

Измерения биоэлектрического импеданса клеточных суспензий проводились в течение длительного времени. Параллельно проводилась оценка жизнеспособности исследуемых клеточных суспензий микроскопическим методом. Была выявлена зависимость параметров схемы замещения от числа жизнеспособных клеток в пробе суспензии.

Таким образом, моделирование электрического импеданса клеточных суспензий фибробластов делает возможным оценку степени их жизнеспособности. При этом процесс измерения, т.е. воздействия на пробу клеточной суспензии, осуществляется в течение действия тестирующего импульса электрического тока, что позволяет получить быструю оценку степени жизнеспособности в ходе непрерывного мониторинга.

#### Список использованных источников

1. Калакутский Л.И. Моделирование биоэлектрического импеданса методом синтеза эквивалентных схем замещения [Текст] / Акулов С.А., Калакутский Л.И. // Биомедицинские технологии и радиоэлектроника. – 2007. - № 7. - С.35-39.
2. Калакутский Л.И. Анализ состояния клеточных суспензий методом импульсной импедансометрии [Текст] / Л.И. Калакутский, С.А. Акулов // Известия ЮФУ. Технические науки. Тематический выпуск. «Медицинские информационные системы». - Таганрог: Изд-во ГТИ ЮФУ, 2009. - № 5. - С. 47-50.

## ОПТОЭЛЕКТРОННОЕ УСТРОЙСТВО КОНТРОЛЯ УРОВНЯ ЖИДКОСТИ НА ОСНОВЕ ГИДРОСТАТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА

В.Н. Астапов, В.М. Гречишников

Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

*В работе рассматривается методология и схемотехника построения оптоэлектронного устройства для контроля уровня жидкости. Приведен принцип работы уровнемера и предложен метод устранения влияния изменения плотности и волнения жидкости на точность измерения уровня жидкости.*

Для учета нефтепродуктов на сырьевом и товарном складе, а также при перекачках необходимо контролировать уровень нефтепродуктов в емкостях. Для таких целей разработано большое количество различных уровнемеров. Но большинство из выпускаемых приборов для контроля уровня в многотонажных емкостях не удовлетворяют своими эксплуатационными характеристиками потребителя. К приборам коммерческого применения предъявляются очень высокие требования, это и эксплуатация в широком температурном диапазоне, высокая точность, возможность снятия

информации в автоматическом режиме, передача информации на большие расстояния и простота в обслуживании.

В настоящее время для измерения уровня жидких сред, в том числе и нефтепродуктов, широко применяются ультразвуковые уровнемеры. Это приборы, использующие свойство ультразвуковых колебаний отражаться от различных сред. Однако при изменении состава газовой среды, через которую осуществляется ультразвуковая эхолокация, возникает ошибка измерения уровня.

Как правило, при изменении температуры изменяется и состав газовой среды в емкости для хранения нефтепродуктов. Однако наличие паров (аэрозолей) жидкости будет влиять на изменение скорости распространения ультразвуковых колебаний и приводит к большой погрешности измерений.

Для коммерческого учета необходимы более точные уровнемеры, с простой настройкой, желательны в заводских условиях, и меньшей стоимостью.

Данное устройство для непрерывного контроля уровня жидкости основано на измерении гидростатического столба жидкости с автоматической компенсацией на изменение плотности жидкости [1]. Этого достигают с помощью буйка (поплавка), внутри которого закреплен корпус оптоэлектронного датчика перемещения. Бук, перемещаясь под действием изменения плотности, компенсирует погрешность перемещения штока датчика.

Однако изменяющаяся плотность и волнение жидкости вызывают колебания поплавка, которые (вследствие незначительного трения между жидкостью и поплавком) очень медленно затухают и не позволяют с достаточной точностью произвести измерение уровня. Таким образом, возникает задача, как можно быстрее «погасить» колебание поплавка и привести его в соответствие равновесия с архимедовой силой. Эта задача решается в разработанном оптоэлектронном устройстве с помощью сильфонной подвески буйка (поплавка) (рис. 1).

В этом случае уравнение вертикальных колебаний буйка [2]:

$$m \frac{d^2x}{dt^2} + xA\rho + (C_1 + C_2) \frac{dx}{dt} + C_3 x - P = 0, \quad (1)$$

где  $x$  - погружение буйка в жидкость,  $m$  - масса буйка,  $A$  - площадь его поперечного сечения,  $\rho$  - плотность жидкости,  $P$  - вес буйка,  $C_1$  и  $C_2$  - коэффициенты, характеризующие вязкие сопротивления жидкости с сильфоном,  $C_3$  - коэффициент, отражающий упругие свойства сильфонов.

Свойства уравнения (1) достаточно подробно изучены в предположении, что коэффициенты  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$  - постоянные величины. В то же время установлено, что коэффициент  $C_1$  не является константой, а характеризуется приближенно квадратичной зависимостью от  $x$ .

Коэффициент вязкого сопротивления сильфона  $S_2$  (который, нелинейно зависит от скорости) до последнего времени не оценивался. Выполненные предварительные расчеты показывают, что он значительно превосходит  $S_1$ , следовательно, и учет вязкого сопротивления сильфона существенно сокращает время колебания буйка и повышает точность измерения плотности жидкости [2].

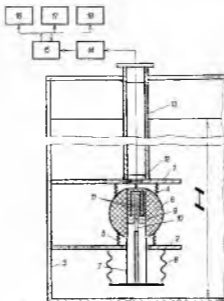


Рис. 1. Гидростатический датчик уровня

Разработанный прибор обладает также автоматической корректировкой уровня от волнения жидкости в емкости, которое возникает при перекачках нефтепродуктов из емкости или в емкость.

Гидростатический датчик уровня жидкости крепится кронштейнами 1 и 2 к стенке емкости 3. К кронштейнам одними концами закреплены сильфоны 4, 5, другие концы которых герметично укреплены на буйке 6. В буйке 6, часть которого показана в разрезе, установлен полый цилиндрический шток 7. Шток одним концом крепится к днищу сильфона 8, внутри которого расположен преобразователь малых перемещений 9, корпус которого размещен в сквозном отверстии поплавка. Шток свободно ходит в буйке. Оптоэлектронный преобразователь включает в себя оптическую решетку 10, закрепленную к днищу сильфона 8, оптоэлектронную пару 11 и втулку 12, через которую проходят соединительные провода от преобразователя 9. Детали и провода электрической схемы залиты компаундом. Кронштейн 1

соединен с цилиндрическим полым штоком 13 герметично относительно емкости 3. Оптоэлектронная пара 11 через полый шток соединена проводниками с преобразователем импульсов в цифровой код 14.

Данные с преобразователя поступают в блок обработки информации, в качестве которого служит микроконтроллер. На рис. 2 представлено фото уровнемера «Квант-У».

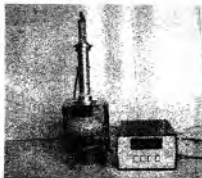


Рис 2. Оптоэлектронное устройство для измерения уровня жидкости на базе гидростатического датчика уровня «Квант-У»

При заполнении емкости жидкостью, уровень которой измеряется, последняя гидростатическим столбом  $H$  оказывает давление по всей эффективной площади измерительного сиффона 8, при этом перемещение дна сиффона и связанного с ним штока 10 с оптической решеткой будет пропорционально и уровню, и плотности.

Одновременно под действием выталкивающей силы поплавков 6 совместно с оптической решеткой 10 перемещается на сиффонах 4.5 пропорционально плотности жидкости, тем самым осуществляется компенсация плотности жидкости.

Оптоэлектронный преобразователь 9 представлен на рис.3.

Одновременно с перемещением днища сиффона 8 перемещается оптическая решетка 10, в результате чего она пересекает оптические излучения светодиодов, при этом попеременно затемняются фотодиоды, которые вырабатывают импульсные синусоидальные сигналы, принимающие нулевые значения при каждом смещении решетки 10 на один шаг (16 мкм).

Сигналы на выходах сдвинуты между собой на  $90^\circ$ . Преобразователь импульсов в цифровой код 14 перемещения решетки (рис.4) преобразует синусоидальные сигналы в информационный цифровой код. Сигналы с выходов оптоэлектронного преобразователя 9, сдвинутые на  $90^\circ$ , поступают на усилители 19,20. Усиленные сигналы поступают на компараторы 21, 22 и на входы электронного нониуса 23 (рис.5). Сформированные на выходах

компараторов сигналы прямоугольной формы, сдвинутые относительно друг-друга на  $90^\circ$ , поступают на логический фильтр 24, на выходе которого создаются импульсы или прямого, или обратного счета. Эти импульсы поступают на входы счетчиков 25, 26 прямого и обратного счета.



Рис 3 Оптоэлектронный преобразователь

Как вариант, в качестве счетчиков применены счетчики-таймеры серии К580ВИ53. При прямом перемещении оптической решетки 10 (налив жидкости в емкость) фильтр 24 пропускает импульсы на вход счетчика 25 прямого счета, при обратном перемещении (слив жидкости из емкости) - пропускает импульсы на вход счетчика 26 обратного счета. Цена данных импульсов равна 16 мкм. Так как счетчики-таймеры работают в обратном направлении, то для определения фактической величины импульсов нужно произвести следующие вычисления.

$$N_{\text{факт}} = N_1 - N_2 \quad (2)$$

где  $N_{\text{факт}}$  - фактическое значение импульсов,

$N_1$  - первоначальное значение счетчика,

$N_2$  - текущее значение счетчика.

Для предотвращения так называемого дребезга оптоэлектронного преобразователя, который возникает от волнения жидкости в емкости при наливе или при интенсивном сливе ее из емкости, в результате чего возможны колебательные движения днища сифона, а, соответственно, и оптической решетки, истинное значение перемещения оптической решетки 10 определяется следующим образом. Из значения счетчика 25 прямого счета следует вычесть значение счетчика 26 обратного счета. Таким образом, мы ликвидируем повторный счет импульсов при колебаниях уровня при волнении.

Электронный нониус (рис.5) служит для повышения точности измерения перемещения сифона до 1мкм. Потенциометрические резисторы устанавливают пороговый уровень срабатывания компараторов 34 - 39 таким образом, чтобы сигналы на их выходах имели сдвиг на  $1/16$  шага

оптической решетки. Уровни компараторов поступают на восьмиразрядный регистр 40, позиционный код с которого считывается блоком обработки информации, и по таблице соответствия определяется истинное значение перемещения оптической решетки.

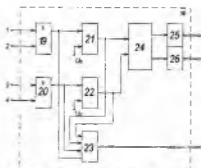


Рис. 4 Преобразователь импульсов в цифровой код

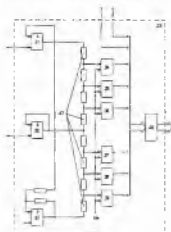


Рис. 5 Функциональная схема электронного нониуса

Для преобразования показаний счетчиков в метрическую меру, нужно разность умножить на 16 согласно формуле,

$$L = [N_{пр\ сч} - N_{обр\ сч}] \times 16 \text{ мкм}, \quad (3)$$

где  $L$  – истинное значение перемещения оптической решетки в мкм.

Это будет результат по грубой шкале отсчета. Для улучшения разрешающей способности оптоэлектронного преобразователя перемещения используется блок 23 электронного нониуса, который представляет собой блок логики преобразователя аналогового сигнала доли синусоиды в цифровой код (рис.5). На выходе электронного нониуса формируется цифро-

вой код, который через информационный вход считывается микроконтроллером. Общий результат перемещения оптической решетки будет равен:

$$L' = [(N_{пр\ сч} - N_{i, h\ сч}) \times 16 + l] \text{ мкм}, \quad (4)$$

где  $l$  – показания нониуса в мкм.

Так как перемещение оптической решетки пропорционально уровню жидкости, то для получения показателя уровня нужно метрическую величину перемещения оптической решетки умножить на коэффициент пропорциональности  $K$ :

$$Y = L' \times K,$$

где  $Y$  – измеряемый уровень жидкости в емкости.

Таким образом, предложенное устройство для измерения уровня жидкости исключает недостатки применяемых в настоящее время уровнемеров.

На измерения уровня предложенным уровнемером не влияют такие факторы как изменение температурного градиента, состав газовой среды, который связан с различной степенью испарения жидкости в зависимости от температуры и изменения состава газовой среды, не связанные с изменением температуры, обусловленные технологическими факторами эксплуатации емкости. Данные уровнемеры могут устанавливаться для измерения уровня жидких, парящих сред, где присутствует как градиент температуры, так и состава газовой среды.

#### Список использованных источников

1. Астапов В.Н., Черняк С.В. Гидростатический датчик уровня жидкости // А с. № 11809317 СССР. – Бюл. № 14, 1993.
2. Д.В. Фалкин. Обоснование зависимостей, связывающих характеристики сильфонного подвеса поплавка с точностью измерения плотностей жидкостей. Научный руководитель доц. В.Н. Астапов. Секция
3. Микроэлектроника и конструирование радиоэлектронной аппаратуры. Самара. 2007. С. 213.

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В РАЗРАБОТКЕ ТРЕХМЕРНОГО ОБУЧАЮЩЕГО ПРОСТРАНСТВА

Л.С. Зеленко, К.В. Белов, И.О. Петрухин, И.Ф. Халитов  
Самарский государственный аэрокосмический университет, г. Самара

### Введение

Возможности сети Интернет и мультимедийные технологии все чаще используются в обучении (в частности в дистанционном электронном