

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **040456**

(13) **B1**

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.06.06

(51) Int. Cl. **G01N 11/00** (2006.01)
G01N 9/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202100128

(22) Дата подачи заявки
2021.02.04

(54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ И ВЯЗКОСТИ ЖИДКОСТЕЙ

(43) **2022.06.03**

(96) **2021/002 (AZ) 2021.02.04**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**МИНИСТЕРСТВО ПО
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫМ СИТУАЦИЯМ
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ АГЕНТСТВО
ПО БЕЗОПАСНОМУ ВЕДЕНИЮ
ПРОМЫШЛЕННЫХ РАБОТ
И ГОРНО-ПРОМЫСЛОВОМУ
НАДЗОРУ АЗЕРБАЙДЖАНСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-**

**ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ОХРАНЫ ТРУДА И
ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ (AZ)**

(72) Изобретатель:

**Сеидахмедов Натик Сабир оглы,
Мамедов Рагим Курбан оглы,
Мамедов Улдуз Гурбанали оглы,
Курбанов Хикмет Мохташам оглы,
Мамедов Курбан Мушфиг оглы (AZ)**

(56) SU-A1-1300333
US-A-5025656
KZ-U-4278

(57) Устройство относится к техническим средствам измерения физико-химических свойств - плотности и вязкости жидких сред, и может быть использовано в различных областях топливно-энергетической промышленности, в том числе транспортировании и т.д. Целью изобретения является уменьшение времени и повышение точности устройства измерения плотности и вязкости жидкостей. Устройство измерения плотности и вязкости жидкостей, содержащее измерительную камеру, шарик, соленоид, датчики верхнего и нижнего положений, блоки регулирования тока, измерения интервалов времени и их сравнения, отличается тем, что оно содержит ультразвуковой датчик и узлы верхнего и нижнего положений в измерительной камере, причем выход ультразвукового датчика подключен ко входу блока измерения интервалов времени и сравнения, а входы соленоида подключены к выходам блока регулирования тока, при этом выходы датчиков верхнего и нижнего положений соединены с соответствующими входами блоков регулирования тока, измерения интервалов времени и их сравнения, выход которого подключен к соответствующему входу блока регулирования тока, причем узлы верхнего и нижнего положений в начале и в конце каждого измерения задают соответствующее начальное положение шарика. Таким образом, за счет введения нового блока, узла и связей уменьшено время и повышена точность измерения плотности и вязкости жидкостей с помощью этого устройства.

B1

040456

040456

B1

Устройство относится к техническим средствам измерения физико-химических свойств - плотности и вязкости жидких сред, и может быть использовано в различных областях топливно-энергетической промышленности, в том числе при транспортировании жидких сред и т.д.

Известное устройство для измерения плотности и вязкости жидкостей [Устройство для измерения вязкости и плотности жидкости (патент РФ № 2082153)] состоит из шарика, блока ускорения шарика, измерителя вертикального составляющего скорости движения шарика, блока приводящего шарика в исходное состояние и вычислительного блока. Выход вычислительного блока соединен со входом узла ускорения шарика.

В начале каждого следующего измерения сигналом от вычислительного блока подается напряжение на узел ускорения шарика и в результате на шарик влияет направляющая сила. Под действием этой силы шарик начинает двигаться. В это время значение и направление скорости должны находиться в заранее оговоренных границах.

Анализ работы устройства показывает, что точность определения плотности и вязкости жидкости невысока. Причина этого заключается в том, что шарик имеет определенные ограниченные размеры и точность регистрации параметров движения центра его массы сопоставима с размерами самого шарика.

Основанное на другом методе [Способ одновременного определения плотности и вязкости жидкостей (патент RU 2196973)] измерения плотности и вязкости жидкости известное устройство заполнено анализируемой жидкостью и состоит из поршня, помещенного в цилиндр, блока, включающего шкив, двигателя, регистратора и регулируемого источника питания. Поршень через шкив, находящийся на оси двигателя, с помощью провода соединен с тахометром, а тахометр связан с регистратором. Вместе с источником питания происходит регулировка крутящегося момента оси (вала) двигателя.

Во время измерительного процесса тело (поршень) получает некоторое усилие от двигателя, с которым начинает двигаться вертикально вверх, затем с другим значением величины силы движется вниз. После непрерывного измерения скорости тело (поршень) определяется плотность и вязкость жидкости. Ошибка измерения, основанного на этом методе устройства, появляется вследствие изменения длины провода. Таким образом, при увеличении длины провода увеличивается сила трения вязкости.

Предлагаемому устройству наиболее близким является устройство [Олейник П.М., Белянский Ю.Н., Яценко В.И. Способ определения вязкости и плотности жидкостей. Авт.св. СССР №1300333, 1987, БИ №12, с. 171], в котором значение плотности и вязкости жидкости определяется по величине силы тока, подаваемой соленоиду.

Устройство состоит из измерительной камеры из немагнитного материала, ферромагнитного шарика, соленоида, датчиков верхнего и нижнего положений, блоков регулирования тока, измерения и сравнения интервалов времени. Метод измерения устройства основан на поднятии вверх падающего ферромагнитного шарика с помощью магнитного поля, создаваемого током, протекающим через соленоид. Конструкция соленоида создана таким образом, что градиент магнитного поля остается постоянным на пути движения шарика. На оси соленоида для создания постоянного градиента магнитного поля витки обмотки располагаются вдоль всей длины соленоида таким образом, что количество витков в каждом последующем слое обмотки на один виток больше, чем в предыдущем. В результате у соленоида внутренняя его часть принимает форму цилиндра, а внешняя - форму конуса.

В предлагаемом методе измерение проводится следующим образом.

До подачи тока на устройство шарик находится в нижней части измерительной камеры. После подачи тока на устройство при протекании тока через соленоид создается магнитное поле, которое начинает поднимать шарик вверх. Параллельно с этим начинает работать устройство сравнения. Верхнее положение шарика формирует в датчике импульс. Этот импульс подается на устройство сравнения и замеряют время. В тоже самое время как в устройство регулирования тока подается сигнал, прекращается течение тока в соленоиде. Шарик начинает свободно падать вниз. В нижнем положении шарика в датчике опять формируется импульс. Этот импульс снова подается как в блок сравнения, так и в блок регулирования тока. Измеряется время падения шарика, которое сравнивается с временем его подъема. По результатам сравнения из устройства регулировки тока в соленоид подается ток уже другой величины, который снова поднимает шарик. Этот процесс продолжается до тех пор, пока время поднятия и падения шарика не сравниваются.

По найденному значению тока, соответствующему равенству времени поднятия и опускания шарика, определяется плотность и вязкость жидкости по следующим формулам:

$$\rho_m = \frac{m \left(1 - \frac{I_s}{I_{s0}} \right)}{V_k} \quad (1)$$

$$\eta = \frac{mgl_s t}{6\pi I_{s0} l} \quad (2)$$

где ρ_m - плотность жидкости; η - вязкость жидкости; m - масса шарика; r - радиус шарика; V_k - объем шарика; l - длина пути движения шарика; g - ускорение свободного падения; I_s - ток соленоида;

I_{S0} - ток, протекающий в соленоиде, при равенстве времени подъема шарика в вакууме снизу вверх с временем его свободного падения в вакууме; t - время измерения.

В результате движения шарика в вакууме устройство калибруется.

Анализ прототипа работы показал, что у него существует целый ряд недостатков. Основным из этих недостатков является то, что для получения равенства времени подъема шарика и его свободного падения, необходимо неоднократно повторять процесс измерения. Иначе говоря, процесс измерения должен быть длительным. Во-вторых, во время вертикального движения шарика в измерительной камере его нижнее или верхнее исходное положение должно быть неизвестно. В третьих, погрешность возникает также вследствие изменения скорости в начале и в конце процесса движения шарика. Вследствие этих причин уменьшается точность результатов измерения.

Задача изобретения - создать устройство, позволяющее уменьшить время измерения и увеличить точность измерения плотности и вязкости жидкостей.

Поставленная задача решается тем, что в устройство измерения плотности и вязкости жидкостей, содержащее измерительную камеру, шарик, соленоид, датчики верхнего и нижнего положений, блоки регулирования тока, измерения интервалов времени и сравнения, в котором входы соленоида подключены к выходам блока регулирования тока, выходы датчиков верхнего и нижнего положений соединены с соответствующими входами блоков регулирования тока, измерения интервалов времени и сравнения, выход блока измерения интервалов времени и сравнения подключен соответствующему входу блока регулирования тока, по изобретению в его состав введены ультразвуковой датчик и узлы верхнего и нижнего положений, причем выход ультразвукового датчика подключен ко входу блока измерения интервалов времени и сравнения; узлы верхнего и нижнего положений в начале и в конце каждого измерения приводят шарик к соответствующему начальному положению.

Причинно-следственная связь состоит в том, что благодаря введению в состав устройства ультразвукового датчика и узлов верхнего и нижнего положений, повышается точность измерения плотности и вязкости жидкостей и уменьшается время измерения.

Новизной изобретения является то, что в устройство измерения плотности и вязкости жидкостей, введены ультразвуковой датчик и узлы верхнего и нижнего положений, причем выход ультразвукового датчика подключен ко входу блока измерения интервалов времени и сравнения; узлы верхнего и нижнего положений в начале и в конце каждого измерения приводит шарик к соответствующему начальному положению.

Предлагаемое устройство (фиг. 1) состоит из измерительной камеры (1), выполненной из немагнитных материалов, ферромагнитного шарика (2), соленоида (3), из узлов верхнего и нижнего положений (4 и 5), ультразвукового датчика (6), датчиков верхнего и нижнего положений (7 и 8), блока регулировки тока (9) и блока измерения и сравнения временных интервалов (10), входы соленоида (3) соединены с выходами блока регулировки тока (9), узлы верхних и нижних положений (4 и 5) размещены соответственно в верхней и нижней частях измерительной камеры (1). Выходы датчиков верхних и нижних положений (7 и 8) соединены со входами блока регулировки тока (9) и блока измерения и сравнения временных интервалов (10). Выход ультразвукового датчика (6) соединен со входом блока измерения и сравнения временных интервалов (10), последний же выход соединен со входом блока регулировки тока (9).

Принцип работы устройства заключается в следующем.

До подачи тока в соленоид (3) шарик находится в узле нижнего положения (5) измерительной камеры (1), заполненной жидкостью. При запуске устройства на соленоид подается ток. Вокруг соленоида при прохождении через него тока образуется магнитное поле. Под действием магнитного поля соленоида (3) шарик (2) начинает двигаться вверх и в то же время в датчике нижних положений (8) вследствие действия сформированного сигнала начинает работать блок измерения и сравнения временных интервалов (10) и начинается вычисление интервала времени подъема (t_y). В момент касания шарика (2) датчика верхних положений (7) ток в соленоиде (3), созданный сигналом из блока регулировки тока (9), прекращается. Начиная с этого момента шарик (2) начинает двигаться вниз. Вместе с этим в блоке измерения и сравнения временных интервалов (10) регистрируется значение интервала времени подъема (t_y) и начинается отсчет интервала времени спуска (t_a) шарика (2).

В то же время этим сигналом запускается ультразвуковой датчик (6), который после определенного интервала времени T_0 (после этого интервала времени шарик в жидкости равномерно движется вниз) в жидкую среду с периодом времени T в направлении шарика посылает кратковременные ультразвуковые волны и затем сам принимает эти отраженные от шарика волны. В блоке измерения и сравнения временных интервалов сохраняется время интервала Δt_0 , которое получается при использовании значений времени двух последовательно посланных (t_{g1} , t_{g2}) и принятых (t_{q1} , t_{q2}) ультразвуковых волн по следующей формуле:

$$\Delta t_0 = \frac{t_{g2} + t_{q2}}{2} - \frac{t_{g1} + t_{q1}}{2} \quad (3)$$

В момент касания шариком (2) датчика нижних положений (8) в блоке измерения и сравнения временных интервалов (10) регистрируется интервал времени (t_a).

Снова определяется величина тока в соленоиде (3) согласно результату сравнения времени подъема t_y и спуска t_a шарика. Если время спуска больше времени подъема, тогда ток, подаваемый в соленоид, увеличивается, если же меньше, то ток, подаваемый в соленоид, уменьшается. Ультразвуковой датчик (6) направляет ультразвуковые волны в сторону шарика после определенного времени T_0 его подъема, затем сам принимает эти отраженные от шарика волны. Интервал времени Δt_i определяется по формуле:

$$\Delta t_i = \frac{t_{gi+1} + t_{qi+1}}{2} - \frac{t_{gi} + t_{qi}}{2}$$

Блок измерения и сравнения временных интервалов по результатам сравнения временных интервалов Δt_i и Δt_0 с помощью блока регулирования тока уменьшает или увеличивает ток, подающийся в соленоид. Этот процесс будет продолжаться до тех пор, пока не будет выполнено условие $\Delta t_i = \Delta t_0$, после чего определяется величина тока I_s . Затем вычисляются плотность и вязкость жидкости по формулам (1) и (2). В этих выражениях $t = t_a$.

По максимальным значениям вязкости и плотности жидкости определяется анализирующее их интервальное время T_0

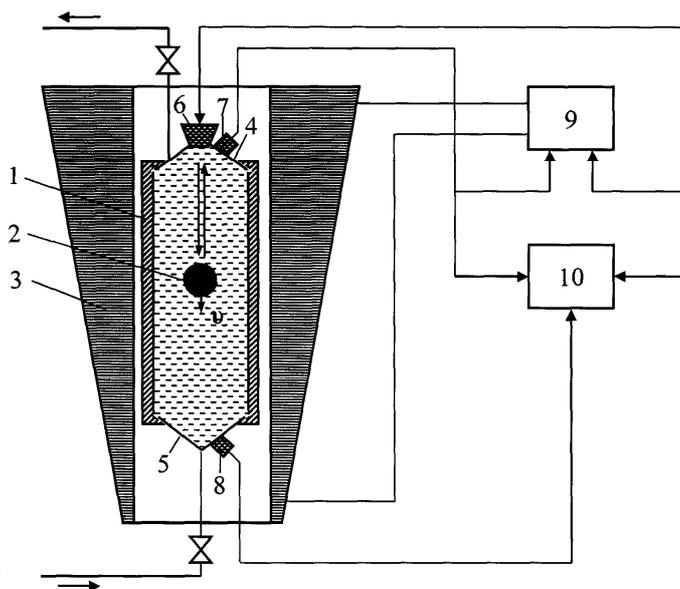
$$T_0 = \frac{1}{10} \cdot \frac{9l\eta_{\max}}{2(\rho_k - \rho_{m\max})gr^2}$$

Таким образом, в предложенном устройстве время измерения плотности и вязкости жидкости уменьшается, а точность их измерения увеличивается. Помимо этого в интервале реального времени с увеличением количества повторных измерений подтверждается правильность утверждения о точности измерения.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

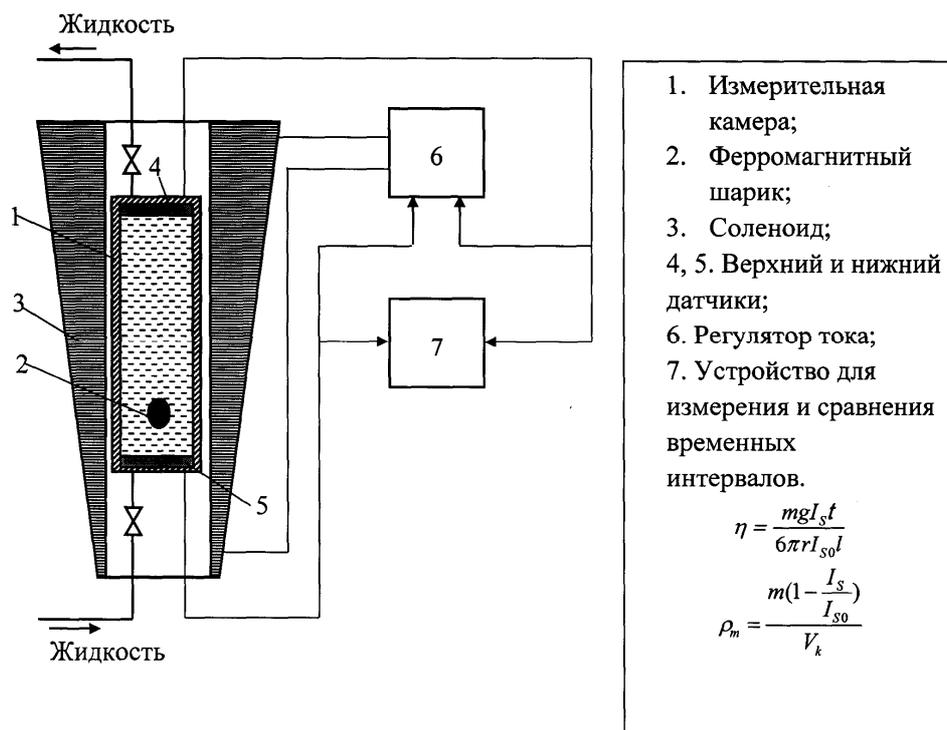
Устройство измерения плотности и вязкости жидкостей, содержащее измерительную камеру, шарик, соленоид, датчики верхнего и нижнего положений, блоки регулирования тока, измерения интервалов времени и их сравнения, отличающееся тем, что оно содержит ультразвуковой датчик и узлы верхнего и нижнего положений в измерительной камере, причем выход ультразвукового датчика подключен ко входу блока измерения интервалов времени и сравнения, а входы соленоида подключены к выходам блока регулирования тока, при этом выходы датчиков верхнего и нижнего положений соединены с соответствующими входами блоков регулирования тока, измерения интервалов времени и их сравнения, выход которого подключен к соответствующему входу блока регулирования тока, причем узлы верхнего и нижнего положений в начале и в конце каждого измерения задают соответствующее начальное положение шарика.

Устройство для измерения плотности и вязкости жидкостей



Фиг. 1

Схема прототипа



Фиг. 2



Евразийская патентная организация, ЕАПВ

Россия, 109012, Москва, Малый Черкасский пер., 2