

Задачи, требующие измерения уровня жидких продуктов, исключительно многообразны и встречаются в различных областях техники. Измерение уровня требуется в большинстве производственных процессов; в системах экологического мониторинга и безопасности; для учета массы, расхода жидких продуктов при их хранении и транспортировке. Актуальность измерения уровня жидкостей возрастает по мере повышения степени автоматизации производственных процессов, систем контроля и учета. К характерным задачам относятся:

Методов измерения уровня жидких продуктов существует более двадцати. Наиболее распространенные методы, реализованные в промышленном оборудовании, показаны на рис. 1.

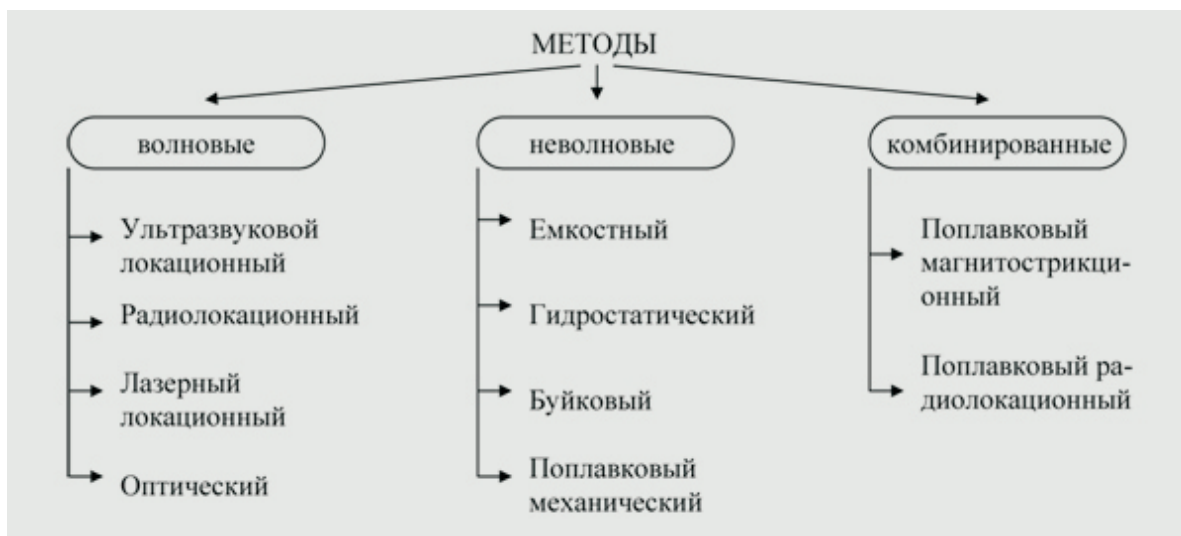


Рис. 1. Методы измерения уровня жидких продуктов

В волновых измерителях уровня используются эффекты, связанные с распространением электромагнитных или акустических волн в жидкости, парогазовой смеси либо в конструктивных элементах (волноводах, звуководных трубах), контактирующих со средами.

В неволновых измерителях уровня используются иные принципы измерения уровня, основанные на изменении емкости конструктивного конденсатора, давления столба жидкости, выталкивающей силы, действующей на погруженное в жидкость тело.

Комбинированные измерители уровня сочетают в себе элементы волновых и неволновых. В магнитострикционном уровнемере уровень фиксируется поплавком, определение положения которого производится с помощью механических колебаний в звукопроводе.

Общие характеристики уровнемеров, использующих различные принципы измерения, приведены в таблице 1.

В локационных уровнемерах появление значительного верхнего неизмеряемого участка вызвано работой локатора в ближней зоне, возникновением многократных переотражений сигнала от поверхности жидкости и крыши резервуара, перегрузкой приемника, а также установкой опорного отражателя для точного определения скорости звука. Появление нижнего неизмеряемого участка вызвано паразитными отражениями от дна, имеющими большую мощность по сравнению с полезным сигналом.

Таблица 1. Общие характеристики уровнемеров

	Диапазон, м	Верхняя неизмеряемая зона, м	Нижняя неизмеряемая зона, м	Стоимость
волновые уровнемеры				
Ультразвуковой локационный	до 5...15	»0 ² или ¹ от 0,3 до 1,5	»0 ¹ или ² от 0,05 до 0,15	средняя(18... 50 тыс. руб)
Радиолокационный	до 25...30	от 0,5 до 1,0	»0 или ³ от 0,5 до 0,8	высокая(60... 300 тыс. руб)
Лазерный локационный	до 15...35	от 0,4 до 0,6	»0 или ⁴ от 0,5 до 0,8	высокая(150... 300 тыс. руб)
неволновые уровнемеры				
Емкостный	до 25	<0,1	<0,1	низкая(4...20 тыс. руб)
Гидростатический	до 100	»0	»0	средняя(15... 40 тыс. руб)
Буйковый	до 4	от 0,3 до 0,5	»0	средняя(20... 100 тыс. руб)
Поплавковый механический:				
с сервоприводом;	до 20...40	от 0,05 до 0,3	от 0,05 до 0,3	высокая(150... 300 тыс. руб)
рычажный.	до 7	от 0,05 до 0,3	от 0,05 до 0,3	низкая(8...25 тыс. руб)
уровнемеры, использующие комбинированный метод измерения				
Поплавковый магнитострикционный	до 6 ⁵ до 30 ⁶	от 0,05 до 0,3	от 0,05 до 0,3	средняя(25... 55 тыс. руб)
Поплавковый радиолокационный	до 25...30	от 0,5 до 1,0	от 0,05 до 0,1	высокая(200... 300 тыс. руб)
Примечания: ¹ – при локации через парогазовую смесь; ² – при локации через жидкость; ³ – для жидкостей-диэлектриков с малыми потерями; ⁴ – для оптически прозрачных жидкостей; ⁵ – если используется жесткая штанга; ⁶ – если используется гибкая штанга.				

Факторы окружающей среды, являющиеся ограничениями для большинства уровнемеров, сведены в таблицу 2.

Таблица 2. Эксплуатационные ограничения измерителей уровня

Условия эксплуатации и ограничения ®	диапазон температур жидкости и парогазовой смеси, °С	осаждения фракций парогазовой смеси (капель масла, воды, кристаллов льда) на компонентах прибора	липкие, вязкие, сильно загрязненные жидкости	наличие пены и сильное волнение поверхности жидкости	подвижные резервуары с возможностью их сильного наклона	движущаяся жидкости
волновые уровнемеры						
Ультразвуковой локационный	от -40 до +80	-	+ ¹	-	+ ²	3
Радиолокационный	от -40 до +80	3	+ ¹	3	+ ²	3
Лазерный локационный	от -40 до +60	-	+ ¹	-	+ ²	3
Оптический	от -40 до +60	-	-	-	+	-
неволновые уровнемеры						
Емкостный	от -40 до +150	3	-	+	+	-
Гидростатический	от -40 до +100	+	-	+	+	3
Буйковый	от -60 до +400	+	-	+	3	-
Поплавковый механический: с сервоприводом; рычажный.	от -50 до +150	+	-	3	-	-
	от -40 до +80	+	3 ³	+	+	+
уровнемеры, использующие комбинированный метод измерения						
Поплавковый магнитострикционный	от -50 до +150	+	-	+	-	-
Поплавковый радиолокационный	от -40 до +80	3	-	+	+ ²	-
<p>Примечания: «+» - использование уровнемера возможно; «-» - использование уровнемера практически невозможно; «3» - использование уровнемера затруднено; ¹ - только при локации через газ без использования волноводного тракта; ² - только при локации с использованием волноводного тракта; ³ - существуют реализации с самоочисткой и с простой очисткой вручную.</p>						

Для измерения уровня липких, вязких, сильно загрязненных жидкостей подходят только волновые «бесконтактные» уровнемеры, не использующие волноводный тракт. Если возможен доступ персонала для периодической очистки механических частей, то в ряде задач целесообразно применение более дешевого поплавкового рычажного уровнемера, для которого существуют реализации с самоочисткой и с простой очисткой вручную. Волновые бесконтактные уровнемеры незаменимы, если в процессе эксплуатации возможно застывание или замерзание жидкости (например, мазута или нефти), так как для любых механических конструкций в таких условиях существует риск поломки или полного разрушения.

Серьезной проблемой для нормальной работы всех волновых уровнемеров является осаждение фракций парогазовой смеси на элементах конструкции (антеннах, звуководных трубах, образцовых отражателях). Наличие конденсата резко увеличивает затухание волн, искажает диаграмму направленности антенн и может привести к появлению ложных отражателей (например, снежной шубы), делая измерение уровня жидкости невозможным. Для емкостного метода измерения, конденсат может вызвать образование пленок на электродах или проводящих дорожках между ними, приводя к увеличению погрешности измерения.

Наличие сильного волнения или пены на поверхности жидкости резко уменьшает коэффициент отражения акустического и электромагнитного излучения, делая более пригодными для данного круга задач уровнемеры на основе неволновых и комбинированных методов. При увеличении амплитуды волн или толщины слоя пены погрешность измерения в любом случае увеличивается, однако, измерение уровня волновыми методами будет неустойчивым из-за малой амплитуды отраженного сигнала.

Измерение уровня движущейся жидкости, например, в открытом лотке или канале, является сложной задачей, особенно если жидкость загрязнена. Радиолокационные и ультразвуковые приборы малоприспособлены из-за наличия на поверхности жидкости волн и пены, а большинство остальных – совершенно непригодны из-за сильных боковых нагрузок на конструкцию и опасности ее поломки при накоплении мусора (листьев, клочков бумаги и др.). Удовлетворительный результат может быть получен при использовании рычажных уровнемеров с функцией самоочистки.

Большинство поплавковых уровнемеров непригодны для измерения уровня в подвижных резервуарах (топливные баки, цистерны судов), которые могут быть сильно (более чем на 10–15°) наклонены к горизонту, из-за опасности блокировки подвижных элементов. Волновые уровнемеры в этих условиях используются лишь в сочетании с волноводным трактом, выполняющим одновременно и функцию успокоительной трубы. Рычажный измеритель уровня может успешно работать в подвижных резервуарах, так как опасность заклинивания подвижных элементов отсутствует.

Особенностью волновых уровнемеров (если не используются волноводы) является невозможность их применения при попадании в главный лепесток диаграммы направленности посторонних элементов конструкции (стенок резервуара, лестниц и т. д.).

Емкостные уровнемеры, являющиеся одними из наиболее дешевых, не могут работать в неоднородных, загрязненных жидкостях, а также в жидкостях, склонных к образованию диэлектрических и проводящих пленок.

В заключение, следует отметить, что универсального уровнемера, пригодного для решения существующих практических задач, нет. Несмотря на прогресс, достигнутый в последние годы в реализации волновых «бесконтактных» методов, они не являются панацеей от всех проблем, возникающих при измерении уровня жидкости из-за ряда недостатков. Поплавковые методы измерения уровня имеют большой потенциал совершенствования и остаются одними из самых востребованных в современной технике.

Основными преимуществами поплавковых рычажных уровнемеров являются малое количество эксплуатационных ограничений, высокие технические характеристики и близкое к оптимальному соотношение «цена-качество».