



ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ПРИБОР С ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИМИ ЛИНИЯМИ СВЯЗИ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ПЛОТНОСТИ ПОЖАРООПАСНЫХ ЖИДКОСТЕЙ

Ю.В. Гашенко, В.Н. Астапов

(ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет»)

Задача измерения плотности нефтепродуктов с целью контроля качества сырья и готовой продукции на данный момент является актуальной для промышленности, так как вопросы сокращения потерь и повышения качества продукции выходят на первое место на современном рынке сырья и нефтепродуктов. В статье сформулированы основные проблемы, встречающиеся при измерении плотности искро-взрыво-пожароопасных жидкостей, а также рассмотрены недостатки существующих методов измерения плотности жидких сред. Приведена функциональная схема предлагаемого оптоэлектронного поплавкового плотномера с волоконно-оптическими линиями связи, описан его принцип работы.

Ключевые слова: поплавковый плотномер, сильфон, оптоволоконный кабель, волоконно-оптические линии связи, оптоэлектронный плотномер, оптоэлектронный преобразователь перемещений, плотность нефтепродуктов.

Введение

Для объектов нефтепереработки, а также для производств пожароопасных веществ, таких как спирты и масла, одной из сложнейших технических задач является безопасное измерение плотности жидкостных сред в режиме реального времени. Кроме того, важно проведение измерений плотности жидкости с ограниченной погрешностью. В существующих на данный момент датчиках и системах измерения плотности жидких сред для осуществления безопасного измерения необходимо применение дополнительных систем и контуров защиты от случайного проскакивания искры. Это объясняется тем, что для преобразования измерительной информации используют электрические сигналы, а наличие электрических элементов в жидкостной взрыво- и искроопасной среде связано со значительными рисками. Более того, некоторые типы датчиков обладают недостаточной точностью вследствие испарений или имеют большую погрешность вследствие появления волн в резервуарах в процессе перекачек [1].

В связи с этим ставится задача создания надежного и простого в эксплуатации устройства для безопасного измерения плотности искро- взрыво- пожароопасных жидких сред. Для обеспечения безопасности измерения плотности жидких сред в режиме реального времени предлагается использовать поплавковый оптоэлектронный плотномер жидких сред с волоконно-оптическими линиями связи.

Линии связи представляют собой основное, наиболее характерное и определяющее звено в системе передачи информации. Их состояние влияет в первую очередь на надежность систем телемеханики и аппаратуры датчика. Свойства, параметры и характеристики линий связи, а также их стабильность во времени и при изменении внешних

условий определяют энергетические требования, предъявляемые к сигналу, оказывают влияние на его формирование и на используемые методы передачи, на принципы построения схемотехнических решений приемопередающей аппаратуры.

Для измерения параметров искро- взрыво- пожароопасных жидких сред целесообразно использование волоконно-оптических линий связи по следующим причинам: высокая коррозионная стойкость, в частности, к маслам, воде и агрессивным средам; взрывобезопасность, так как волокно не способно быть причиной появления искры; безиндукционность и высокая электроизоляционная прочность, высокая чувствительность и точность в следствии минимальных потерь (0,154 дБ/км), а также механическая прочность, устойчивость к вибрации, эластичность и широкополосность. Оптический диапазон волоконно-оптических линий связи допускает создание систем с широкой полосой пропускания, а также делает возможной передачу информации с очень высокой скоростью при относительно малой мощности передатчиков и малых габаритах. На сегодняшний день такие системы могут обеспечить передачу информации со скоростью более 1 Гбит/с, используя для формирования излучающего сигнала лазерный светодиод [2].

Устройство оптоэлектронного плотномера с волоконно-оптическими линиями связи

Функциональная схема плотномера представлена на рис.1. Поплавковый плотномер устанавливается в прочной емкости с жидкостью, плотность которой необходимо измерить. К кронштейнам, крепящимся к стенкам емкости с жидкостью, одними концами закреплены

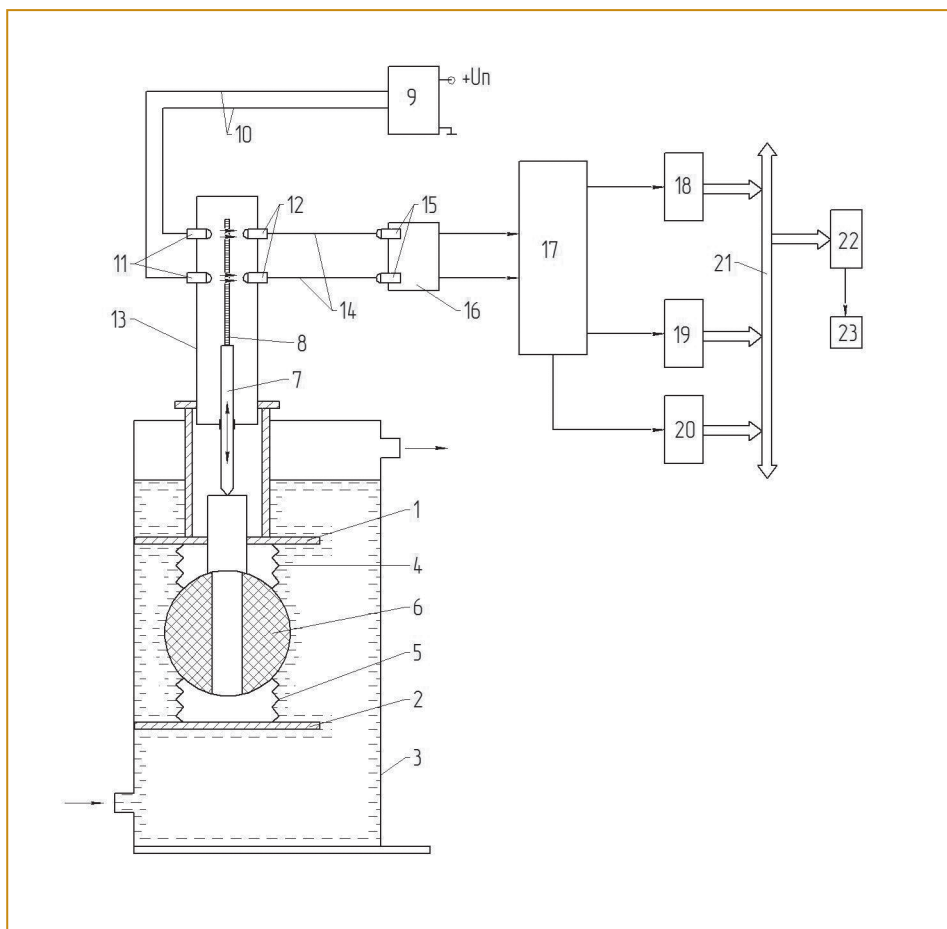


Рисунок 1 - Оптоэлектронное устройство для измерения плотности жидкости с оптоволоконными линиями связи:

1, 2 - кронштейны; 3 - емкость; 4, 5 - сифоны; 6 - поплавок; 7 - шток-толкатель; 8-оптическая решетка; 9 – блок формирователь инфракрасного излучения; 10 – подводящие оптические кабели; 11 – входные оптические разъемы; 12 – выходные оптические разъемы; 13 – корпус оптоэлектронного преобразователя перемещений; 14 – отводящие оптические волокна; 15 – оптические разъемы; 16 – блок преобразования оптического излучения в электрический сигнал; 17 – логический фильтр; 18 – счетчик прямого счета; 19 – счетчик обратного счета; 20 – электронный нониус; 21 – шина данных; 22 – блок обработки информации; 23 – блок индикации.

сильфоны. Другие концы сильфонов герметично закреплены на поплавке, имеющем сквозное отверстие по центру для соединения полости сильфонов. К поплавку прикреплен шток-толкатель, перемещающийся вертикально в патрубке с закрепленной оптической решеткой.

При заполнении емкости жидкостью, которая поступает через нижний входной патрубок и сливается через верхний выходной патрубок, под действием выталкивающей силы поплавков перемещается и через шток-толкатель сдвигает оптическую решетку. Поплавков перемещается на сильфонах пропорционально плотности жидкости. Как следствие, оптическая решетка пересекает оптические излучения подводящих оптических волокон и попеременно затемняет входы отводящих оптических волокон, которые вырабатывают импульсные синусоидальные оптические сигналы, принимающие нулевые значения при каждом смещении решетки на один шаг. Сигналы на выходах

отводящих оптических волокон, сдвинутые между собой на 90° , поступают на блок преобразования оптического излучения в электрический сигнал. Далее сигналы с выходов блока поступают на логический фильтр, на выходе которого создаются импульсы или прямого, или обратного счета, эти импульсы поступают на входы счетчиков прямого и обратного счета. В решении используются счетчики-таймеры К580ВИ53 [4].

При прямом перемещении оптической решетки (вверх) плотность жидкости растет, фильтр пропускает импульсы на вход счетчика прямого счета, при обратном перемещении (плотность падает) пропускает импульсы на вход счетчика обратного счета. Цена данных импульсов равна 16 мкм. Так как счетчики таймеров работают в обратном направлении, то для определения фактической величины импульсов нужно произвести следующие вычисления:

$$N_{факт} = N_1 - N_2.$$

где $N_{факт}$ - фактическое значение импульсов, N_1 - первоначальное значение счетчика, N_2 - текущее значение счетчика.

Для предотвращения так называемого дребезга оптоэ-

лектронного преобразователя, который может возникнуть при ударах, толчках, колебаниях емкости или под действием завихрений проходящей жидкости и возможных колебаниях поплавка, а соответственно и оптической решетки, истинное значение перемещения оптической решетки определяется следующим образом: из значения счетчика прямого счета следует вычесть значение счетчика обратного счета. Для преобразования показаний счетчиков в метрическую меру нужно разность умножить на 16:

$$L = [N_{np.cy.} - N_{обp.cy.}] \times 16 \text{ МКМ},$$

где L - грубое значение перемещения оптической решетки, мкм.

Для улучшения разрешающей способности оптоэлектронного преобразователя перемещения используется электронный нониус, который представляет собой схему

преобразования аналогового сигнала - синусоиды в цифровой параметрический код, который через шину данных считывается блоком обработки информации. В качестве блока обработки информации может быть использована любая однокристалльная микроЭВМ, которая в соответствии с прочитанным кодом выбирает соответствующее значение точного перемещения оптической решетки в микрометрах (результат по нониусу точного ответа). Общий результат перемещения оптической решетки будет равен:

$$L_T = [(N_{пр.сч.} - N_{обр.сч.}) \times 16 + l] \text{ мкм},$$

где l - показания нониуса в единицах измерения.

Так как перемещение оптической решетки пропорционально плотности жидкости, то для получения показателя плотности необходимо умножить метрическую величину перемещения оптической решетки на коэффициент пропорциональности K .

$$\rho = L_T * K.$$

Электронный нониус работает следующим образом. Потенциометрические резисторы устанавливают пороговый уровень срабатывания компараторов таким образом, чтобы сигналы на их входах имели сдвиг на $1/16$ шага оптической решетки. Уровни компараторов поступают на восьмиразрядный регистр электронного нониуса, код с которого и считывается блоком обработки информации. Результат вычисленной плотности выводится на блок индикации. За первоначальную точку отсчета принимается плотность жидкости, равная $\rho = 1 \text{ г/см}^3$. Рассчитав объем и вес поплавка, получаем заданную точность измерения плотности жидкости.

Заключение

Таким образом, для контроля плотности пожароопасных жидкостей предлагается использовать метод

*В естественной науке принципы
должны подтверждаться
наблюдениями.*

Карл Линней

измерения с помощью поплавка как наиболее точный, надежный и простой подход к измерению плотности. Для преобразования перемещения поплавка под действием изменения плотности применили оптоэлектронный датчик перемещения с волоконно-оптическими линиями связи.

Исключение электрических элементов в жидкостных средах обеспечивает искро-взрыво-пожаробезопасность измерения плотности без необходимости использования дополнительных систем и контуров защиты. Разработанное устройство для измерения плотности жидкости предлагается использовать на предприятиях нефтедобывающего и нефтеперерабатывающего комплексов для контроля качества нефтепродуктов.

Список литературы

1. Гашенко Ю.В., Астапов В.Н. Аналитический обзор и исследование устройств и методов измерения плотности жидкости // Научное обозрение. Технические науки. 2019. №6. С. 21-27.
2. Скворцов Б.В. Оптические системы передачи: Учебник / Б.В. Скворцов, В.И. Иванов и др. М.: Радио и связь, 1994. 223 с.
3. Оптоэлектронное устройство для измерения плотности жидкости с оптоволоконными линиями связи: пат. 206142 U1 РФ. №2021106837/ Астапов В.Н., Гашенко Ю.В.; заявл. 15.03.2021; опубл. 25.08.2021, Бюл. №24.
4. Астапов В.Н. Методологические и схемотехнические решения в системах контроля и управления на нефтеперерабатывающем заводе. Изд-во СНЦ РАН, Самара, 2006. 282 с.

Гашенко Юлия Валерьевна - аспирант, Астапов Владислав Николаевич — д-р техн. наук, проф. ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический университет».
E-mail: juliasarbitova@gmail.com, asta-2009@mail.ru

Готовится к выходу комплексный инструмент для решения задач штамповки металла

В январе 2022 г. Ansys выпустит свой первый программный продукт для моделирования процессов штамповки металла. Это будет комплексный инструмент, который позволит удовлетворить отраслевые требования в рамках единой платформы. Используя Ansys LS-DYNA в качестве решателя, Ansys Forming обеспечит точность прогнозов и оптимизацию рабочего процесса для цифрового проектирования, моделирования и проверки обработки листового металла на протяжении всего процесса производства.

Ansys Forming позволит создавать подробные конфигурации конструкции на ранних стадиях, давая пользователям возможность предварительно задавать различные требования к моделированию, включая технологичность, формуемость и прогнозирование упругого пружинения. Благодаря этому непрерывному рабочему процессу инженеры могут выполнить весь процесс штамповки металла в рамках единой платформы,

устранив необходимость проведения физических испытаний, повысив производительность и снизив затраты. Ansys Forming позволит достичь оптимальной производительности за счет сохранения точности и скорости прогнозирования.

Моделирование процессов штамповки металла помогает производителям определять ошибки, наиболее подходящие материалы, а также самые эффективные и экономичные процессы обработки. В результате инженеры тратят меньше времени на проектирование и модернизацию. Кроме того, Ansys Forming обеспечивает очень подробную информацию о конструкции, включая определение структурно слабых мест, в которых металл может сминаться, разрываться или деформироваться.

Разработчики Ansys Forming уже работают над следующими версиями с дополненной функциональностью, включая функцию компенсации обратного пружинения.

<https://www.cadfem-cis.ru>