

УДК 53-082-4

EDN [CUMRVE](#)

## Современные методы измерения уровня жидкости

Л. П. Милешко<sup>1</sup>, Э. Н. Кравченко<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Научно-конструкторское бюро моделирующих и управляющих систем южного федерального университета, Петровская ул., 81 г. Таганрог, 347928, Россия

<sup>2</sup>Колледж прикладного профессионального образования южный федеральный университет, ул. Шевченко, 2/ул. Чехова, г. Таганрог, Россия

\*E-mail: EleonoraK966@yandex.ru

**Аннотация.** Приведена классификация устройств для измерения уровня жидкости по М. Н. Молдабаевой. По новым данным составлена характеристика современных методов измерения. Результаты исследования имеют важность для развития способов измерения уровня, в различных отраслях народного хозяйства. Обобщение полученных данных имеет практическую значимость для оптимизации и усовершенствования промышленных устройств измерения жидкости. Целью работы является анализ состояния и тенденций развития методов измерения уровня жидкости.

**Ключевые слова:** стабилизация уровня жидкости в резервуаре, уровень топлива, современность методов измерения.

## Modern methods of measuring the liquid level

L. P. Mileshko<sup>1</sup>, E. N. Kravchenko<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Scientific Design Bureau of Modeling and Control Systems of the Southern Federal University, Petrovskaya str., 81 Taganrog, 347928, Russia

<sup>2</sup>College of Applied Professional Education Southern Federal University, Shevchenko str., 2/ul. Chekhov, Taganrog, Russia

\*E-mail: EleonoraK966@yandex.ru

**Abstract.** The classification of devices for measuring the liquid level according to M. N. Moldabaeva is given. According to the new data, the characteristics of modern measurement methods have been compiled. The results of the study represent the importance of developing ways to measure the level in various sectors of the national economy. The generalization of the obtained data is of practical importance for the optimization and improvement of industrial liquid measurement devices. The purpose of the work is to analyze the state and trends in the development of methods for measuring liquid levels.

**Keywords:** stabilization of the liquid level in the tank, fuel level, modern measurement methods.

## 1. Введение

Актуальность исследования определяется важностью и существенным значением в настоящее время для дальнейшего развития методов измерения уровня жидкости в разных отраслях народного хозяйства. Для решения этой задачи используются различные методы и приборы. Практическая значимость заключается в возможности оптимизации применяемых способов в промышленности для совершенствования устройств и методов измерения уровня жидкости. Как известно, измерительные устройства разделяются по группам [1]:

- оптическим;
- поплавковым, в которых для измерения уровня употребляется поплавок или иное тело, расположенное на поверхности жидкости;
- гидростатическим, основанным на принципе сообщающихся сосудов со средой одинаковой или различной плотности относительно плотности контролируемой среды;
- электрическим, с величиной электрических параметров зависящей от уровня жидкости;
- ультразвуковым, основанным на принципе отражения звуковых волн;
- радиоизотопным, основанным на применении интенсивности потока ядерных излучений, которые зависят от уровня жидкости.

На основе вышеприведённых критериев приведён данный обзор, который обобщает исследования методик и устройств измерений уровня жидкости. А также их развитие за последние 5 лет.

## 2. Современные методы измерения уровня жидкости: анализ и результаты

Поплавковый метод рассматривается в работе, посвященной методу измерения уровня кубовой жидкости в колонне [2]. Это является существенным вопросом, поскольку уровень является одним из наиболее важных параметров, а его измерение обеспечивает безопасность и рентабельность технологического процесса. Главная задача проводимого измерения уровня кубовой жидкости в колонне заключается в определении истинного положения поверхности среды внутри хранилища реактора или же резервуара другого назначения. В ходе исследования авторами рассматривались базовые проблемы, связанные с контролем уровня кубовой жидкости в колонне. Установлено, что к аналогичным проблемам принадлежат следующие: пенная волна; налипание; коррозия;

агрессивная среда; взрывоопасное производство. В рамках статьи также были рассмотрены основные средства измерения уровня кубовой жидкости в колонне с разъяснением области использования, которые способствуют, решению всех обнаруженных проблем. В итоге авторы сделали заключение, что результаты исследования возможно употребить для проектирования автоматических систем управления уровнем жидкости в емкостях.

В работе [3] предложен другой способ измерения уровня жидкости – с применением ультразвука. Его используют в наливных танках с участием микроволн. Получить высокий уровень точности можно, используя, радарные методы с изменением фазы отраженной волны, определяемые её длиной. Также на измерения не влияют погрешности инструментов. Применение ОЭВМ позволяет автоматизировать процессы калибровки и производить подсчеты числа переходов фазы сигнала через  $2\pi$  в непрерывном режиме слежения за уровнем жидкости, что повышает точность и эффективность этих процессов.

К электрическим устройствам для измерения уровня жидкости относится вихревой расходомер [4]. Он широко применяется для измерения потока различных жидкостей и газов, включая воду, спирт, сжатый воздух, азот и многое другое. Его основное преимущество заключается в высокой точности измерения расхода и возможности работать с маловязкими жидкостями, газами и паром. Для установки этого прибора необходима точная информация о параметрах среды, таких как плотность жидкости, коррозия, температура и давление. Прочная конструкция вихревого расходомера делает его надежным и не требующим обслуживания, поскольку он не содержит движущихся частей. Применение передовой технологии цифровой обработки данных позволяет облегчить процесс диагностики, генерации сигналов тревоги и профилактического обслуживания. Этот прибор также является эффективным инструментом для управления процессами производства, оптимизации организации работы и других сферах применения, где требуется точное знание энергетического и материального балансов.

В исследовательской работе [5] производятся установки для ядерных производств, для повышения точности дозирования растворов в технологических процессах с функцией измерения плотности раствора и его уровня. Применяется гидростатический метод. Система реализована с использованием дифференциальных

манометров и капиллярного сенсора перепада давления. Для измерения плотности и уровня раствора в демпфирующей емкости используется пьезометрический уровнемер, который представляет собой систему клапанов, измерительный щуп и датчик дифференциального давления. Так как вывод с клапана сообщается с атмосферой внутри емкости, то, зная перепад давления и плотность, полученную при открытии клапанов, можно получить значение уровня жидкости в емкости.

Авторами [6] рассмотрены задачи режима управления работы насосных агрегатов с частотно регулируемым приводом на базе асинхронного короткозамкнутого двигателя. В статье описываются требования к показателям качества процесса регулирования систем стабилизации уровня жидкости в резервуарах. Разработана структурная схема замкнутой по уровню жидкости системы управления. Проведен синтез регулятора, учитывающий ограничения на показатели качества переходного процесса изменения скорости насосного агрегата. Полученные результаты показывают достижения требуемых показателей качества регулирования электрическим методом.

Авторами предлагается проектное решение, созданное с целью автоматизации системы контроля уровня жидкости в резервуарах на производстве. В статье [7] рассматриваются продукты для контроля уровня жидкости в РВС, а также их особенности. В ходе анализа выяснилось, что контроль уровня жидкости вертикальный стальной будет в эксплуатации довольно продолжительное время, так как он включает в себя все необходимые функции, требуемые на производстве. В данное время находится в проектировании. В дальнейшем планируется: - разработать прототип интерфейсной части; и спроектировать базу данных.

В статье [8] приводится оптический метод для измерения уровня нефтяных продуктов в емкостях. Это использование волоконно-оптических приборов, которые могут быть применены для контроля уровня любой жидкости в резервуаре. Их принцип действия основан на измерении интенсивности оптического излучения, проходящего через датчик, различающего температуры на границе раздела воздуха и топлива.

В работе [9] рассматривались базовые проблемы поплавкового метода измерения уровня жидкости, а также контроля расхода топлива при работе двигателя летательного аппарата. Они связаны с измерением уровня высоты столба жидкости в баке, который нужно знать на протяжении всего времени полёта. Установлено, что к проблемам

принадлежат следующие: деформация бака, обусловленных действием корпусных нагрузок, давление наддува, гидростатического давления и давления жидкости в баке.

Анализ, проведенный авторами теоретических и расчетных значений, показал, что формулы, полученные в ходе исследования, позволяют, с высокой точностью определить нормальные перемещения в топливных баках различной формы.

В работе [10] авторы провели сравнения различных методов и средств измерения уровня. Измерения уровня жидкостей является ключевой операцией при автоматизации технологических процессов. Особенно в отраслях промышленности, связанных с химией и веществами, способные к самостоятельному горению в воздухе. Это связано с условиями безопасной работы оборудования, а также коммерции светлых нефтепродуктов, на которых приходится около 70 % продуктов, получаемых из нефти.

Лучший по требовательным параметрам, показал себя емкостный метод для технологических процессов. Их отличительной особенностью является простая конструкция первичных измерительных преобразователей. Однако имеются недостатки – влияние диэлектрической проницаемости на результат измерений и невозможность использования одного и того же устройства без предварительной калибровки для разных типов жидкостей с различными диэлектрическими проницаемостями.

### **3. Заключение**

Согласно М. Н. Молдабаевой приведена классификация устройств для измерения уровня жидкости. Проанализированы особенности методов измерения по современным источникам. Работа посвящена важной, имеющей существенное значение в настоящее время для совершенствования методов измерения уровня жидкости в различных областях промышленности. Научная новизна определяется обобщением результатов исследования методик измерения уровня жидкости различными способами. Практическая значимость заключается в возможности упрощения и усовершенствования применяемых способов в народном хозяйстве для модернизации устройств и методов измерения уровня жидкости.

### **Список литературы**

1. Молдабаева М.Н. Контрольно-измерительные приборы и основы автоматики: учебное пособие // М.Н. Молдабаева. – Москва; Вологда: Инфра Инженерия, 2019. – 332 с

2. Чернова В.Ю., Силаев А.А. Измерение уровня кубовой жидкости в колонне // Перспективы науки. – 2023. – № 6(165). – С. 43-47
3. Широков И.Б., Колтунов А.С. измерение уровня жидкости микроволновым методом// Современные проблемы радиоэлектроники и телекоммуникаций. – 2021. – № 4. – С. 58
4. Шоколоте Ж.П., Вильданов Р.Г. Измерение жидкости и газа одним вихревым расходомером // Вестник науки. – 2021. – Т. 5. – № 5-4(38). – С. 27-31
5. Сумин Г.В., Кушков О.О., Денисевич А.А. Система измерения малых расходов радиоактивных растворов с функцией измерения плотности и уровня// Сборник избранных статей научной сессии ТУСУР. 2021. № 1-2. С. 174-176
6. Абакумов А.М., Кузнецов П.К., Курган В.П., Горячкин А.А. Исследование системы стабилизации уровня жидкости в резервуарах // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2021. – Т. 29. – № 1(69). – С. 104-119
7. Грищенко Е.В., Огнегин К.Е. Система контроля уровня жидкости в резервуаре вертикальный стальной // Modern science. – 2020. – № 5-3. – С. 565-568
8. Макартичан С.В., Джелассем Б.Б. Устройство для измерения уровня горючих жидкостей в емкостях // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. – 2020. – № 2(31). – С. 39-43.
9. Степанов С.А., Грызунова Е.О., Сергеев Н.А. Изменение уровня жидкости в топливном баке при его деформировании // Modern Science. – 2021. – № 4-1. – С. 493-498.
10. Макартичан С.В., Жабин С.С., Кузнецова Н.С. Сравнительный анализ существующих методов измерения уровня жидкостей в резервуарах // Энерго- и ресурсосбережение: промышленность и транспорт. – 2021. – № 2(35). – С. 36-41.