



СЛЕДЯЩИЕ УРОВНЕМЕРЫ И РАСХОДОМЕР БЕЗНАПОРНЫХ ПОТОКОВ

В.В. Трофимов (ЗАО "Техно-Т")

Рассматриваются новые приборы, разработанные ЗАО "Техно-Т", которые могут применяться в различных отраслях промышленности. Приводится описание и технические данные датчиков угла, следящих уровнемеров, расходомеров-счетчиков безнапорных потоков.

Возможность создания любой АСУТП определяется, в первую очередь, уровнем "нижней" программно-аппаратной базы, т. е. наличием средств измерения и контроля, позволяющим получать первичную информацию от контролируемых объектов.

ЗАО "Техно-Т" специализируется на разработке и производстве именно таких систем и приборов. Предприятие образовано в 2001 г. За время существования фирмы созданы и сертифицированы такие приборы, как многозонный измеритель температуры ИТМТТ, измеритель температуры ДТОТТ, сигнализатор уровня подтоварной воды СПТТ, блок удаленного управления исполнительными устройствами БУУ, система контроля и учета жидких продуктов для резервуарных парков, система контроля, учета и регулирования температуры мазута и др. Во всех разработках применяется самая современная элементная база и максимально используются программируемые устройства.

Рассмотрим новые разработки предприятия, в которых используется первичное измерительное устройство — датчик угла.

Датчик угла

Надежное и точное средство измерения угла в ряде случаев является достаточным элементом для создания ряда измерительных систем. Специалистами ЗАО "Техно-Т" разработан датчик угла, который измеряет уг-

ловое отклонение от абсолютной вертикали к линии горизонта. В основе датчика используется акселерометр (микросхема серии ADXL фирмы Analog Devices), который чувствителен к изменению величины ускорения свободного падения при изменении его углового положения относительно линии горизонта. Погрешность измерения угла составляет $\pm 0,1^\circ$, питание датчика — ≈ 5 В, потребление тока — 25 мА.

На базе датчика угла разработан ряд измерительных приборов. Общий вид печатной платы датчика угла показан на рис. 1.

Следящие уровнемеры

ЗАО "Техно-Т" разработало серию контактных следящих уровнемеров УСТТ и УСТТ(П). В ос-

нову работы уровнемера УСТТ положен простой принцип измерения, при котором рычаг с поплавком свободно подвешен на шарнире, поплавок опущен и плавает в жидкости, датчик угла жестко закреплен на рычаге. При изменении уровня жидкости изменяется угловое положение рычага с поплавком относительно линии горизонта, датчик угла измеряет угол отклонения рычага от абсолютной вертикали к линии горизонта. Зная линейные размеры рычага с поплавком, а также высоту подвеса рычага от дна резервуара и измеренное значение угла, легко вычисляется уровень жидкости в резервуаре.

Конструктивно уровнемер УСТТ (рис. 2) состоит из монтажного кронштейна (6), на котором горизонтально и соосно закреплены две опоры подшипника вращения (3). В опорах свободно вращается ось (2), на которой жестко закреплены рычаг с поплавком (1) и датчик угла (4). Измерительная ось датчика угла перпендикулярна оси вращения рычага с поплавком.

Поплавок свободно опущен в контролируемую жидкость. Для удобства вычисления значения уровня жидкости, поплавок выбран сферической формы.

Длина рычага с поплавком, как правило, выбирается равной перепаду высот изменения уровня в резервуаре (рис. 2, а) или равной половине высоты измерения уровня в резервуаре (рис. 2, б, в).

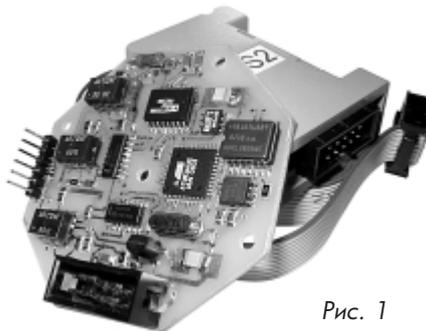


Рис. 1

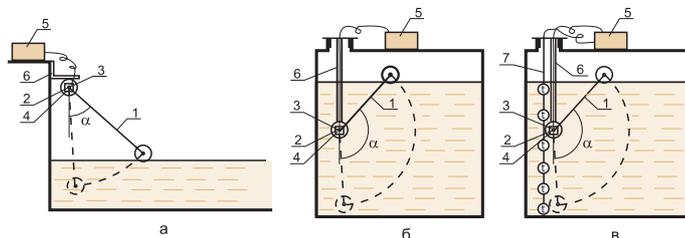


Рис. 2,

где: 1 — рычаг с поплавком, 2 — ось подшипника, 3 — опора подшипника, 4 — датчик угла, 5 — вторичная аппаратура обработки, 6 — монтажный кронштейн (монтажная штанга), 7 — многозонный измеритель температуры ИТМТТ

Линейная погрешность измерения вертикального перемещения поплавка с изменением уровня жидкости находится в пределах $\pm 0,2\%$ от длины рычага, что лимитируется погрешностью датчика угла поворота рычага $\pm 0,1^\circ$.

Уровнемер предназначен для измерения уровня жидкости в открытых и закрытых резервуарах.

В отличие от известных контактных следящих уровнемеров, в УСТТ сведены к минимуму механические подвижные элементы. Единственным таким элементом является подшипник вращения, в опорах которого подвешен рычаг с поплавком. Измерение производится электронным датчиком угла, о котором сказано выше. Подобное техническое решение определило простоту конструкции и низкую стоимость прибора.

В качестве вторичного прибора может использоваться ПЭВМ или промышленный контроллер. Информационный канал – интерфейс RS-485, протокол MODBUS RTU.

Вычисление уровня жидкости h в резервуаре производится по формуле:

$$h = H - (L \times \cos \alpha + r - \delta_0),$$

где H – расстояние от центра оси подвеса рычага с поплавком до дна резервуара, L – расстояние от центра оси подвеса рычага с поплавком до центра поплавка, α – угол отклонения рычага с поплавком от абсолютной вертикали к линии горизонта, r – радиус поплавка, δ_0 – глубина погружения поплавка в контролируемой жидкости.

Уровнемер может работать совместно с многозонным измерителем температуры ИТМТТ. При этом, величина δ_0 корректируется в соответствии с изменением величины удельной плотности жидкости при изменении температуры жидкости в резервуаре.

Для различных вариантов эксплуатации уровнемера разработано соответствующее ПО.

При замене поплавка на ролик, уровнемер позволяет измерять вертикальное перемещение горизонтальных плоскостей. Это важно при

контроле уровня жидкости в резервуарах с понтоном или плавающей крышей, а также во множестве других вариантов использования.

Уровнемер УСТТ(П) разработан с целью расширения динамического диапазона и соответственно увеличения его чувствительности. Для этого в конструкцию уровнемера дополнительно введен второй датчик угла, на который от первого датчика передается вращательное движение через повышающий редуктор с коэффициентом редукции K . При этом динамический диапазон и чувствительность увеличиваются в K раз и уменьшается абсолютная погрешность измерения.

Например, при величине $K = 20$, погрешность составит $\pm 0,01\%$ от длины рычага. При всех реально возможных вариантах реализации уровнемера погрешность определения уровня h будет менее ± 1 мм, что выводит этот прибор в ряд наиболее точных уровнемеров при невысокой стоимости.

На следящий уровнемер получен патент [П.М. РФ. № 34245, 2003].

Расходомер – счетчик безнапорных потоков РСБП

В развитие серии уровнемеров разработан также прибор, который позволяет измерять расход безнапорных потоков жидкости (в водоводах, стоках, каналах и т.п.). Эти приборы, как известно, актуальны во всех отраслях промышленности, системах водного хозяйства и других аналогичных

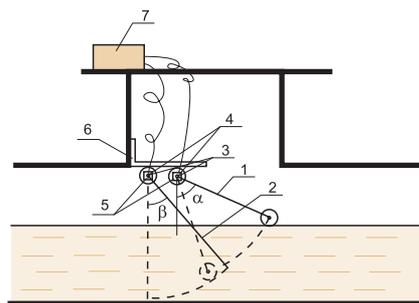


Рис. 3, где: 1 – рычаг с поплавком, 2 – лопасть измерителя скорости потока, 3 – ось подшипника, 4 – опора подшипника, 5 – датчик угла, 6 – монтажный кронштейн, 7 – вторичная аппаратура обработки

производствах. Расходомер РСБП (рис. 3) состоит из уровнемера УСТТ и измерителя скорости потока. Измеритель скорости конструктивно идентичен уровнемеру, только вместо рычага с поплавком (1) на оси подшипника вращения закреплена измерительная лопасть (2). Под воздействием потока лопасть отклоняется на угол, величина которого измеряется датчиком угла (5), закрепленном на оси подвеса (3) измерительной лопасти. Сочетание информации о значении уровня жидкости и средней скорости потока обеспечивает реализацию метода измерения расхода жидкости по правилу: "Площадь сечения потока умножить на среднюю скорость потока". Площадь потока в зависимости от уровня потока, вычисляется исходя из геометрических размеров канала в зоне измерения.

Отличительными особенностями данного прибора являются:

- непосредственное измерение составляющих уровня и скорости потока;
- вычисление площади сечения потока по геометрическим размерам канала в зоне измерения (пересчет уровня потока в поперечную площадь потока);
- не требуется определения уклона канала и профиля скорости;
- возможность измерения прямого и обратного потоков;
- возможность измерения при переполнении канала;
- прибор может использоваться в стационарном и переносном вариантах;
- ПО, прилагаемое к прибору, формирует архив измерений, журнал событий, статистическую обработку результатов измерений, выдает аварийные сигналы при нарушении условий эксплуатации (перелив, затор, отсутствие потока и пр.).

Измерение уровня в потоке несколько отличается от измерения уровня в резервуарах. В потоке необходимо учитывать динамическую составляющую, которая возникает в скоростном потоке. При этом формула вычисления уровня потока приобретает следующий вид:

$$h = H - [L \times \cos \alpha + r - \delta_0 \times 2/3 (1 - h/H)],$$

где $2/3 (1 - h/H)$ – динамическая поправка к глубине погружения поплавка.

Вычисление средней скорости потока V' производится по формуле:

$$V' = \sqrt{\frac{Mgl \sin \beta}{D\rho(l \cos \beta - \delta H) \times \left[\delta H + \frac{1}{2}(l \cos \beta - \delta H) \right]}},$$

где M – масса лопасти, D – эффективная ширина лопасти, перпендикулярная направлению потока, l – длина лопасти от центра оси подвеса, g – ускорение свободного падения, β – угол отклонения лопасти от

абсолютной вертикали к линии горизонта, ρ – плотность жидкости, $\delta H = H - h$, где H – расстояние от центра оси подвеса лопасти до дна канала (по центру потока), h – уровень жидкости в канале.

Поперечная площадь потока A вычисляется как функция уровня

потока, исходя из геометрических размеров поперечного сечения канала в зоне измерения, или принимается в соответствии с нормированной таблицей "уровень – площадь потока".

Мощность потока Q определяется по формуле: $Q = V' \times A$.

Суммарный объемный расход V за контролируемый период времени Δt_i вычисляется по формуле:

$$V = Q_i \times \Delta t_i,$$

а за конечное время t будет равным:

$$V = \sum Q_i \times \Delta t_i.$$

Основные характеристики расходомера РСБП:

- погрешность измерения уровня потока от максимального уровня, % $\leq 0,2$
- погрешность измерения скорости потока, % $\leq 1,5$
- погрешность определения расхода потока, % ≤ 2

Применение в качестве вторичного измерительного устройства ПЭВМ или типового контроллера позволяет, как известно, создать разветвленную измерительную систему, обеспечить возможность ее наращивания и интеграцию на любой верхний уровень. Условный пример такой системы приведен на рис. 4.

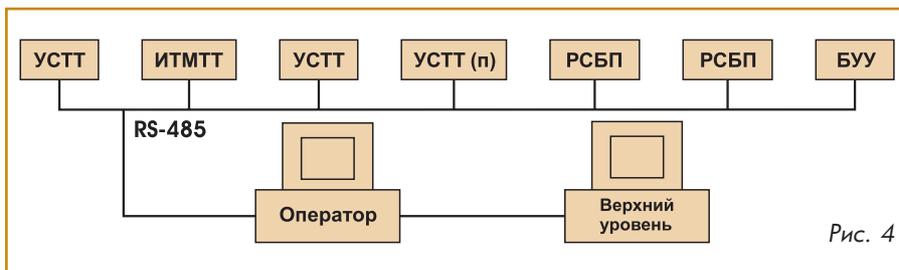


Рис. 4

Использование микропроцессорной техники во всех измерительных и информационных каналах обеспечивает мощную базу, позволяющую адаптировать работу прибора к внешним воздействиям.

На данный расходомер подана заявка на изобретение.

Рассмотренные выше приборы готовятся к сертификации

в органах Госстандарта РФ. Приборы обладают высокой степенью унификации по конструктивному исполнению, а также на уровне блоков, что позволяет осуществлять их производство в общем технологическом цикле на одной производственной базе.

Трофимов Валерий Владимирович – ген. директор ЗАО "Техно-Т".

Контактный телефон (0872) 26-17-09. E-mail: trofimov@techno-t.ru Http://www.techno-t.ru

Система менеджмента качества РТСофт соответствует ИСО 9001:2000

Компания РТСофт получила сертификат IQNet международной сети сертификации системы менеджмента качества, признаваемой в 40 странах мира. Сертификат выдан европейскими органами по сертификации OQS/EVROCERT - членами IQNet - одновременно с их собственными сертификатами. Все сертификаты подтверждают соответствие системы менеджмента качества РТСофт требованиям международного стандарта ИСО 9001 версии 2000 г. и распространяются на разработку, производство и техническое обслуживание программно-технических комплексов и автоматизированных систем управления. Полученный сертификат дает гарантию заказчику ЗАО "РТСофт" в том, что:

- при создании продукции компания соблюдает все технологические этапы и сроки от анализа контракта до отслеживания качества послепродажного обслуживания;
- для изготовления продукции и оказания услуг в компании имеются все необходимые ресурсы (персонал, технологии, комплектующие, оборудование);
- продукция на каждом технологическом этапе сопровождается всей необходимой документацией;
- персонал компании обладает достаточным уровнем квалификации, осуществляются соответствующие программы обучения;
- компания имеет внутреннюю систему контроля эффективности системы и соответствия всех ее элементов требованиям стандарта.

Благодаря внедрению системы менеджмента качества:

- наиболее полно выявляются потребности клиентов на этапе обследования, предпроектной подготовки, технико-коммерческого предложения;
- учитываются все требования заказчика с расчетом на перспективу;
- повышается надежность выпускаемых аппаратных средств, что дает возможность в ответственных проектах увеличить гарантийный срок до 3 лет;
- существенно сокращается время исполнения заказа.

РТСофт занесен в Европейский реестр компаний, сертифицированных на соответствие систем менеджмента качества требованиям ИСО 9001:2000.

Контактный телефон (095) 742-68-28