

Задача измерения уровня является одной из важнейших в системах мониторинга и управления технологическими процессами в отраслях добычи, переработки, хранения и отпуска нефти. При этом характерной чертой современного этапа развития промышленных измерителей уровня является постоянное повышение требований к их метрологическим и эксплуатационным характеристикам, надежности и безопасности функционирования на объектах. Работы по совершенствованию подобных приборов основаны на их периодической модернизации с обязательным учетом опыта промышленного применения, поиске новых технических решений, способных обеспечить высокую эффективность создаваемой аппаратуры.

## СОВРЕМЕННЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ УРОВНЯ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ

*Атаянц Б.А.*, генеральный директор, к.т.н.  
*Мирошин С.В.*, начальник СКБ  
*Нагорный Д.Я.*, начальник отдела

В последние годы требования к точности уровнемеров в ряде особо ответственных промышленных и индустриальных применений (системах коммерческого учета, системах управления резервуарными парками, контроля резервуаров с ценным технологическим сырьем) были существенно ужесточены и на сегодняшний день практически доведены до величины порядка миллиметра и даже менее. Потенциальная возможность реализации указанных показателей точности, а также ряд важных особенностей, присущих радиолокационному (радарному) методу – возможность контроля подавляющего большинства жидкостей, невосприимчивость к испарениям, пене, высоким давлению и температуре, бесконтактный принцип измерений, сделали его практически доминирующим в задачах прецизионного измерения уровня. Эффективность радиолокационных измерителей несомненна и в случае значительной высоты резервуаров (более 6 метров), когда геометрические размеры, вес и обрастание контактных измерительных датчиков уровня становятся серьезным препятствием на пути их использования. Поэтому сейчас высокоточные радиолокационные уровнемеры, выпускаемые ведущими западными производителями и пока еще немногими российскими фирмами, уже успешно используются на отечественных

предприятиях, надежно функционируя и полностью оправдывая вложения.

Принцип действия радиолокационного уровнемера с непрерывным излучением основан на использовании метода частотной модуляции (качение частоты) излучаемого сигнала и соответствует работе радиолокатора. Отраженный от поверхности контролируемого продукта сигнал, имеющий задержку на время распространения, вновь принимается измерителем и сравнивается с излученным. Результатом этой операции является выделение колебания разностной частоты, которая пропорциональна временной задержке отраженного сигнала, а следовательно – дальности для продукта. Оценка частоты разностного сигнала дает значение дальности, а значение уровня рассчитывается по введенной в прибор высоте рабочего резервуара относительно монтажного фланца прибора.

В основу задающей части радиолокационных приборов с точностью измерения порядка 1 мм положен метод цифрового вычислительного частотно-синтеза, позволяющего из колебания опорного (эталонного) кварцевого генератора формировать излучаемый сигнал в СВЧ диапазоне с линейностью качания частоты не хуже чем 110-6. Высоколинейное качание обеспечивает получение монохроматического разностного колебания, выборка кото-

рого осуществляется на половине периода модуляции. Для прецизионного измерения частоты этого сигнала потребовалось применение спектрального метода (частота определяется по максимуму спектральной составляющей), реализованного в высокопроизводительном цифровом сигнальном процессоре. Потенциальные возможности этого метода настолько высоки, что в процессе измерений позволяют устойчиво регистрировать, изменения разностной частоты в десятые доли герца (например, изменение уровня продукта на 1 мм на дальности 10 м вызывает изменение разностной частоты всего на 0,4 Гц).

Результатом применения указанного технического решения стала разработка и запуск в серийное производство двух приборов БАРС351И и БАРС352И различающихся одно- и двухантенной конструкцией (рис.1). Оба уровнемера имеют практически одинаковые электронные блоки, смонтированные в корпусе с видом взрывозащиты «взрывонепроницаемая оболочка». При этом одноантенный прибор предпочтителен для резервуаров с небольшим диаметром патрубка (150 мм), а двухантенный лучше работает на слабоотражающих (для радиоволн) продуктах и продуктах, способных вызывать отложение на поверхности антенн. Таким образом, оба прибора удачно дополняют друг друга в отношении эксплуатационных качеств. Для защиты от



Рис.1 Уровнемеры БАРС 351И и БАРС 352И.

возможного неблагоприятного воздействия атмосферы резервуара антенны уровнемеров изготавливаются из стойких к агрессивным воздействиям материалов - нержавеющей стали и фторопласта.

Немаловажным фактором для новых приборов является простота и доступность их монтажа и настройки на объектах для собственного персонала служб КИПиА предприятий. Сам монтаж приборов на резервуаре связан с обычными рекомендациями и выполняется при соблюдении требований по установке и подключению взрывобезопасного электрооборудования (рис.2). Каждый уров-



Рис.2 Монтаж двухантенного уровнемера на резервуаре РВС-1000.

немер снабжается программным обеспечением для осуществления пуско-наладочных работ, настройки прибора под параметры конкретного резервуара и выполнения одноточечных рабочих измерений.

Технические возможности уровнемеров позволяют подключать их к ряду

внешних устройств, предназначенных для решения широкого круга производственных задач. Для расширения функциональных и пользовательских качеств приборов разработано специализированное вторичное оборудование - вторичный преобразователь УВП-01 и блок контроля и управления БУК-01 (для одноточечных и многоточечных измерений соответственно). Вторичное оборудование обеспечивает индикацию результатов измерений, позволяет создавать архивы данных и осуществлять учет объемов контролируемых продуктов по тарифовочным таблицам резервуаров. Имеется и программное обеспечение для создания АСУ управления резервуарными парками систем на основе группы радиолокационных уровнемеров как первичных датчиков уровня.

Для подключения уровнемеров к персональному компьютеру, интегрирования в системы АСУТП или подключения к вторичным преобразователям служит цифровой выход (RS-485). Для подключения к традиционным аналоговым регистраторам (еще часто встречающимся на объектах) предусмотрен дополнительный выход сигнала 420 мА. Однако, необходимо учитывать, что точность измерений уровня при использовании аналогового выхода относительно невысока и составляет 0,17%.

С точки зрения измерительной задачи основным условием правильного монтажа уровнемеров является отсутствие посторонних предметов (элементы внутренней конструкции резервуара, мешалки, трубопроводы, лестницы, потоки продукта) в пределах диаграммы направленности антенн (рис.3). Подоб-



Рис.3 Монтаж уровнемера на резервуаре с обеспечением свободного распространения радиоволн в пределах диаграммы направленности антенны.

ные предметы оказывают мешающее действие на процесс измерений (появляются паразитные отраженные сигналы) и приводят к снижению точности.

За истекший год уровнемеры успешно эксплуатировались на различных объектах в разных регионах России. Среди них - объекты компаний «Татнефть», «Башнефть», «Лукойл», «Самаранефтегаз», «Дагнефтегаз» и других. Приборы показали применимость к различным продуктам: нефть, мазут, дизтопливо, бензин, битум, а также продуктам нефтехимии: лакокрасочным изделиям, спиртам и растворителям. Монтаж измерителей производился на резервуарах различных конструкций: на РГС с диаметром 3,5 м и на РВС с высотой до 12 м (принципиально возможно применение приборов и на более высоких резервуарах).

Использование в измерителях уровня современных принципов схемотехники и обработки сигналов позволило не только реализовать в них высокие метрологические показатели, но и на основе положительных результатов испытаний осуществить метрологическую сертификацию приборов с внесением их в Государственный реестр средств измерений.

Благодаря своим универсальным возможностям бесконтактные радиолокационные уровнемеры обеспечивают высокоточное измерение уровня в самых разнообразных условиях применения. Перспективы использования радиолокационного метода в современных задачах измерения уровня находят реальное подтверждение в постепенной замене подобными приборами традиционных контактных измерителей.