

## ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

**Фомин Виталий Юрьевич**

магистрант

**Кравченко Анатолий Игоревич**

магистрант

**Исаева Екатерина Леонтьевна**

магистрант

**Барбасова Татьяна Александровна**

канд. техн. наук, доцент

ФГБОУ ВПО «Южно-Уральский государственный университет» (НИУ)

г. Челябинск, Челябинская область

### **БЕСКОНТАКТНЫЕ ДАТЧИКИ УРОВНЯ**

*Аннотация: в данной статье авторами представлен обзор типов бесконтактных датчиков уровня и область их применения. Исследователями также рассмотрены достоинства и недостатки каждого типа датчиков.*

*Ключевые слова: автоматизация производства, бесконтактные датчики уровня.*

Постоянный контроль и измерение уровня жидкостей и сыпучих сред является задачей, часто встречающейся в системах автоматического управления. Для решения данной задачи используются датчики уровня. Данная статья посвящена обзору датчиков уровня, представленных в настоящее время на рынке.

Датчики уровня бывают контактными (поплавковые, вибрационные, ротационные и др.), а также бесконтактными (емкостные, радарные, ультразвуковые и др.). Преимуществами бесконтактных датчиков являются отсутствие механического контакта между воздействующей средой и чувствительным элементом и способность работать с различными средами. Контактные датчики, в свою очередь, не могут быть использованы для взрывоопасных жидкостей и не всегда способны справиться с агрессивными средами.

На сегодняшний день на рынке представлено множество бесконтактных датчиков уровня различных типов. Рассмотрим подробнее основные типы бесконтактных датчиков уровня.

### *1. Емкостные датчики уровня*

Емкостные бесконтактные датчики уровня используются для измерения предельного уровня жидкости или сыпучих сред различного состава. Чувствительный элемент таких датчиков выполнен в виде пластин конденсатора. При приближении контролируемого объекта происходит изменение емкости конденсатора, что приводит к срабатыванию переключающего элемента.

К достоинствам емкостных датчиков можно отнести: большое расстояние срабатывания, широкий диапазон рабочих температур, возможность работы в сложных условиях эксплуатации, устойчивость к электромагнитным полям. К недостаткам причисляют: сравнительно небольшой коэффициент передачи, высокие требования к экранировке деталей, необходимость работы на повышенной (по сравнению с 50 Гц) частотой.

Емкостные датчики уровня находят применение в системах контроля, регулирования и управления производственными процессами в пищевой, фармацевтической, химической, нефтеперерабатывающей промышленности [1, с. 207]. Они эффективны при работе с жидкостями, сыпучими материалами, пульпой, вязкими веществами (проводящими и непроводящими), а также в условиях образования конденсата, запыленности.

Емкостные датчики также находят применение в различных отраслях промышленности для измерения абсолютного и избыточного давления, толщины диэлектрических материалов, влажности воздуха, деформации, угловых и линейных ускорений и др.

### *2. Радарные датчики уровня*

Принцип действия радарных датчиков следующий – датчик излучает радиоволны в микроволновом диапазоне. Излучаемый датчиком сигнал отражается от поверхности контролируемого продукта (жидкости или сыпучего вещества).

Фиксируется время задержки отраженного сигнала, относительно сигнала источника. Таким образом по величине задержки можно определить уровень жидкости. Для определения задержки используется линейная модуляция частоты источника. Если частота исходного сигнала изменяется по линейному закону (например, непрерывно возрастает), то отражённый сигнал, имеющий временной сдвиг относительно исходного, будет иметь также и меньшую частоту. По величине частотного сдвига можно однозначно судить о величине временной задержки между двумя сигналами, а значит и о расстоянии до поверхности жидкости.

По сравнению с другими датчиками уровня, радарные датчики имеют целый ряд преимуществ: большой рабочий диапазон (до нескольких десятков метров), измерение непрерывного уровня жидкости в тяжёлых условиях (высокое давление и температура), устойчивость к запыленности, пенообразованию и испарениям с контролируемой поверхности, высокая точность измерений (до  $\pm 1$  мм). Основным недостатком датчиков данного класса является их дороговизна.

Наиболее широкое распространение радарные датчики уровня получили в черной и цветной металлургии, сталелитейном производстве, ядерной промышленности и энергетике. Высокая точность и надежность датчиков данного типа, позволяет использовать их в системах автоматического управления сложными объектами.

### *3. Ультразвуковые датчики уровня*

Данный тип бесконтактных датчиков используется для измерения непрерывного и предельного уровня жидких и сыпучих веществ. В отличие от радарных датчиков, для измерения служит ультразвуковой сигнал. В состав датчика входят: генератор ультразвукового сигнала, приемное устройство и электронный контроллер. Излучаемый датчиком импульс отражается от контролируемой среды, по времени прямого и отраженного сигнала судят об уровне среды.

Ультразвуковые датчики, в отличие от фотоэлектрических, не подвержены воздействиям окружающей среды и позволяют проводить измерения в запыленных, задымленных помещениях, а также в помещениях с высоким уровнем шума.

Более того, датчики позволяют измерять расстояние до объектов любой формы, цвета и размера, а также выполненных из различных материалов. Диапазон срабатывания датчиков очень широк: от 100 мм до 6 м. Современная электроника ультразвуковых датчиков уровня, и их правильный монтаж позволяет убрать помехи, возникающие от отражения сигнала от стенок емкости, обогревателей или охладителей внутри емкости, а так же работающих мешалок. Так же к достоинствам можно отнести компактные размеры, отсутствия подвижных частей и неприхотливость в обслуживании.

Некоторые недостатки ультразвуковых датчиков уровня состоят в том, что они не могут использоваться в приложениях с высокой турбулентностью или в приложениях, которые могут иметь выделения пара, пену или сильное разнообразие в концентрации материала процесса. Турбулентность и пена создают препятствие звуковой волне для правильного отражения назад на сенсор, тогда как пар и испарения поглощают акустический сигнал.

Областью применения ультразвуковых датчиков уровня является: машиностроение, ЖКХ, нефтегазовая промышленность, энергетика, пищевая промышленность.

#### *4. Магнитострикционные датчики уровня*

Датчики данного типа используются для непрерывного бесконтактного измерения уровня жидкости. Принцип действия, положенный в основу магнитострикционных датчиков, заключается в следующем: в поплавок датчика вмонтирован магнит, который изменяет структуру материала стержня (стержень выполнен из магнитострикционного материала), вследствие прохождения радиочастотного импульса через эту зону происходит образование ультразвукового импульса, время распространения которого позволяет судить об уровне жидкости.

Данный тип датчиков обладает следующими преимуществами: высокая точность измерений (до 0,005%), длительная работоспособность, низкий коэффициент искажения показаний (менее 0,0035%), не подвержены механическому износу.

Как и все другие датчики имеют ряд недостатков в частности: габариты. Прибор использует своей работе зонд, устанавливающийся на весь диапазон измерения. Ограниченный рабочий диапазон. Датчики в своем большинстве предназначены для работы в малых цистернах и диапазоне в пределах до 20 м.

Магнитострикционные датчики уровня получили применения в системах автоматического управления нефтяной, химической и пищевой промышленности [2, с. 34]. Они могут быть применены для решения задачи одновременные измерения двух продуктов (вода + бензин) и определение границ раздела сред (разной плотности).

### *5. Оптические датчики уровня*

Оптические бесконтактные датчики барьерного типа используются для определения предельного уровня жидких или сыпучих веществ. Излучатель и приемник датчика располагаются в разных корпусах и обязательно должны быть размещены на одной оси. Световой поток излучателя направлен на приемник. Срабатывание датчика происходит при прерывании луча контролируемым объектом.

К достоинствам датчиков данного типа причисляют: большую дальность действия (до 150 м), помехозащищенность, высокую надежность, возможность использования на открытом пространстве и в условиях загрязнения.

К недостаткам относят: непригодность для работы с диэлектриками и kleйкими веществами, сыпучими продуктами, образования непреходящих солей при измерении уровня липких и масляных веществ.

В отличие от датчиков других типов, не получили особое распространение в системах автоматического управления, однако могут быть применены для решения задач контроля уровня заполнения прозрачных емкостей.

Таким образом в данной статье был проведен анализ бесконтактных датчиков уровня различных типов. Все рассмотренные датчики пригодны для использования в современных системах автоматического управления, однако не существует одного – универсального датчика, который можно использовать для задач в любой отрасли. Поэтому при необходимости применения датчика, необходимо

отталкиваться от требований к системе, условий эксплуатации и особенностей измеряемой среды.

***Список литературы***

1. Готр З.Ю. Датчики. Справочник / З.Ю. Готр, О.И. Чайковский. – Львов: Каменяр, 1995. – 312 с.
2. Котюк А.Ф. Датчики в современных измерениях / А.Ф. Котюк. – М.: Радио и связь, 2006. – 96 с.