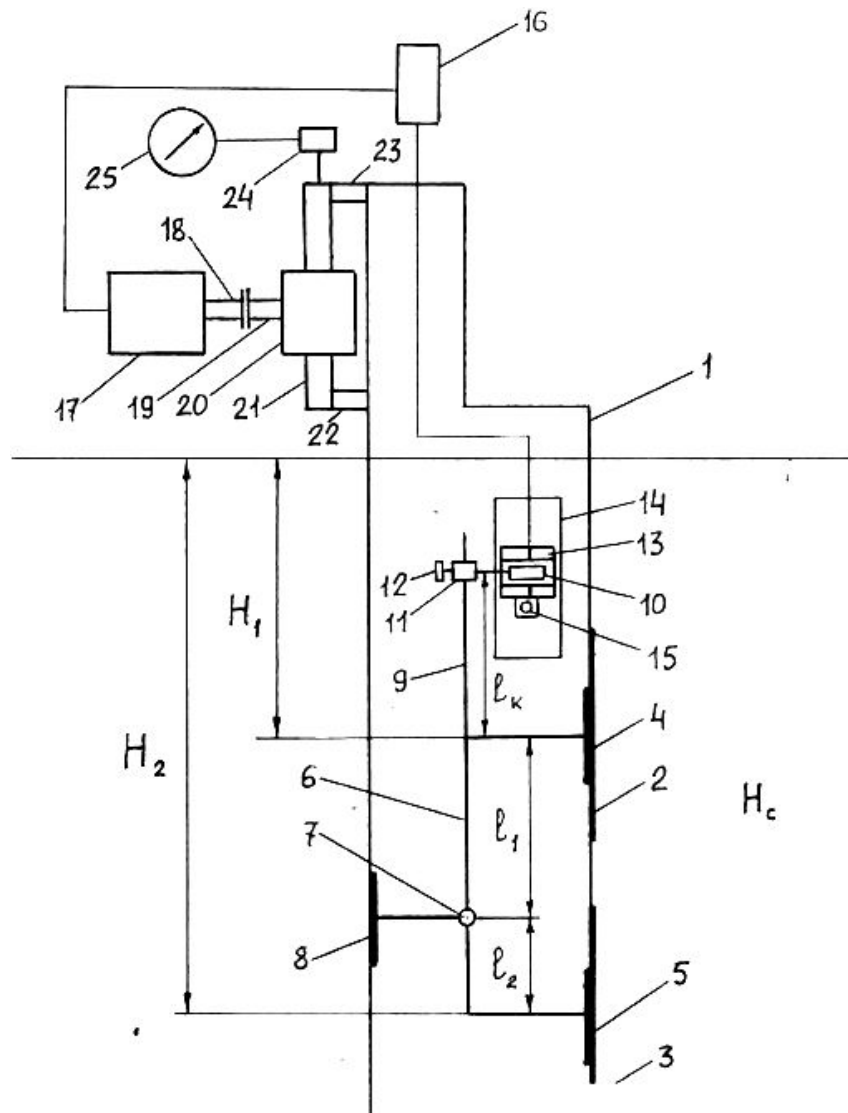


Рис. 1 – Уровнемер для жидкости

Модернизированный уровнемер для жидкости содержит корпус 1, мембраны 2, 3 вмонтированные в стенку корпуса 1, жесткие центры которых соответственно 4 и 5 соединены П-образным разноплечным коромыслом 6 с плечами l_1 и l_2 ($l_1 > l_2$), установленном на поворотной оси 7 при помощи фигурного кронштейна 8, консоль 9, закрепленную на верхнем конце большего плеча l_1 , дифференциально-трансформаторный датчик, состоящий из плунжера 10 и катушки 13, плунжер 10, которого установлен при помощи втулки 11 на консоли 9 с возможностью перемещения по консоли и закрепления на ней зажимным устройством 12, а катушка 13 установлена с возможностью перемещения в вертикальном направлении внутри желобообразной (с прямыми бортами) направляющей 14 и закрепления на нем стопором 15, микро-

процессорный блок 16, реверсивный двигатель 17, вал которого 18 соединен с валом 19 преобразовательного устройства 20 вращательного движения в поступательное, шток которого 21 перемещается в вертикальном направлении, монтажные пластины 22, 23, при помощи которых шток 21 крепится к корпусу камеры 1, преобразователь 24 линейного перемещения в унифицированный токовый сигнал и вторичный прибор 25 со шкалой, проградуированной в единицах измерения уровня со встроенными блоками сигнализации и регулирования.

Работа уровнемера осуществляется следующим образом.

Корпус 1 уровнемера погружается в контролируемую жидкость (находящуюся в технологическом объекте) на глубину H_c , при которой верхняя мембрана 2 с жестким центром 4 погружена в жидкость на глубину H_1 , а нижняя мембрана 3 с жестким центром 5 погружена в жидкость на глубину H_2 . Так как жесткие центры 3 и 5 мембран соединены П-образным коромыслом 6, установленным на оси 7 при помощи фигурного кронштейна 8, а плечи верхнего и нижнего коромысла имеют соответственно длину l_1 и l_2 ($l_1 > l_2$), то П-образное коромысло 6 будет находиться в вертикальном положении (равновесное положение), когда действующие на мембраны 2 и 3 давления P_1 и P_2 равны. В рассматриваемом случае справедливо $P_1 = P_2$; $P_1 = S_1 H_1 l_1 \rho g$; $P_2 = S_2 H_2 l_2 \rho g$ и при $S_1 = S_2$ справедливо $H_1 l_1 = H_2 l_2$ или

$$H_1/H_2 = l_1/l_2. \quad (1)$$

При выполнении условия (1) плунжер 10 дифференциально-трансформаторного датчика, установленный на консоли 9 при помощи втулки 11 и зажимного устройства 12 будет находиться на нейтрали катушки 13, а выходной сигнал дифференциально-трансформаторного датчика равен 0.

Если уровень жидкости в технологическом объекте увеличится на ΔH , то будет иметь место $(H_1 + \Delta H)/(H_2 + \Delta H) \neq l_1/l_2$, так как $(H_1 + \Delta H)/(H_2 + \Delta H)$ и

$$(H_1 + \Delta H)/(H_2 + \Delta H) > H_1/H_2, \quad (2)$$

поэтому П-образный рычаг 6 повернется на оси 7 по часовой стрелке, плунжер 10 переместится в направлении справа налево, при этом его перемещение усиливается общей длиной плеча l_1 коромысла и расстоянием l_k консоли 9. В катушке 13 возникает сигнал разбаланса (с фазой, соответствующей

увеличению уровня жидкости на ΔH), который поступает на вход микропроцессорного блока 16, где усиливается и приводит в действие реверсивный двигатель 17, вал которого 18 соединен с валом 19 преобразовательного устройства 20 вращательного движения в поступательное. При этом перемещается в направлении снизу вверх шток 21 преобразовательного устройства 20, поднимая вверх корпус 1 уровнемера. Подъем происходит до тех пор, пока не установится равенство (1) $H_1/H_2 = l_1/l_2$. Перемещение штока определяется измерительным преобразователем линейного перемещения 24 в унифицированный токовый сигнал, который поступает на вход вторичного прибора 25 со шкалой, проградуированной в единицах измерения уровня.

При уменьшении уровня жидкости в объекте имеет место

$$(H_1 - \Delta H) / (H_2 - \Delta H) \neq l_1 / l_2 \quad (3)$$

и плунжер (10) отклонится в противоположную от нейтрали катушки сторону. В катушке возникнет сигнал разбаланса противоположной (по отношению к первому отклонению) фазы.

После усиления в микропроцессорном блоке 16 сигнал приводит в действие реверсивный двигатель 17, что обеспечивает перемещение штока 21 преобразовательного устройства 20 в направлении снизу вверх – к подъему корпуса 1 до обеспечения равенства $H_1/H_2 = l_1/l_2$, при достижении которого вторичный прибор 25 фиксирует уровень жидкой среды в объекте. При этом результаты измерения уровня жидкости в объекте не зависят от ее плотности, которая может изменяться в практически любых пределах. Наличие в корпусе вторичного прибора позволяет не только измерять, но и осуществлять сигнализацию предельного уровня и его регулирование - поддержания на заданном значении.

Выводы.

Модернизированный уровнемер для жидкости имеет следующие преимущества:

- обеспечивается возможность использования в конструкции уровнемера равновеликих мембран, что создает условия для равноценности их реакции на изменение уровня жидкости в технологическом объекте;

- уменьшается порог чувствительности, что обеспечивается установкой плунжера на консоли, закрепленной на конце большего плеча П-образного коромысла и приводит одновременно и к повышению его чувствительности и

к уменьшению погрешности измерения;

- обеспечивается возможность выбора оптимального порога чувствительности уровнемера за счет возможности перемещения и закрепления плунжера и катушки дифференциального датчика в вертикальном направлении, расширяется область его использования.

Список литературы: 1. Пат. України на корисну модель № 91430, кл. G 01F 23/00. Устройство для жидкости / *Дубовец А.Н., Литвиненко И.И., Подустов М.А.*; патентообладатель НТУ «ХПІ»; заявл. 18.11.13; опубл. 10.07.14, Бюл. № 3. 2. Пат. України на корисну модель № 84001, кл. G 01F 23/13. Пневматический уровнемер / *Дубовец А.Н., Литвиненко И.И., Подустов М.А., Беспалов К.И.*; патентообладатель НТУ «ХПІ»; заявл. 26.03.13; опубл. 10.10.13, Бюл. № 19.

Bibliography (transliterated): 1. Pat. № 91430 on Utility Model Ukraine, G 01F 23/00. Device for a liquid / *Dubovets A.N., Litvinenko I.I., Podustov M.A.*; applicant and patent owner NTU «KPI»; appl. 18.11.13; publ. 10.07.14, Bull. № 3 (in Russian). 2. Pat. № 84001 on Utility Model Ukraine, G 01F 23/13. Pneumatic measuring device of level / *Dubovets A.N., Litvinenko I.I., Podustov M.A., Bespalov K.I.*; applicant and patent owner NTU «KPI»; appl. 26.03.13, publ. 10.10.13, Bull. № 19 (in Russian).

Поступила (Received) 20.10.14