

Емкостные промышленные датчики уровня. Проблемы выбора и практика применения

Александр КРИВОРУЧЕНКО
ai@sensor-com.ru

Данная публикация продолжает тему статьи, опубликованной в КиТ № 1'2007. В предыдущей статье была изложена классификация бесконтактных датчиков положения, даны общие рекомендации по выбору датчиков (как при разработке нового оборудования, так и при замене вышедшего из строя) и выдвинуты конкретные предложения по выбору и замене бесконтактных индуктивных датчиков положения. В данной статье рассматриваются сходные вопросы выбора и применения, но касающиеся емкостных бесконтактных датчиков и измерителей уровня.

Емкостные датчики применяются как первичные источники информации для систем автоматического управления технологическими процессами.

Бесконтактные емкостные датчики срабатывают при приближении к их чувствительной поверхности любых объектов в твердом или жидком состоянии. Они могут применяться для контроля позиционирования объектов или подсчета немаetalлических объектов, но наиболее часто используются как недорогие и надежные датчики предельного уровня жидких или сыпучих материалов.

Кроме самих датчиков, информирующих о достижении верхнего или нижнего уровня в контролируемой емкости, предприятие «Сенсор» выпускает также и системы измерения уровня на базе емкостных датчиков.

Особенности применения емкостных датчиков положения и уровня

Функциональная схема бесконтактного емкостного датчика включает емкостный чувствительный элемент. В датчике имеется также бесконтактный коммутационный элемент, к которому и подключается нагрузка.

Вопросы выбора схемы подключения нагрузки, напряжения питания (постоянного и переменного тока), способов подключения и функции коммутационного элемента для емкостных и индуктивных датчиков практически одинаковы и были рассмотрены в предыдущей статье.

Технические характеристики бесконтактных емкостных датчиков нормируются ГОСТ Р 50030.5.2-99. Технические и эксплуатаци-

онные параметры датчиков «Сенсор» соответствуют или превышают требования ГОСТ.

На практике объект воздействия может вызывать срабатывание датчика как на расстоянии от чувствительной поверхности датчика, так и при контакте с ним. В соответствии с ГОСТ, основной функциональный параметр датчика — номинальное расстояние срабатывания (S_n), которое определяется с помощью стандартного объекта воздействия в виде стальной пластины. Гарантированный интервал срабатывания во всем диапазоне рабочих напряжений и температур, в соответствии с ГОСТ, составляет от нуля до 72% S_n . Эти параметры определяют чувствительность датчика в реальных условиях.

При эксплуатации спектр объектов воздействия для емкостных датчиков очень широк. Для понимания особенностей работы емкостного датчика нужно знать, что надежное срабатывание датчика определяется, кроме

его чувствительности, параметрами конкретного объекта воздействия — массой объекта и диэлектрической проницаемостью его материала. Количественная зависимость расстояния срабатывания от ϵ_r представлена на рис. 1, а значения ϵ_r приведены в таблице 1. На практике значение ϵ_r для некоторых материалов, в том числе и сыпучих, также сильно зависит от влажности материала.

Для различных целей и способов монтажа предприятием «Сенсор» выпускаются датчики серий: ВВЕ-Ц, ВВЕ-Ф, ВВЕ-С и ВВЕ-Т (рис. 2). Основные особенности их приведены в таблице 2. Для подстройки к конкретным условиям работы все датчики «Сенсор» включают встроенный потенциометр регулировки чувствительности и индикацию срабатывания. Диапазон регулировки чувствительности 60–120%.

Датчики серии ВВЕ-Ц имеют наиболее широкое применение. Наиболее ходо-

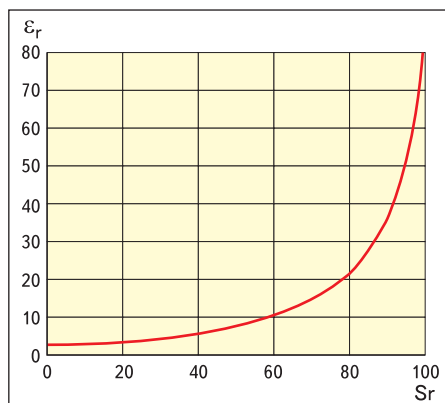


Рис. 1. График зависимости расстояния срабатывания от ϵ_r

Таблица 1. Значения ϵ_r для отдельных материалов

| Материал | ϵ_r |
|-----------------|--------------|
| Бумага | 2,3 |
| Винипласт | 4 |
| Вода | 80 |
| Воздух | 1 |
| Дерево | 2...7 |
| Масло трансф. | 2,3 |
| Нефть | 2,2 |
| Оргстекло | 3,2 |
| Полиамид | 5 |
| Полистирол | 3 |
| Полиэтилен | 2,3 |
| Спирт этиловый | 26 |
| Стекло | 5 |
| Стеклотекстолит | 5,5 |
| Цемент | 2 |

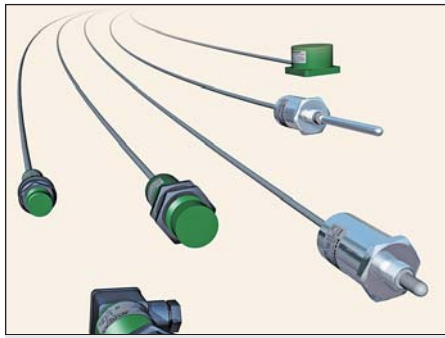


Рис. 2. Виды корпусов емкостных датчиков уровня

Таблица 2. Основные особенности емкостных датчиков «Сенсор»

| Серия | Номинальное расстояние срабатывания | Материал чувствит. элемента |
|---------|-------------------------------------|-----------------------------|
| ВБЕ-Ц18 | 5 мм | Полипропилен |
| ВБЕ-Ц30 | 20 мм | Полипропилен |
| ВБЕ-Ф60 | 40 мм | Полипропилен |
| ВБЕ-С | Погружение в среду | Сталь нерж. 12Х18Н10Т |
| ВБЕ-Т | Погружение в среду | Фторопласт Ф 4 |

вые типоразмеры: ВБЕ-Ц30-96К-2111-3А и ВБЕ-Ц30-96У-2241-ЛА.

При контроле уровня в резервуарах (или трубопроводах), выполненных из диэлектрика, и при толщине стенки менее половины S_n применяемого датчика, датчики серий ВБЕ-Ц и ВБЕ-Ф реагируют на жидкий или сыпучий материал, находясь снаружи резервуара.

В резервуарах из металла датчик устанавливается снаружи за люком в стенке. Люк делается на уровне требуемого контроля и закрывается пластиной из диэлектрика (оргстекло, стекло, стеклотекстолит).

Способ установки с допустимыми размерами приведен на рис. 3.

В качестве иллюстрации такой работы (с учетом влияния окружающего металла)

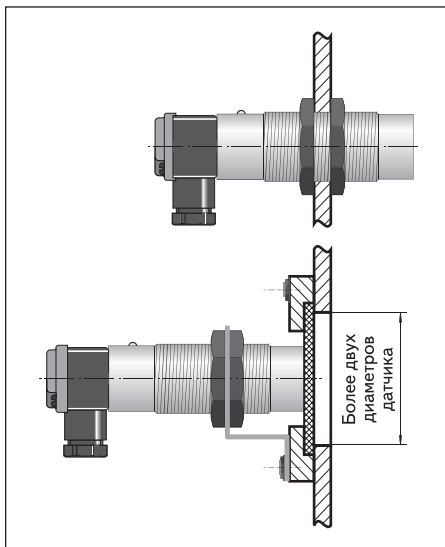


Рис. 3. Примеры монтажа датчиков уровня серии ВБЕ-Ц на резервуаре

можно привести следующий пример применения.

С диаметром отверстия в металлическом резервуаре, равном тройному диаметру активной поверхности датчика ВБЕ-Ц30-96К-2111-3А, он будет реагировать на минеральное масло ($\epsilon_r = 2$) через стекло толщиной 10 мм, а при диаметре отверстия в резервуаре, равном двойному диаметру активной поверхности, — через стекло толщиной 6 мм.

При применении емкостных датчиков может потребоваться подстройка чувствительности его под конкретные условия. Регулировка датчика производится следующим образом:

1. Подключив и зафиксировав датчик так, чтобы чувствительная поверхность касалась стенки из диэлектрика (или пластины люка), по светодиоду определяем состояние датчика без наличия за стенкой резервуара объекта воздействия. Если датчик сработал от стенки или пластины, то, поворачивая потенциометр регулировки против часовой стрелки, уменьшаем чувствительность настолько, чтобы он не сработывал от стенки.
2. Наполняя резервуар до контролируемого уровня (середина люка), проверяем срабатывание датчика. Если он не срабатывает при достижении жидкостью или сыпучей средой контролируемого уровня, увеличиваем чувствительность потенциометром.
3. Проверяем п. 1.

Датчики серии ВБЕ-Ц, имея корпус с резьбой, могут работать и при помещении чувствительной поверхности датчика внутрь резервуара (рис. 3), но при этом появляются вопросы герметизации и проблема смены датчика при заполненном резервуаре. Возможно, при этом потребуются подстройка потенциометром от ложного воздействия на лишний или насыпавшегося на датчик материала.

С помощью датчика типа ВБЕ-Ц30-96У-2242-ЛГ со встроенной схемой задержки по переключению можно легко решить задачу создания простой и недорогой системы автоматического регулирования уровня заполнения бункеров или резервуаров различными материалами. Ниже приводится пример решения задачи наполнения бункера при постоянном расходе материала.

Датчик монтируется на уровне максимального наполнения бункера и подключается последовательно с обмоткой пускателя двигателя питателя бункера. Коммутационный элемент датчика нормально замкнут.

Когда в процессе заполнения уровень материала входит в зону чувствительности датчика, он срабатывает и размыкает цепь катушки пускателя двигателя питателя, после чего поступление материала прекращается.

Если уровень материала понижается в результате расхода, то включение датчика происходит не сразу, а по истечении установленной пользователем выдержки времени.

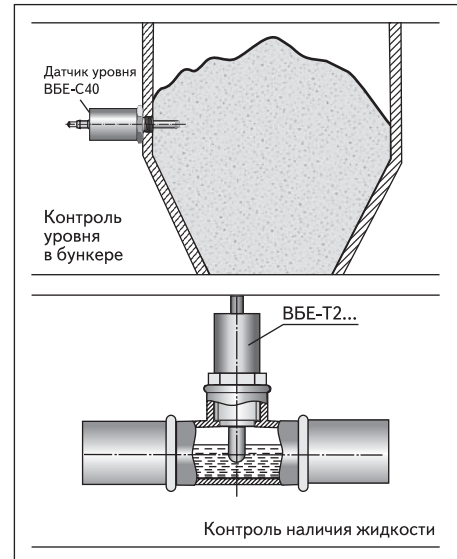


Рис. 4. Примеры применения датчиков серии ВБЕ-С и ВБЕ-Т

При известных темпах расхода материала это позволяет держать бункер постоянно наполненным. Диапазон регулирования выдержки времени от 2 до 600 с.

Данные системы регулирования уровня были применены в линиях раздачи кормов на птицефабриках, в накопителях бункерного типа и др.

Датчики серии ВБЕ-С и ВБЕ-Т имеют чувствительный элемент, предназначенный для непосредственного нахождения в среде, уровень которой контролируется. Датчики серии ВБЕ-Т имеют чувствительный элемент из фторопласта и применяются для контроля уровня жидких сред. Датчики серии ВБЕ-С имеют износостойкий чувствительный элемент из нержавеющей стали и чаще применяются для контроля уровня сыпучих материалов.

Корпус из нержавеющей стали этих датчиков вкручивается непосредственно в отверстие резервуара с резьбой 1/2 дюйма (рис. 4). Датчик ВБЕ-Т20-100С-2113-3А также может контролировать наличие воды, находясь в металлическом тройнике трубопровода 1/2 дюйма (рис. 4).

Особенности применения и рекомендации по выбору емкостных систем измерения уровня

При значительных размерах бункеров более применимы емкостные системы измерения уровня. Кроме выдачи аналогового сигнала в АСУ, пропорционального уровню жидкой или сыпучей среды в бункере, они позволяют определять программируемый минимальный или максимальный уровень среды.

Система измерения уровня состоит из емкостного датчика уровня серии ДНЕ и уда-



Рис. 5. Система измерения уровня

ленного универсального блока вторичного преобразования ПВ-СУ-201 (рис. 5). Датчик может иметь стержневой чувствительный элемент из простой или нержавеющей стали длиной до 2 м либо тросовый чувствительный элемент длиной до 30 м. Чувствительный элемент может быть изолирован фторопластовой трубкой. Датчик устанавливается на верхней части бункера, длину чувствительного элемента определяет заказчик.

Система применяется для измерения и контроля уровня как жидких, так и сыпучих сред. В частности, контролируется: цемент, строительные смеси, молотый щебень (фракция до 30 мм), опилки, пищевые сыпучие продукты.

Допустимая температура среды — от -50 до $+200$ °С. Нелинейность выходной характеристики системы составляет 5%, причем нелинейность эта в значительной мере зави-

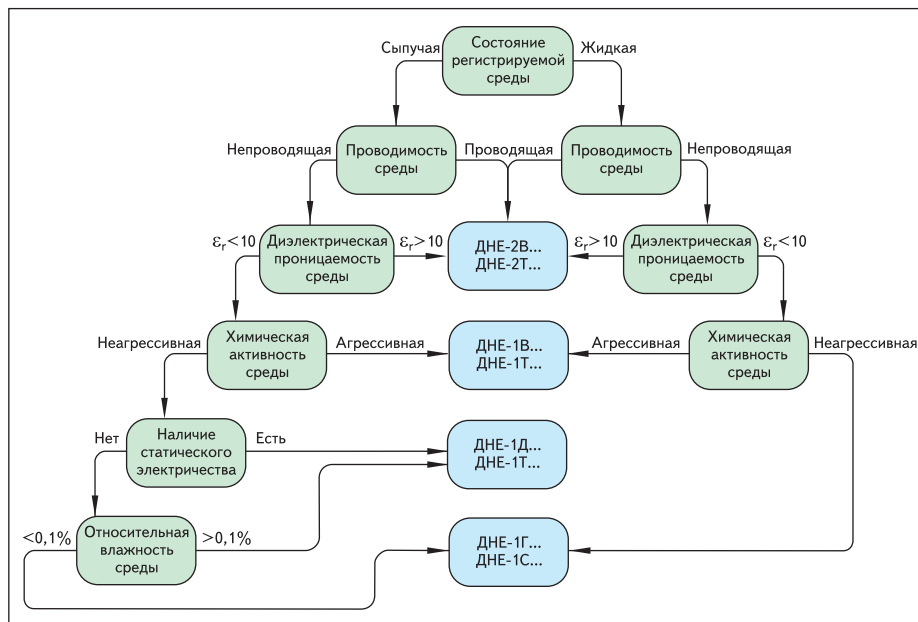


Рис. 6. Базовый алгоритм выбора датчика для системы измерения уровня

сит от четкости границы раздела сред, конусности бункера и колебания влажности материала.

Выбор потребителем системы измерения уровня в зависимости от регистрируемой среды сводится к выбору типоразмера датчика ДНЕ. Ниже приводится базовый алгоритм выбора серии датчика (рис. 6).

Заключение

Рассмотренные в данной статье емкостные датчики марки «Сенсор» помогают эффективно решать проблемы эксплуатационников и разработчиков оборудования для строительной, металлургической, химической и пищевой промышленности. ■