

ИЗМЕРЕНИЕ УРОВНЯ ПО ПЕРЕПАДУ ДАВЛЕНИЯ БЕЗ ИМПУЛЬСНЫХ ЛИНИЙ И ОБОГРЕВА

Д.В. Пестриков (Emerson Process Management)

Измерение уровня методом перепада давления является признанным и надежным способом, однако точное измерение разности давлений на высоких колоннах и резервуарах всегда считалось сложной задачей. Представлено решение от Emerson Process Management, призванное помочь операторам лучше контролировать показания уровня и давления в резервуаре и преодолеть ограничения традиционных систем измерений.

Ключевые слова: измерение уровня, перепад давления, высокие резервуары, импульсные линии, капилляры.



Импульсные линии

Традиционно для измерения уровня по перепаду давления применяется датчик разности давлений, подключенный к ТП с помощью импульсных линий. Конфигурация импульсной линии такова, что трубка на стороне низкого давления заполняется либо жидкостью (мокрое колено), либо соответствующим газом (сухое колено). Мокрые колена используются, если газовая подушка в резервуаре конденсируется и превращается в жидкость. В обратном случае, когда газ не конденсируется, используются сухие колена. Данное решение очень простое, однако установки с импульсными линиями требуют постоянного технического обслуживания. В мокром колене может произойти испарение, а в сухом колене — конденсация. Оба случая приведут к погрешности измерений, так как испарение и конденсация вызовут колебания на стороне низкого давления датчика. Кроме того, импульсные линии могут протекать, забиваться, а также требуют теплоизоляции или обогрева, чтобы не допустить их замерзания или чрезмерной конденсации пара.

Системы с выносными разделительными мембранами

Системы с выносными мембранами на капиллярах позволяют решить многие проблемы установок с импульсными линиями. При использовании подобных решений отпадает необходимость теплоизоляции и обогрева, а также снижаются затраты на техническое обслуживание, связанное с закупкой линий. Система с выносными мембранами состоит из двух разделительных мембран, соединенных с датчиком разности давлений посредством капилляров, заполненных специальной жидкостью.

Как правило, выносные мембраны с капиллярами используются в сбалансированной системе. Сбалан-



Рис. 1. Emerson предлагает точное измерение уровня в ректификационных колоннах и любых других высоких резервуарах без импульсных линий и капилляров без оглядки на температуру окружающей среды



Рис. 2. В конструкции Tuned-System сокращается объем заполняющей жидкости на стороне высокого давления преобразователя, благодаря чему повышается надежность и сокращается время отклика

сированная система состоит из двух одинаковых выносных мембран и капилляров одинаковой длины как со стороны низкого, так и высокого давления измерительного преобразователя перепада давления. Изменение температуры окружающей среды вызывает соответствующее изменение температуры заполняющей жидкости в капилляре. Плотность заполняющей капилляр жидкости будет колебаться с изменением температуры и приведет к изменениям гидростатического давления, измеряемого преобразователем, и соответственно приводит к дополнительной погрешности. Данный источник погрешностей называется «эффект столба жидкости». Сбалансированная система зачастую характеризуется избыточной длиной капилляров на стороне высокого давления и требует дополнительной стойки с кронштейном для монтажа преобразователя. Это приводит к нецелесообразному увеличению стоимости оборудования.

Таблица

Повышение температуры окружающей среды на 28°C	Сбалансированная система (длина капилляров 3 м)	Система Tuned-System (длина капилляра 3 м)
Эффект мембран, мбар	изменение 0	изменение -4,2
Эффект столба жидкости, мбар	изменение 9,0	изменение 9,0
Суммарная погрешность, мбар	погрешность 9,0	изменение 4,8

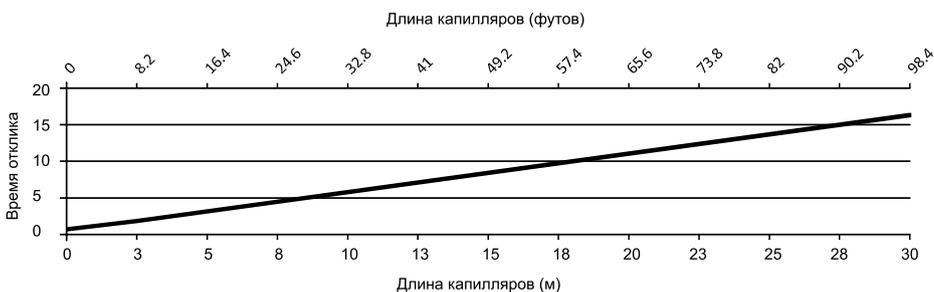


Рис. 3. Время отклика капилляра длиной 1,092 мм (0,040 дюйма), заполненного жидкостью DC 200 при температуре окружающей среды 24°C (75°F). Система сбалансирована капиллярами одинаковой длины на сторонах высокого и низкого давления преобразователя

Оптимальное решение Emerson

Ассиметричная система выносных мембран Tuned-System™ от Emerson выгодно отличается от сбалансированной системы за счет уменьшения дополнительной погрешности и сокращения затрат на установку (рис. 1). Система Tuned-System состоит из разделительной мембраны прямого монтажа на стороне высокого давления и выносной мембраны на капилляре на стороне низкого давления.

Ассиметричная конструкция была разработана для сокращения количества заполняющей жидкости на стороне высокого давления и противодействия «эффекту столба жидкости», который неизбежно возникает при установке выносных мембран (рис. 2). Так, с увеличением температуры окружающей среды заполняющая жидкость расширяется, но ее плотность уменьшается. В сумме эффекты влияния температуры снизят общую погрешность в системе Tuned-System, так как эффекты влияния температуры воздействуют на измерения в противоположных направлениях (таблица).

Система Tuned-System может монтироваться непосредственно на резервуар и не требует дополнительных устройств для монтажа. Таким образом, затраты на установку зачастую сокращаются на 20% за счет отказа от кронштейна, а также исключения капилляров на стороне высокого давления преобразователя.

Технология электронных выносных сенсоров

Системы Tuned-System доказали свою эффективность, однако измерение уровня в высоких резервуарах и колоннах с использованием выносных мембран является сложной задачей, так как требуется использовать очень длинные капилляры или импульсные линии (рис. 3).

Технология электронных выносных сенсоров позволяет решить проблемы, которые возникают при измерении уровня методом перепада давления в высоких резервуарах или колоннах. Вместо датчика разности давлений с импульсными линиями или капиллярами система Rosemount 3051S ERS™ использует два сенсора прямого монтажа для измерения избыточного или абсолютного давления, соединенных обычным электрическим кабелем. Расчет разности давлений происходит в одном из сенсоров, после чего он передает эти данные в РСУ в виде стандартного сигнала 4...20 мА HART.

Уникальная цифровая архитектура электронных выносных сенсоров обеспечивает их многочисленные преимущества при использовании на высоких резервуарах и ректификационных колоннах недостижимые для традиционных систем (рис. 4).

В технологии электронных выносных сенсоров капилляры и импульсные трубки большой длины заменяются электрическим кабелем. Это значит, что оператор будет получать точные данные в широком диапазоне температур окружающей среды, при этом на показания не будут влиять изменения плотности и объема заполняющей жидкости. Помимо этого, цифровая архитектура электронных выносных сенсоров обладает низким временем отклика. Время отклика системы 3051S ERS меньше более чем на 3000% по сравнению со сбалансированной системой с длиной капилляров 30 м и более чем на 500% по сравнению со сбалансированной системой с длиной капилляров 5 м.



Рис. 4. Сенсор ERS высокого давления, установленный внизу резервуара

Пример успешного применения

Рассмотрим применение системы ERS на одном из российских предприятий органического синтеза. Изначально для измерения уровня в кубе вакуумной колонны были установлены датчики разности давлений с двумя выносными мембранами. Для обеспечения безопасности измерений было установлено два одинаковых датчика с одинаковыми выносными мембранами. При изменении температуры окружающей среды, например при переходе день-ночь, оба датчика выдавали различные показания. Это было связано с «эффектом столба жидкости», что усугублялось малым диапазоном измерений (порядка 3,5 кПа) и в итоге приводило к частым аварийным остановам. Помимо этого, под воздействием высоких температур и вакуума системы с выносными мембранами с периодичностью 1..2 мес. выходили из строя, и их приходилось менять. Компания Emerson предложила на данные позиции системы электронных выносных сенсоров Rosemount 3051S ERS™ со специальными заполняющими жидкостями для вакуумных установок. Технологические тренды стали стабильными при любых изменениях температур окружающей среды, прекратились случаи ложных срабатываний систем защиты. Системы ERS™ работают без сбоев уже более 3 лет.

Простой монтаж и обслуживание

Благодаря замене импульсных линий кабелем значительно сокращаются затраты времени на пуск установки. Электрический кабель может быть легко проложен через решетчатые полы и вокруг препятствий, что значительно упрощает монтаж. Монтаж может быть выполнен одним специалистом, что позволяет значительно сократить затраты.

Расширенные данные о ТП

Система 3051S ERS — это многопараметрическое решение, которое предоставляет дополнительные данные о ТП. Помимо вычисления разности давлений, система может передавать показания давления с каждого из сенсоров, а также масштабируемые данные об уровне в резервуаре или его объеме.

Многопараметрические измерения могут быть с успехом применены во многих отраслях, однако наибольшую пользу приносят электронные выносные сенсоры, установленные на ректификационных колоннах. Вспенивание, просачивание и переполнение являются основными проблемами и причинами опасных ситуаций,

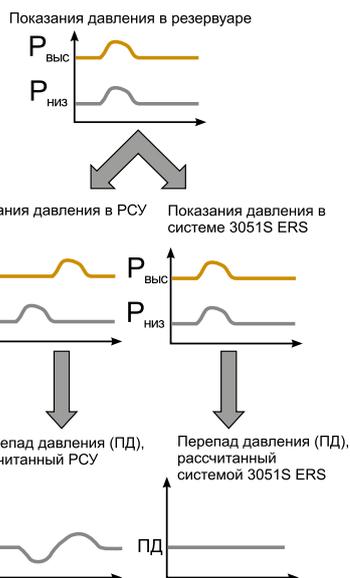


Рис. 5. Система из двух независимых преобразователей неизбежно характеризуется ошибочностью расчетов, так как сигналы $P_{\text{выс}}$ и $P_{\text{низ}}$ рассинхронизированы

низкого качества продукта и малой производительности. Подобные проблемы ректификационных колонн возникают тогда, когда инженер-технолог не получает необходимой информации об условиях ТП. За счет установки двух преобразователей операторы получают данные о высоком и низком давлении ($P_{\text{выс}}$ и $P_{\text{низ}}$), а также разности давлений. Получение данных о $P_{\text{выс}}$, $P_{\text{низ}}$ и температуре позволяет инженеру-технологу определить точное положение дистиллята на кривой упругости пара. Когда оператор знает, где на кривой упругости находится дистиллят, он может изменить параметры колонны, чтобы повысить производительность и качество (рис. 5).

Области применения технологий

Система 3051S ERS может быть с успехом применена на высоких резервуарах и колоннах, тем не менее, есть применения, в которых предпочтительнее использование систем Tuned-System (рис. 6).

Система Tuned-System лучше подойдет для емкостей небольшого объема под высоким давлением, а технология выносных электронных сенсоров может быть с успехом использована на высоких резервуарах и ректификационных колоннах, а также в других подобных применениях.

Сбалансированную систему по-прежнему стоит выбирать при установке выносных мембран в горизонтальных применениях, например, при измерении расхода методом перепада давления.

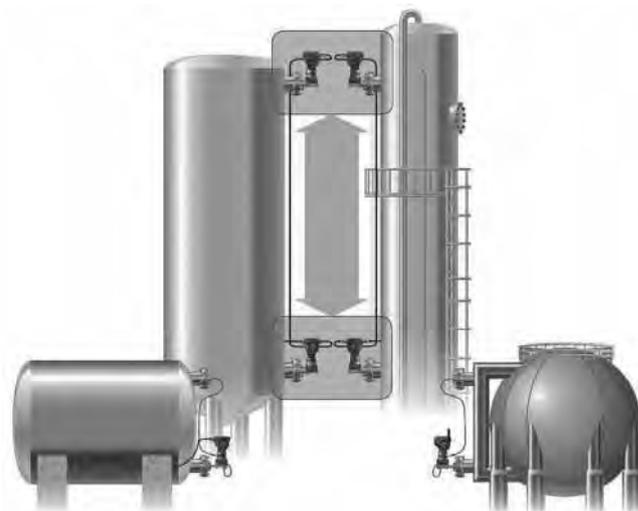


Рис. 6. Система 3051S ERS применена на высоких колоннах, Tuned-System - на емкостях небольшого объема

Пестриков Дмитрий Владимирович – менеджер по давлению компании Emerson Process Management.

Контактный телефон (351) 799-51-52.

[Http:// www.emersonprocess.ru](http://www.emersonprocess.ru)