



ОТКРЫТАЯ НАУКА
издательство

Международный журнал информационных технологий и
энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 004.9

СПОСОБ ИЗМЕРЕНИЯ МАССЫ ЖИДКИХ ВЕЩЕСТВ НА ОСНОВЕ ИСКУССТВЕННЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Войцицкая А.С.

Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ» в г. Смоленске (Россия, 214013, г. Смоленск, Энергетический проезд, дом 1); e-mail: voitsitskay@mail.ru

Статья посвящена описанию предлагаемого способа измерения массы жидких веществ, процесс тарирования которого реализуется на основе искусственных нейронных сетей. Предлагаемый способ может быть реализован для измерения массы разных жидких веществ в различных резервуарах без его перенастройки.

Ключевые слова: искусственные нейронные сети, процесс тарировки.

THE MEASUREMENT METHOD OF MASS OF LIQUID SUBSTANCES BASED ON ARTIFICIAL NEURAL NETWORKS

Voitsitskaya A.S.

Branch of the federal state budget education institution of higher education «National Research University» MEI» in Smolensk (Russia, 214013, Smolensk, Energeticheskiy proezd, house 1); e-mail: voitsitskay@mail.ru

The article is devoted to the description of the offered way of measurement of mass of liquid substances which process of a tarirovaniye is implemented on the basis of artificial neural networks. The offered way can be realized for measurement of mass of different liquid substances in various tanks without his change-over.

Key words: artificial neural networks, calibration process.

Введение

В настоящее время известно большое количество систем [1] и способов [2] измерения массы жидких веществ, основными проблемами при этом являются измерения больших объемов при условии сложной геометрической формы резервуаров, и необходимости учета внутренних встроенных элементов. Существующие способы измерения, как правило, не учитывают влияние определенных факторов: температуры, атмосферного давления, химического состава жидких веществ.

Традиционно при измерении массы жидких веществ используются процедуры калибровки и градуировки на основе уровнемеров, поплавков, весов. Однако эти процедуры зависят от свойств и характеристик измеряемых жидкостей и не позволяют применить типовые подходы к измерениям. В свою очередь, это приводит к тому, что не удается полностью выработать из резервуаров измеряемые жидкие вещества [3].

Помимо этого, жидкие вещества, масса которых измеряется, зачастую представляют опасность при непосредственном измерении, они являются вредными/опасными, что, в свою очередь, приводит к необходимости автоматизации процессов измерений.

В большинстве измерительных систем применяется расчетный способ [4], особенностью которого является учет при расчете и оценке параметров жидкости (плотности, объема, давления, температуры). Вместе с тем, точность измерений с использованием этого способа ограничена сложностью учета геометрических параметров резервуара и внешних условий проведения измерений.

В настоящей статье предлагается способ измерения массы жидких веществ, особенностями которого являются: во-первых, измерение столба жидкости гидростатического давления; во-вторых, то, что процесс тарирования осуществляется на основе искусственных нейронных сетей, при этом за счет особенностей используемых при тарировании параметров (гидростатического давления жидкости, высоты столба заливаемой жидкости, учета внешних факторов окружающей среды) удается осуществить настройку информационно-измерительной системы и в дальнейшем осуществить измерение различных жидкостей без перенастройки этой системы.

Обоснование выбора датчика давления для измерения массы жидких веществ

Выбор датчика давления для измерения массы жидкого вещества позволяет осуществить подход к измерению без учета плотности и объема жидкости, существенно зависящих от параметров внешней среды.

Датчик давления может быть выбран по разным критериям, например, в зависимости от размера резервуара, возможного места размещения, химического состава жидкости (агрессивная, неагрессивная среда, пищевая продукция), требуемого диапазона измерения давления.

Существуют различные датчики давления: оптические, волоконно-оптические, оптоэлектронные, магнитные, емкостные, ртутные, пьезоэлектрические, пьезорезонансные, резистивные, гидростатические. Для решаемой задачи выбраны гидростатические датчики давления, характеризующиеся следующими особенностями:

- предназначены для измерения давления;
- характеризуются большим диапазоном измеряемого давления;
- имеют высокую степень защиты от внешних воздействий;
- наличие термокомпенсации;
- инертность материала, из которого изготавливаются датчики, к воздействию веществ различного химического состава;
- удобство представления выходных сигналов (ток, напряжение).

Описание способа измерения массы жидкого вещества на основе искусственных нейронных сетей

Предлагаемый способ измерения массы жидкого вещества включает в себя следующие

обобщенные этапы:

Этап 1. Тарирование резервуара

Осуществляется определение минимального значения массы, которое соответствует константному (на границе чувствительности) значению для данного датчика. Далее выполняется оценка измерения давления для соответствующего значения массы вещества. Далее осуществляется заполнение резервуара минимальными порциями и фиксация соответствующего значения датчика давления.

Процесс тарирования по каждому значению осуществляется до полного заполнения резервуара. В итоге формируется т.н. тарировочная таблица. Одновременно с этим фиксируется высота «столба» жидкости, температура и влажность окружающей среды, атмосферное давление.

Полученные данные являются исходной информацией для последующего обучения искусственной нейронной сети.

Примечание. В качестве жидкости в процессе тарирования может быть использована как жидкость, масса которой в дальнейшем будет измерена, так и, например, вода. Вследствие особенностей предлагаемого способа, тип жидкости никак не влияет на подготовку исходных данных для обучения искусственной нейронной сети.

Этап 2. Обучение искусственной нейронной сети

Осуществляется обучение искусственной нейронной сети по заполненной на предыдущем этапе тарировочной таблице. Следует отметить, что обучение искусственной нейронной сети может осуществляться как по мере формирования каждого обучающего примера из тарировочной таблицы, так и по результатам полного заполнения этой таблицы для всех значений.

На рисунке 1 приведена структура нейросетевой модели.

Входной слой нейронной сети представлен элементами входного вектора:

$$X = \{P, h, \varphi, t, P_{atm}\},$$

где P – измеренное значение давления (высота резервуара, в котором осуществляется измерение жидкого вещества);

h – значение высоты залитого вещества;

φ – значение влажности окружающей среды;

t – температура окружающей среды;

P_{atm} – атмосферное давление.

Выходной слой нейронной сети представлен элементом выходного вектора:

$$Y = \{M_z\},$$

где M_z – масса измеряемой жидкости.

В качестве алгоритма обучения искусственной нейронной сети целесообразно использовать алгоритм обратного распространения ошибки [6].

Этап 3. Измерение массы жидкого вещества

На данном этапе осуществляется непосредственно измерение массы жидкого вещества. Резервуар до некоторого уровня заполняется жидким веществом. С датчика в измерительную систему на вход искусственной нейронной сети поступает считываемое значение давления, а также значения дополнительных параметров (высота «столба» залитого вещества; влажность

и температура окружающей среды; атмосферное давление).

На выходе искусственной нейронной сети формируется точное или обобщенное значение выходного параметра (массы жидкого вещества). Результат выводится на устройство индикации информационно-измерительной системы, схема которой приведена на рисунке 2.

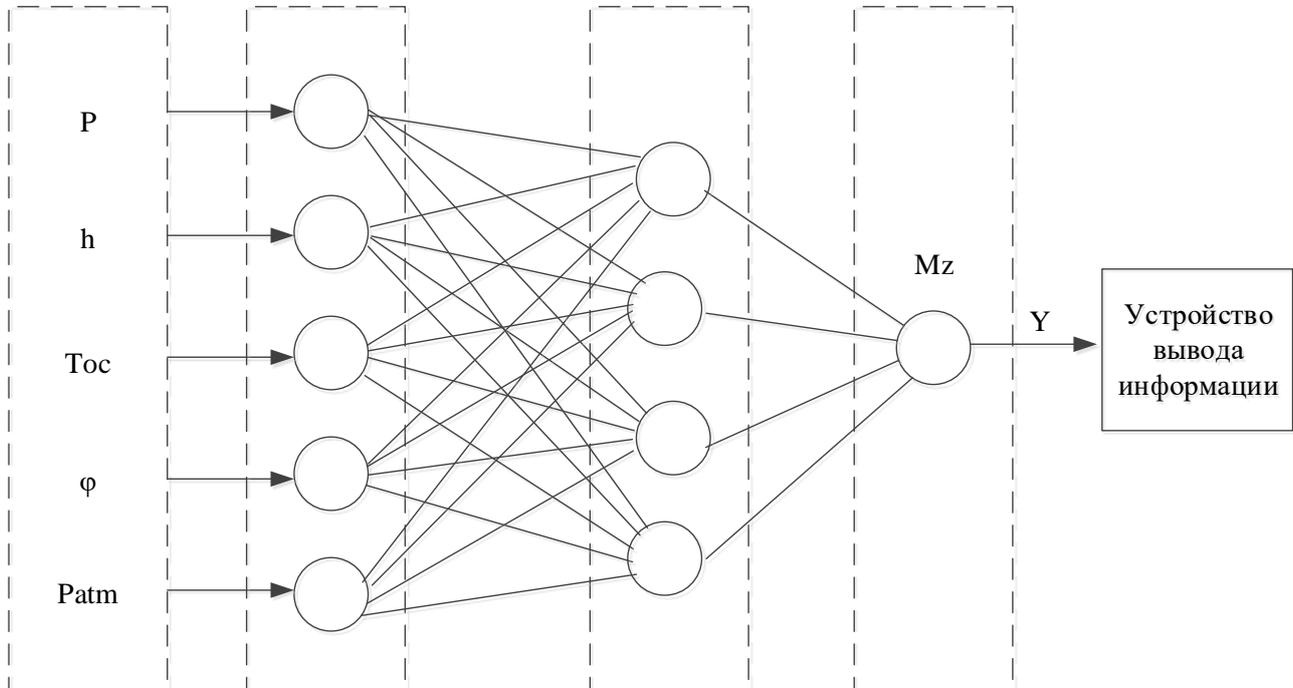


Рисунок 1 – Модель нейронной сети для измерения массы жидкого вещества

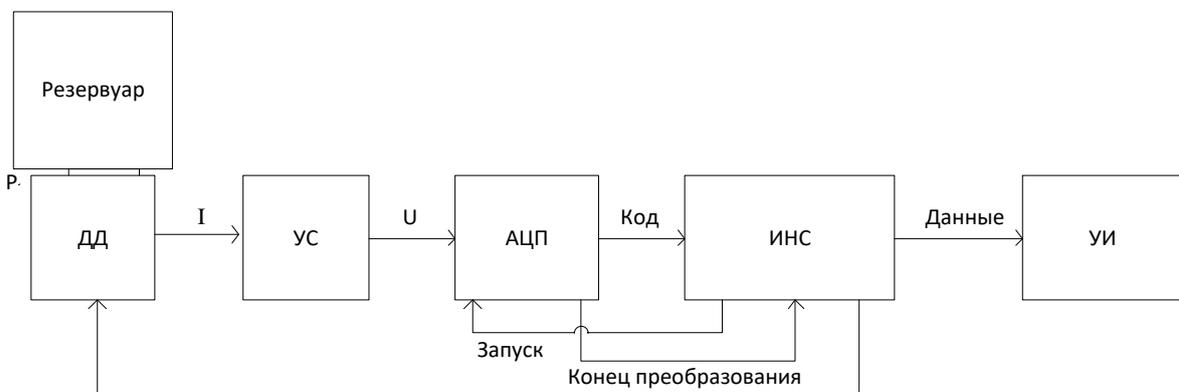


Рисунок 2 – Схема информационно-измерительной системы

На рисунке: ДД – датчик давления; УС – усилитель; АЦП – аналого-цифровой преобразователь; ИНС – контроллер, реализованный на искусственных нейронных сетях; УИ – устройство индикации.

Предлагаемый способ основан на измерении гидростатического давления массы жидких веществ и за счет использования искусственных нейронных сетей позволяет осуществлять измерение различных жидкостей без перенастройки информационно-измерительной системы для выбранного резервуара. Использование этого способа позволяет сократить время настройки системы для другого резервуара, за счет обучения искусственной нейронной сети,

с обеспечением заданной точности измерений и может быть применен для измерения массы разных жидких веществ в различных резервуарах.

Литература

1. Патент 2 343 426 Российская Федерация. Система для измерения массы жидкого вещества в резервуаре [Текст] / Галкин А.С.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество "НТФ НОВИНТЕХ". - № 2007131221/28; заявл. 16.08.2008; опубл. 10.01.2009. – 7 с.
2. Патент РФ №2497085, 27.01.2010 Способ измерения массы жидкости в резервуаре [текст] / Б.В. Скворцов, С.А. Борминский, А.В. Солнцева, Д.И. Блинов. – Опубл. 27.10.2013 Бюл. №30.
3. Патент 2494353 Российская Федерация. Способы определения массы жидкого вещества в емкости [Текст] / Грузевич Ю.К.; заявитель и патентообладатель Грузевич Ю.К., Пергамент А.М., Тележников В.Н. - № 2012110379/28; заявл. 20.03.2012; опубл. 27.09.2013 Бюл. № 27. – 11 с.
4. Визуальный способ измерения [Электронный ресурс] // Официальный интернет портал [сайт]. URL: <http://www.ngpedia.ru/id148543p2.html>
5. Войцицкая А.С., Борисов В.В. Измерение массы жидкостей различных резервуаров с применением искусственных нейронных сетей [Текст] / XIII Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов: сб. трудов. – Смоленск, 2016. – С. 232-235.
6. Борисов В.В. Искусственные нейронные сети. Теория и практика/ В.В. Круглов, В.В. Борисов – М.: Горячая линия-Телеком, 2002. — 382 с. — ISBN 5-93517-031-0.
7. Войцицкая А.С., Борисов В.В. Измерение массы жидких веществ в различных резервуарах с применением искусственных нейронных сетей [Текст] / XXIII REEPE 2017 Международная научно-техническая конференция студентов и аспирантов: сб. тезисов. – Москва, 2017. – С. 323-324.

References

1. Patent 2 343 426 Russian Federation. System for measuring weight of the liquid substance in the reservoir [Text] / Galkin, A. S.; applicant and patentee closed joint stock company "NTF NOVINTEKH". No 2007131221/28; Appl. 16.08.2008; publ. 10.01.2009. – 7 S.
 2. RF patent №2497085, 27.01.2010 Method of measuring the mass of liquid in the reservoir [text] / B. V. Skvortsov, S. A. Borminskaya, A. V. Solntsev, D. I. Blinov. – Publ. 27.10.2013 bull. No. 30.
 3. Patent 2494353 Russian Federation. Methods of determining the weight of the liquid substance in the tank [Text] / Gruzevich Y. K.; applicant and patentee of Gruzevich Y. K., A. M. Parchment, Tsyalezchnikau V. N. No 2012110379/28; Appl. 20.03.2012; publ. 27.09.2013 bull. No. 27. – 11 S.
 4. The visual method of measurement [Electronic resource] // Official Internet portal [website]. URL: <http://www.ngpedia.ru/id148543p2.html>
 5. Voitsitska A. S., Borisov V. V. the mass Measurement of liquids in various tanks using artificial neural networks [Text] / XIII international scientific and technical conference of students and postgraduates: collected works. – Smolensk, 2016. – Pp. 232-235.
 6. Borisov V. V. Artificial neural network. Theory and practice/ V. V. Kruglov, V. V. Borisov, M.: Hot line-Telecom, 2002. — 382 p. — ISBN 5-93517-031-0.
 7. Voitsitska A. S., Borisov V. V. the Measurement of the mass of liquid in various tanks using artificial neural networks [Text] / XXIII REEPE 2017 International scientific-technical conference of students and graduate students: collection of abstracts. – Moscow, 2017. – S. 323-324.
-