

## **АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ ЖИДКИХ СРЕД**

*Якшигильдина Р.И.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Степанов А.Б., старший преподаватель  
кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В данной статье рассматриваются основные понятия, классификация уровнемеров, анализ и выбор методики измерения жидких сред, а также на какие параметры обратить внимание при выборе измерительного прибора. Сделан вывод о том, насколько важно подобрать нужный уровнемер для измерения определенной жидкости, ведь от этого зависит время и точность измерения.

Ключевые слова: уровнеметрия, уровнемер, история создания уровнемеров, уровнемеры жидких сред, классификация уровнемеров.

### **Основные понятия**

Измерение уровня (уровнеметрия) – процесс измерения высоты уровня жидкости или сыпучего вещества от положения, принятого за нулевое.

Уровнемерами называют средства измерений уровня. Таким образом, уровнемер – это прибор для контроля или измерения уровня жидкости и сыпучих веществ в технологических аппаратах, резервуарах и хранилищах.

Уровнем называют границу, отделяющую сыпучее вещество или жидкость от выше расположенных жидкости или газа меньшей плотности. Измеряют уровень в единицах длины.

С помощью измерения уровня можно извлечь информацию о массе или об объеме жидкости в резервуарах. Подобная информация необходима для управления производственным процессом, а также для проведения товароучетных операций. Различают контактные и бесконтактные методы измерения уровня [1, 7].

### **Методы измерения уровня**

Контактный метод измерений применяется в любых средах и реализуется обычно в ёмкостных, гидростатических, буйковых и поплавковых уровнемерах. Эти приборы легко установить в резервуаре любой формы и размера либо в непосредственной близости от него, они отличаются механической прочностью, простотой монтажа, надежностью измерений и низкой стоимостью [1, 4].

Бесконтактный метод позволяет измерять уровень без непосредственного контакта со средой и заключаются в зондировании звуком (ультразвуковые), зондировании электромагнитным излучением (радарные) и зондировании радиационным излучением. Такие датчики стоит использовать в агрессивных, вязких, кристаллизирующихся, пенящихся средах, где есть риск засорения или коррозии элементов прибора [5, 46].

Классификация уровнемеров, предназначенных для измерения уровня жидкостей

1. Механические уровнемеры подразделяются на: буйковые, основывающийся на измерении выталкивающей силы, действующей на буйек и поплавковые, с чувствительным элементом (поплавок), плавающим на поверхности жидкости [2, 8].

2. Гидростатические уровнемеры – основаны на измерении гидростатического давления жидкости, зависящего от высоты ее уровня [2, 18].

3. Электрические уровнемеры – величины электрических параметров зависят от уровня жидкости. Данные уровнемеры подразделяются на такие виды: вибрационные и ёмкостные [2, 22].

4. Акустические (ультразвуковые) уровнемеры – основаны на зависимости интенсивности поглощения или времени распространения акустических колебаний от высоты уровня жидкости [1, 90].

5. Микроволновые (радарные, волноводные) уровнемеры – основанные на принципе отражения поверхности сигнала высокой частоты (СВЧ) [1, 113-134].

Выбор методики измерения жидких сред следует начинать с анализа технологического процесса и определения необходимой информации:

1. Количество контролируемых уровней. Измерение уровня может быть непрерывным, то есть не привязанным к какой-либо конкретной точке. При этом отображается наполнение ёмкости в процентном отношении реального объема измеряемой среды к общему объему ёмкости, которая принимается за 100 %.

2. Измеряемая среда. Жидкая среда может быть агрессивной, вязкой или с выпадением осадка, также в жидкостях могут появиться проблемы оседания, связанные с образованием суспензий или содержанием в них нерастворимого остатка. Более того, пена, турбулентность и даже пыль могут ввести в заблуждение при использовании отражательных методов измерений, а диэлектрические характеристики могут повлиять на показания ёмкостных датчиков.

3. Тип ёмкости. Форма, материал ёмкости, а также расположение, то есть доступ к ней, важные показатели выбора системы измерения и способа монтажа.

4. Точность измерений. Обычно вопрос о точности измерений относится только к непрерывным измерениям. В зависимости от размеров сосуда измерения могут быть очень точными ( $\pm <1\%$ ), но при этом потребуются значительные затраты. Необходимость выполнять точные измерения в крупном резервуаре в широких пределах встречается редко. Одним из простейших и наиболее надежных способов определения степени наполнения резервуара является его взвешивание [2, 68-69].

**Таблица 4. «Анализ уровнемеров жидких сред»**

Тип уровнемера	Объект измерения	Диапазон измерений: глубина (м)	Достоинства уровнемера	Недостатки уровнемера
1. Буйковые	Топливо, масла, нефтепродукты	До 10 м	Точность измерения в пенящихся жидкостях	Зависимость показания от плотности жидкости, затратная установка и дальнейшая эксплуатация
2. Поплавковые	Жидкости с низкой плотностью	До 25 м	Высокая точность, независимость показаний от состояния поверхности продукта	Сложность монтажа, зависимость показания от плотности среды
3. Гидростатические	Однородные, вязкие жидкости	от 2 до 100 м	Низкая цена, простота конструкции	Низкая точность измерений; ограниченность применения

4.Ёмкостные	Масла, жидкие хладагенты	от 0,2 до 20 м	Надежность, высокая точность	Невозможность работы в вязких жидкостях
5.Акустические	Парящие, бурлящие, дымящие жидкости, жидкости с пеной	От 0,2 до 12 м	Высокая помехозащищенность удобство расположения на резервуаре	Неудобство измерений пенообразующих жидкостей
6.Радарные	Нефтепродукты, вязкие, парящие, неоднородные, взрывоопасные продукты	От 0,5 до 50 м	Высокая точность, стабильность измерения, удобство расположения на резервуаре	Неудобство измерений при кипении или бурлении поверхности продукта
7.Волноводные	Жидкости, границы раздела двух жидкостей	До 32 м	Различные варианты исполнения, возможность измерения при любых состояниях поверхности продукта	Высокая стоимость

### Заключение

Многообразие выпускаемых в настоящее время уровнемеров объясняется наличием большего числа задач по контролю и измерению уровня: это измерение уровня жидких сред в различных рабочих условиях, с различной точностью и диапазоном измерения. Каждый выпускаемый измерительный прибор имеет большое количество различных модификаций и опций, позволяющих подобрать наиболее оптимальный вариант для решения любой измерительной задачи в

области уровнеметрии. Поэтому очень важно подобрать нужный уровнемер для измерения уровня жидкости в определенных условиях, чтобы избежать больших погрешностей измерений.

### **Список информационных источников**

1. Винокуров Б.Б. Современная уровнеметрия жидких сред – Томск: Томский политехнический университет, 2014. – С. 118.
2. Вильнина А.В. Вильнин А.Д., Ефремов Е.В., Современные методы и средства измерения уровня в химической промышленности – Томск: Томский политехнический университет, 2011. – С. 207.
3. Фролов А.Г.// Неотехнология. URL: <http://www.neotechnology.ru> (дата обращения: 10.05.2016).
4. «Лимако». Радарные уровнемеры: история создания и перспективы развития систем контроля уровня // ИСУП. – 2011. – № 5.– С. 25-35.

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЯ ПАРАМЕТРОВ СОЛНЕЧНЫХ БАТАРЕЙ НА ОСНОВЕ SOC СИСТЕМ**

*Янь Юйхао*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: А.В. Юрченко, д.т.н., профессор кафедры физических методов и приборов контроля качества*

В сегодняшний день нехватка энергии, загрязнение окружающей среды постепенно увеличивается, в такие ситуации солнечная энергетика становится более актуальной для преодоления кризиса ресурсов. Поэтому улучшение методов измерения параметров солнечных элементов является ключевым фактором при исследованиях и производстве солнечных элементов. С развитием интернета вещей, одним из перспективных направлений развития измерительной техники является создание устройства измерения с помощью миникомпьютера.

(Nowadays, lack of energy and pollution are gradually increasing, in such situations, solar energy is becoming an important research topic to solve this problem. Therefore, improving the methods of measuring of solar cells is a key point in the research and manufacture of solar cells. Moreover,