

Волноводно-радарные уровнемеры MicroTREK HT-700: измерение межфазного уровня



В статье рассказано об особенностях волноводно-радарных уровнемеров с направляемой волной (GWR). Представлены новые GWR-уровнемеры MicroTREK HT-700, указаны их технические характеристики, конструктивные и функциональные возможности, используемые типы зондов, особенности монтажа.

ООО «Анкор», Троицк, г. Москва

Измерение межфазного уровня

Контроль уровня раздела фаз — одна из ключевых задач в нефтепереработке, химической и нефтехимической промышленности. В сепараторах, отстойниках и резервуарах присутствуют одновременно нефть, подтоварная вода, газ и переходная зона — эмульсионный слой. Этот эмульсионный слой не имеет четкой границы, его толщина и положение меняются в зависимости от температуры, состава сырья и гидродинамических процессов, что усложняет определение межфазного уровня (интерфейса) и приводит к разбросу показаний приборов. Однако межфазный уровень измерять необходимо для регулирования технологического процесса: это позволяет исключить сливание нефти вместе с водой, попадание подтоварной воды и растворенных в ней солей в другое нефтеперерабатывающее оборудование (теплообменники, реакционные узлы и др.), которое засоряется и разрушается из-за коррозии.

Интерфейс пытаются измерять разными методами, но большинство из них имеют серьезные ограничения. Буйковые уровнемеры зависят от плотности среды, которая может меняться от разных факторов (например, температуры), что приводит к по-

грешности. Кроме того, при наличии эмульсии боек может увязнуть в переходном слое и фиксировать промежуточное значение. Метод перепада давления в случае двух сред измеряет разность давлений, зависящую от плотностей обеих жидкостей, но при наличии эмульсии измерение становится усредненным. Ручной отбор проб не обеспечивает непрерывности измерений, вреден для персонала из-за паров продукта, зависит от субъективной оценки.

В конце концов разработчики уровнемеров сделали ставку на радиолокацию — радар. Радарные уровнемеры — высокоточные электронные приборы, способные встраиваться в автоматизированные системы (и то, и другое сегодня необходимо). Правда, радарные уровнемеры измеряют только верхний уровень и чувствительны к пенообразованию измеряемой среды, поскольку сигнал отражается от пузырьков пены. Более позднюю разработку — волноводно-радарные уровнемеры — оснастили зондом, который позволил обойти последнее из указанных ограничений. Вдоль зонда, частично погруженного в рабочую среду, распространяются короткие электромагнитные импульсы, отражающиеся от поверхности продукта. Такой метод

получил название рефлектометрии во временной области (TDR). TDR-уровнемеры нечувствительны к пузырькам пены, парам, изменению плотности и прочим ограничительным факторам, поэтому измеряют уровень любых жидкостей и сыпучих продуктов. В частности, к приборам данного типа относятся волноводно-радарные уровнемеры линейки MicroTREK, разработанные компанией NIVELCO. Однако TDR-уровнемерами измеряют только верхний уровень, а в целом ряде техпроцессов, как уже говорилось, надо измерять именно интерфейс, то есть межфазный уровень.

Для этой задачи были разработаны радарные уровнемеры с направляемой волной (GWR), и именно их сегодня практически безальтернативно используют в нефтяной промышленности.

Волноводно-радарные уровнемеры GWR

Метод GWR основан на распространении коротких электромагнитных импульсов вдоль зонда, частично погруженного в среду (рис. 1). При достижении верхней границы продукта часть сигнала отражается, а часть проходит дальше. Время возврата отраженного сигнала пропорционально



Рис. 1. Принцип работы волноводно-радарного уровнемера с направляемой волной MicroTREK HT-700

расстоянию до продукта. При наличии межфазного уровня (например, между нефтью и подтоварной водой) прибор фиксирует два отражения: от поверхности продукта и от границы раздела фаз. Это возможно благодаря различию диэлектрической проницаемости сред: для углеводородов она составляет порядка 2–2,5, для воды – около 80. Такая разница формирует отчетливый сигнал от границы «нефть – вода» даже при наличии переходного слоя, при колебаниях плотности, пенообразовании, испарениях и т. д.

Для реализации данного метода компания NIVELCO, разработчик линейки MicroTREK, выпустила новую серию волноводно-радарных уровнемеров MicroTREK HT-700. Эти двухпроводные компактные преобразователи, наряду с непрерывным измерением уровня жидкостей, эмульсий, сыпучих материалов, способны измерять уровень границы раздела фаз либо толщину верхнего слоя жидкости. В зависимости от настройки любое из измеренных значений может быть назначено выходам 4–20 мА и HART.

Уровнемеры MicroTREK HT-700 с направляемой волной комплектуются зондами разного типа (рис. 2). Стержневые зонды применяются для измерения относительно чистых сред в резервуарах небольшой глубины, кабельные – в глубоких емкостях. Для более ответственных применений рекомендуется использование двух-стержневых и коаксиальных зондов, обладающих повышенной чувствительностью.

Кратко перечислим технические характеристики этих датчиков. Диапазон измерений – до 30 м с точностью ± 5 мм. Приборы рассчитаны на работу при температуре процесса от +30 до +200 °С и давлении от 1 до 40 бар. Расширенный диапазон питания (12–

36 В постоянного тока) упрощает интеграцию в существующие системы.

По сравнению с предыдущими моделями у уровнемеров MicroTREK HT-700 была доработана конструкция и алгоритмы обработки сигнала. Корпус уровнемера MicroTREK HT-700 может быть изготовлен из пластика, алюминия или нержавеющей стали, степень защиты IP66/IP67 (IP68 для зонда). Датчик может использоваться во взрывоопасных зонах – доступны сертифицированные варианты исполнения АTEX, IECEx, INMETRO.

Скорость изменения уровня, отслеживаемая датчиком, увеличена до 900 м/ч (25 см/с), а «мертвая» зона сокращена до 250 мм за счет переработки конструкции микроволнового зонда. Усовершенствованные алгоритмы обработки сигналов включают настройку порогов (рис. 3) и подавление ложных отражений, которые могут возникнуть из-за перемешивающих устройств, отложений, пенообразования. Расширены возможности самодиагностики: с помощью ПО контролируются рабочие параметры прибора, а также данные о температуре и состоянии токовой петли. Опционально выполняется настройка по беспроводному интерфейсу Bluetooth LE 5.1, без подключения к локальному дисплею, с помощью мобильного приложения MobileEView.

Еще одна особенность нового датчика – способность работать с газовой «подушкой» внутри резервуара. При частичном заполнении резервуара фиксируются два сигнала – от границы «газ – жидкость» (верхний уровень продукта) и «жидкость – жидкость». При полном заполнении остается один сигнал. Появление газовой фазы может смещать верхний сигнал, тогда как отражение от межфазной границы сохраняется. У некоторых радарных уровнемеров в режиме полностью погруженного зонда возникает проблема: датчик продолжает выдавать значение уровня раздела даже в пустой выносной камере, не обнаруживая появления «газовой подушки». В MicroTREK HT-700 эта проблема исключена за счет системы порогового управления и возможности исключать ложные эхо-сигналы.

Приведем практический пример применения уровнемеров MicroTREK HT-700. На одном объекте по добыче и переработке нефти сырая нефть



Рис. 2. Уровнемеры MicroTREK HT-700 с зондами разного типа

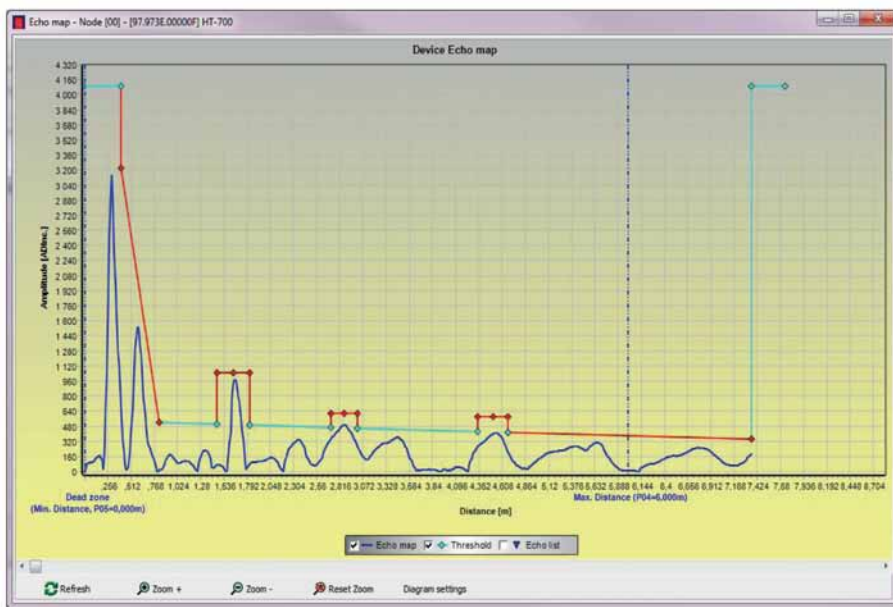
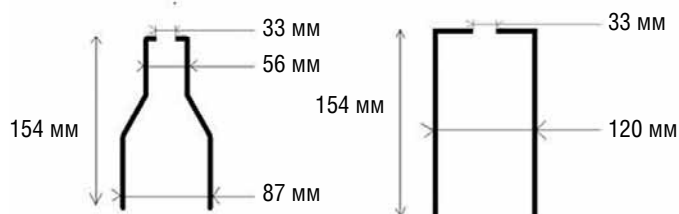


Рис. 3. Карта эхо-сигналов в ПО MicroTREK HT-700: настройка порогов

из скважин последовательно поступает в ряд резервуаров-сепараторов, где выполняется разделение нефти и подтоварной воды. В каждом из резервуаров этот процесс сопровождается контролем межфазного уровня. В конце концов очищенную воду закачивают в пласт, чтобы поддержать давление. Высота резервуаров в таких установках обычно составляет порядка 5 м, при этом процесс сопровождается образованием эмульсионного слоя, затрудняющего стабильное определение межфазного уровня.

В одном из реализованных решений применялся уровнемер MicroTREK HT-700 с зондом малого диа-

метра (около 4 мм), который имеет защитное FEP-покрытие и дополнительно оснащен поплавком, подобранным по плавучести под свойства нефти, добываемой на конкретном объекте. Использование поплавка позволяет повысить контраст границы раздела и обеспечить стабильность измерений: точность для верхнего уровня достигает ± 5 мм, для нижнего – порядка ± 10 мм. Влияние оказывает и конструкция технологического присоединения: для монтажа используется металлический фланец диаметром не менее 120 мм либо патрубков достаточного диаметра с плавным переходом сечений (рис. 4). Та-



Материал: металл



Рис. 4. Монтаж MicroTREK HT-700 на металлический фланец: а – схема и размеры соединения; б – внешний вид

кой монтаж сужает «мертвую» зону (порядка 400 мм) и улучшает условия распространения сигнала. Передача данных осуществляется по протоколу HART с интеграцией в SCADA-систему заказчика. В ближайшем будущем планируется реализовать два выхода 4–20 мА и выход с поддержкой протокола Modbus.

Заключение

Измерение уровня раздела фаз в нефтепродуктах и химических средах – задача, где традиционные технологии (буйковые, гидростатические, радиочастотные) достигли предела своих возможностей. Они не способны корректно работать в условиях меняющейся плотности, обводненности и наличия эмульсионных слоев. Волноводно-радарные уровнемеры с направляемой волной, в частности, новой серии MicroTREK HT-700 от NIVELCO, решают эту проблему принципиально иным способом – через физическое различие диэлектрических свойств фаз, а не через механическое взаимодействие с поверхностью. Возможность одновременного отслеживания верхнего уровня и границы раздела с точностью ± 5 мм, независимость от плотности продукта, пенообразования, вибраций, а также высокая скорость реакции на изменение уровня позволяют применять GWR-уровнемеры на отстойниках, сепараторах, электродегидраторах и товарных резервуарах. При проектировании систем контроля уровня раздела фаз рекомендуется рассматривать волноводно-радарные уровнемеры с направляемой волной как базовую технологию, используя поплавковые или гидростатические датчики для резервирования. Такой подход обеспечивает надежность учета продукта и защиту оборудования при минимальных эксплуатационных издержках.

ООО «Анкорн», Троицк, г. Москва,
тел.: 8 (800) 333-4314,
эл. почта: info155751@ankorn.ru,
сайт: ankorn.ru

Иллюстрации предоставлены
ООО «Анкорн»