

Промышленный концентромер плавиковой кислоты

Юрий Кирюхин, Борис Самоходкин, Константин Щекин, Михаил Зайцев, Виктор Соболев

В статье описан опыт автоматизации измерения плотности агрессивных жидких сред.

ВВЕДЕНИЕ

Автоматизация методов аналитической химии и контрольно-измерительных приборов является основным направлением в создании современной промышленной аппаратуры для анализа «на потоке» и управления технологическими процессами. При этом целью автоматизации химико-аналитических процессов является повышение производительности аналитических операций, автоматизация работы измерительных преобразователей, обработка и представление в стандартной форме результатов анализа, стабилизация работы автоматизированного аналитического комплекса [1]. Многообразие аналитических задач и методов проявляется чаще всего на уровне так называемых измерительных первичных преобразователей [2], предназначенных для трансформирования измеряемой величины в определенные электрические сигналы. Устройства более высоких уровней системы: вторичные преобразователи, индикаторы, регистраторы измеряемой величины, источники питания и др. — могут быть унифицированы, созданы на единой базе электронной и вычислительной техники.

В статье изложен пример такого подхода при создании универсального плотномера жидких сред, основанного на пьезометрическом методе, который после соответствующей калибровки был использован как концентромер плавиковой кислоты. Электронно-измерительный блок прибора создан на базе IBM PC совместимого микроконтроллера 6040 фирмы Octagon Systems. Для организации приема-передачи сигналов измерительного преобразователя использованы модули ADAM фирмы Advantech.

ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАБОТЫ ИЗДЕЛИЯ

Концентромер плавиковой кислоты (КПК) предназначен для измерения плотности (концентрации) растворов плавиковой кислоты (HF) в условиях промышленного производства. Концентромер способен измерять плотность (концентрацию) любых жидких сред при условии его предварительной калибровки в определенном диапазоне. Внешний вид прибора показан на рис. 1.

КПК обеспечивает:

- непрерывное измерение плотности (концентрации) плавико-



вой кислоты с учетом в случае необходимости ее температуры;

- индикацию результатов измерения, уставок, режимов работы, даты и времени;
- ввод необходимых уставок;
- выдачу сигналов в технологический канал заказчика.

Основные технические характеристики КПК отражены в таблице 1.

В состав КПК входят собственно датчик, а также блок сбора и обработки информации (БСОИ). В основу работы КПК заложен пьезометрический метод, заключающийся в измерении давлений сжатого воздуха в двух трубках, погруженных в раствор плавиковой кислоты на разную глубину (рис. 2). Трубки датчика продуваются сжатым воздухом со стабильным расходом, обеспечиваемым блоком подготовки воздуха. При постоянном расходе воздуха через каждую трубку и его выходе в раствор отдельными пузырьками возникающий перепад гидростатических давлений на трубках является функцией плотности раствора и разности глубин погружения трубок:

$$\Delta P = \gamma g \Delta h,$$

где ΔP — перепад давлений на измерительных трубках [Па];

Δh — разность глубин погружения измерительных трубок (база датчика) [м];

g — ускорение свободного падения (9,81 м/с²);

γ — плотность раствора плавиковой кислоты [кг/м³].



Рис. 1. Концентромер плавиковой кислоты

Таблица 1. Технические характеристики КПК

| | |
|---|----------------|
| Диапазон измерения концентрации HF | 0-30% |
| Приведенная погрешность измерения | не более 2% |
| Диапазон рабочих температур HF | 10-50°C |
| Время измерения | не более 3 мин |
| Расстояние между блоком датчика концентромера и блоком сбора и обработки информации | до 1200 метров |

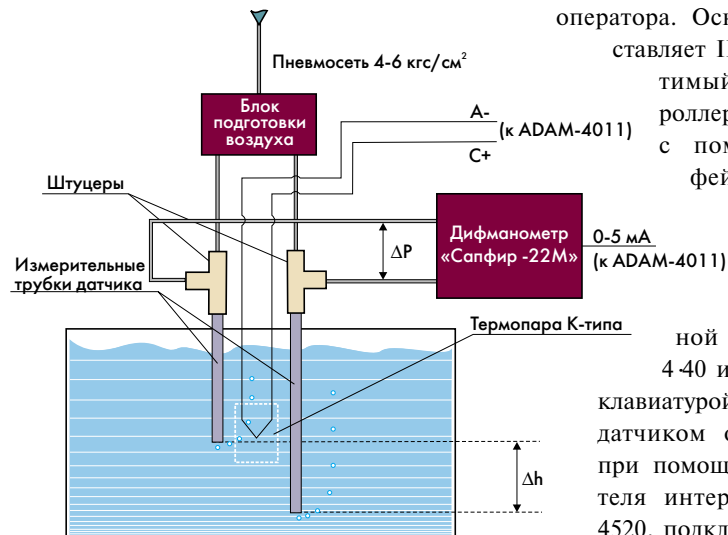


Рис. 2. Принцип работы датчика концентромера

База датчика является постоянной величиной, определяемой конструкцией коллектора — узла датчика, включающего 2 измерительные трубки со штуцерами и встроенную термопару. Следовательно, перепад давлений сжатого воздуха на измерительных трубках является функцией плотности. Этот перепад давлений измеряется преобразователем разности давлений (дифманометром) и преобразуется им в стандартный электрический сигнал в диапазоне 0-5 мА.

В коллектор датчика встроена термопара ХА (типа К), которая предназначена для измерения температуры контролируемого раствора с целью автоматической компенсации зависимости плотности от температуры.

Сигналы дифманометра и термопары поступают на вход модулей аналогового ввода ADAM-4011, где они преобразуются в цифровую форму и по интерфейсу RS-485 передаются на вход БСОИ.

Конструктивно датчик, за исключением коллектора, за-

ключен в герметичный корпус из нержавеющей стали, основу которого составляет монтажный корпус Conceptline фирмы Schroff/Hoffman. Все вводы в корпус датчика выполнены герметичными.

БСОИ (рис. 3) предназначен для обработки сигналов датчиков по заданному алгоритму, а также обеспечивает связь в аналоговой и (или) цифровой форме с АСУ ТП. Кроме того, блок выполняет функции интерфейса оператора.

Основу блока составляет IBM PC совместимый микроконтроллер 6040, который с помощью интерфейсного модуля KAD связан с жидкокристаллической индикаторной панелью LCD 4-40 и с герметичной клавиатурой КР-3. Связь с датчиком осуществляется при помощи преобразователя интерфейса ADAM-4520, подключенного к одному из последовательных портов контроллера. Через клеммную плату АТВ-20 организован ввод-вывод аналоговых сигналов с использованием встроенных АЦП и ЦАП контроллера.

Для подключения в сеть АСУ ТП предприятия использован преобразователь интерфейса NIM, который устанавливается непосредственно на плате микроконтроллера и соединен с разъемом COM2.

Через клеммную плату АТВ-20 организован ввод-вывод аналоговых сигналов с использованием встроенных АЦП и ЦАП контроллера.

Для подключения в сеть АСУ ТП предприятия использован преобразователь интерфейса NIM, который устанавливается непосредственно на плате микроконтроллера и соединен с разъемом COM2.

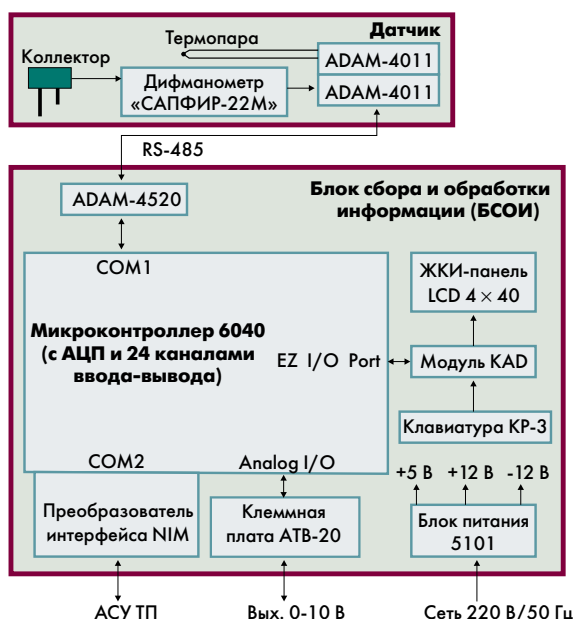


Рис. 3. Структурная схема концентромера плавиковой кислоты

ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

Работа измерительного преобразователя, оформленного в виде промышленного датчика, основана на пьезометрическом методе [3].

Особого рассмотрения заслуживает вопрос о наделении датчика «интеллектуальными» свойствами. Под этим подразумевается способность не только производить измерение заданного параметра, но и выполнять предварительную обработку измеренной величины, и сжатую определенным образом информацию передавать через промышленный интерфейс в универсальный блок сбора и обработки информации [4].

При создании программного обеспечения концентромера использовался язык программирования Microsoft QuickBASIC version 4.5. После отладки скомпилированная программа записана во флэш-ПЗУ для последующего запуска.

На индикаторную панель концентромера выводятся следующие сообщения:

- дата, время;
 - режим работы;
 - номер и название контролируемого раствора;
 - величина концентрации;
 - номер калибровочной точки и соответствующая ей величина концентрации в режиме калибровки.
- Обеспечивается возможность установки с помощью клавиатуры следующих параметров:
- режима работы концентромера («измерение», «калибровка» и т.д.);
 - номера и названия контролируемого раствора;
 - номера точки калибровочной кривой и величины, соответствующей данной точке концентрации раствора;
 - значения даты и времени.

Концентромер хранит калибровочные характеристики различных растворов в энергонезависимом ОЗУ и способен работать с ними по любой наперед заданной программе. В момент окончания каждого цикла обработки сигнала датчика вырабатывается звуковой сигнал.

ОСНОВНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

До недавнего времени определение концентрации плавиковой кислоты осуществлялось путем отбора проб и их дальнейшего анализа в химической лаборатории.

Создание концентромера позволило избавиться от ручного способа определения концентрации методом химического титрования, при котором исходный раствор HF разбавлялся в сотни раз, прежде чем проводился его лабораторный анализ.

К достоинствам описываемого прибора относится также то, что, будучи построенным с использованием технических и программных средств фирм Octagon и Advantech [5], он обладает следующими преимуществами:

- полная автоматизация измерений на потоке;
- полная экологическая безопасность концентромера;
- высокая надежность системы, определяемая применением технических средств с наработкой на отказ 100000 часов и более;

- простота отладки рабочих программ за счет наличия в ПЗУ операционной системы, совместимой с MS-DOS 6.22;
- возможность реконфигурации системы в зависимости от технологических задач;
- малая рассеиваемая мощность, что позволяет размещать систему в не-вентилируемых и герметичных конструктивах. ●

Авторы работают во ВНИИТФА
Телефон: (095) 111-3410

ЛИТЕРАТУРА

1. Д. Формен, П. Стокуэл. Автоматический химический анализ / Пер. с англ.— М.: Мир, 1978.
2. В.С. Андреев, Е.П. Попечителев. Лабораторные приборы для исследова-

ния жидких сред.— Л.: Машиностроение, 1981.

3. В.П. Тхоржевский. Автоматический контроль в производствах серной кислоты, фосфорных и сложных удобрений.— М.: Химия, 1980.
4. И.Д. Мурин. К вопросу об интеллектуализации датчиков физической информации. Ядерные измерительно-информационные технологии: Труды НИЦ «СНИИП».— М.: НИЦ «СНИИП», 1998.— С.131-134.
5. Все необходимое для индустриальных, бортовых и встроенных систем управления, контроля и сбора данных: каталог Prosoft.— М., 1998.