

Задача измерения уровня является одной из важнейших в системах управления резервуарными парками мазутохранилищ и химических цехов современных электростанций. Метрологические параметры, функциональные возможности и эксплуатационные характеристики измерителей уровня стали в значительной мере определять качество систем автоматизации технологических процессов. 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.

## ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПРИБОРЫ ДЛЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА

### ВЫСОКОТОЧНЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ИЗМЕРИТЕЛИ УРОВНЯ.

В последние годы требования к точности уровнемеров в ряде особо ответственных 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 одного миллиметра. 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 предприятиях энергетического комплекса России, 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. Отражен-

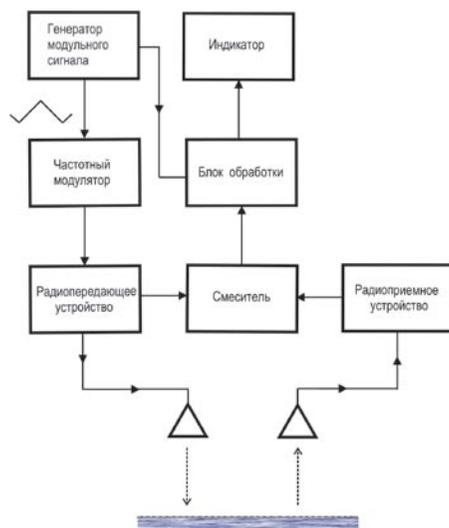


Рис. 1

ный 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 ( $H_{max}$ ).

Обобщенная структурная схема такого измерителя представлена на рис.1. Формирование излучаемого колебания обеспечивается радиопередающим устройством, соединенным с передающей антенной. Частота этого колебания периодически изменяется частотным модулятором по симметричному линейному закону в соответствии с формой управляющего сигнала. Прием и первичное усиление отраженной волны осуществляется приемной антенной и радиоприемным устройством. Выделение колебания разностной частоты производится в смесителе. Блок обработки выполняет все необходимые операции по вычислению величины текущего уровня. Полученное значение отображается на индикаторе.

В основу задающей части радиолокационных приборов с точностью измерения порядка 1 мм положен метод цифрового вычислительного частотного синтеза, позволяющего из колебания опорного (эталонного) кварцевого генератора формировать излучаемый сигнал в СВЧ диапазоне с линейностью качания частоты не хуже чем  $1 \cdot 10^{-6}$ . Высоколинейное качание обеспечивает получение монохроматического разностного колебания, выборка которого 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 ►



Рис. 2



Рис. 3



Рис. 4

№ п.п.	Наименование параметра	Значение параметра
1.	Основная абсолютная погрешность измерения уровня	$\pm 1$ мм
2.	Максимальное значение измеряемого уровня	До 30 м
3.	Давление в рабочей зоне	До 1,6 МПа
4.	Температура в рабочей зоне	До 100 °С
5.	Информационные выходы: - цифровой - аналоговый	RS-485 4...20 мА
6.	Напряжение питания (постоянного тока)	24 В
7.	Потребляемая мощность	Не более 9 Вт
8.	Вид взрывозащиты	«Взрывонепроницаемая оболочка»
9.	Степень защиты оболочки	IP65
10.	Масса	12 кг

Табл.1 Основные технические и эксплуатационные характеристики измерителей.

БАРС351И и БАРС352И различаются одно- и двухантенной конструкцией (рис.2 и рис.3). 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 возможного неблагоприятного воздействия атмосферы резервуара антенны уровнемеров изготавливаются из стойких к агрессивным воздействиям материалов - нержавеющей стали и фторопласта. Для резервуаров с особо узкими патрубками (50 мм) предусмотрено исполнение прибора БАРС351И со стержневой антенной (рис.4).

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.5). Каждый уровнемер 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 рас-



Рис. 5

ширения 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 собственное программное обеспечение для создания АСУ управления резервуарными парками на основе группы радиолокационных уровнемеров как первичных датчиков уровня. Современные резервуарные парки представляют собой сложные комплексы оборудования и сооружений, обеспечивающие хранение и перемещение различных видов жидких продуктов. Бесконтактный принцип измерений и универсальность радиолокационных измерителей по отношению к контролируемым продуктам как нельзя лучше подходит для решения задач организации автоматизированного учета и управления на крупных резервуарных хозяйствах с десятками резервуаров. Программное обеспечение АСУ (применительно к уровнемерам БАРС) позволяет оператору иметь полный обзор состояния резервуарного парка в реальном масштабе времени с детальной визуализацией движения продукта по отдельным емкостям. Измерительная информация по резервуарам представляется в наиболее удобной для оператора форме и содержит наглядную графику. Возможен просмотр архивов по каждому резервуару, а также формирование отчетов как за смену, так и по временным параметрам, задаваемым оператором.

Для подключения уровнемеров к персональному компьютеру, интеграции в системы АСУТП или подключению ко вторичным преобразователям служит цифровой выход (RS-485). Для подключения к традиционным аналоговым регистраторам (еще часто встречающимся на объектах) предусмотрен дополнительный выход сигнала 4...20 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, лестни-

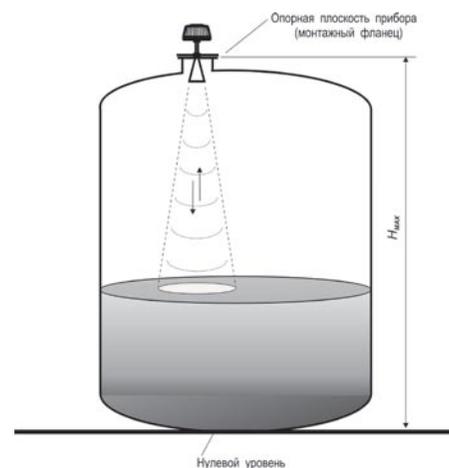


Рис.6

цы, потоки продукта) в пределах диаграммы направленности антенн (рис.6). Подобные предметы оказывают мешающее действие на процесс измерений (появляются паразитные отраженные сигналы) и приводят к снижению точности.

Приборы показали применимость к различным жидким продуктам, используемым на электростанциях: мазут, кислоты, щелочи и их растворы, технологическая вода. Монтаж измерителей производился на резервуарах различных конструкций, но в основном 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.

Вместе с тем, на электростанциях с угольным питанием часто встречается и задача измерения уровня сыпучих продуктов в бункерах - угля и угольной пыли. Для этой цели разработана и применяется более простая модель двухантенного уровнемера БАРС322МИ с точностью 5 см, что наилучшим образом отвечает задаче измерений сыпучих веществ, поверхность которых имеет «конусы» загрузки и выгрузки.

В настоящее время уровнемеры серии БАРС успешно эксплуатируются на различных объектах электроэнергетики в разных регионах России. Среди них Невинномысская ГРЭС, Каширская ГРЭС, Ульяновская ТЭЦ-2, Черепецкая ГРЭС, Саратовская ТЭЦ-5, Северодвинские ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, Воркутинская ТЭЦ-2, Омская ТЭЦ-5, Иркутская ТЭЦ-12 и другие.

Благодаря своим универсальным возможностям бесконтактные радиолокационные уровнемеры надежно функционируют 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. 

**Д.Я. НАГОРНЫЙ**, начальник отдела,  
**В.С. ГУСЕВ**, начальник отдела,  
**Е.В. МУХИН**, зам. начальника отдела.  
**ООО Предприятие «КОНТАКТ-1»**