

ПРИМЕНЕНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ГАЗОАНАЛИЗАТОРОВ, ГИГРОМЕТРОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЧИСТЫХ ГАЗОВ И ИХ МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

На многих предприятиях в различных отраслях промышленности, а также при проведении научных исследований все больше используются приборы аналитического контроля – гигрометры и газоанализаторы, а также средства их метрологического обеспечения. Сообщается о разработке гигрометров, газоанализаторов и образцовых метрологических средств с использованием современной микропроцессорной техники.

Ключевые слова: Гигрометр. Газоанализатор. Генератор. Метрология. Влага. Кислород.

1 ВВЕДЕНИЕ

В последние годы тенденция развития аналитического приборостроения и метрологии в основном стремится технически укрепиться в двух направлениях:

- внутренний интеллект приборов строится на базе миниатюрных микропроцессорных элементов с большим объемом памяти (микроконтроллеров, PIC-контроллеров и др.) при помощи которых в автоматическом режиме реализуются алгоритмы измерений, а также выполняются обработка и передача измерительной информации к внешним компьютерным и другим устройствам;
- обеспечивается существенное повышение надежности приборов как за счет использования надежной элементной базы электронных и программных компонентов, так и за счет упрощения обслуживания приборов в условиях эксплуатации путем организации алгоритмов контроля и использования внутреннего интеллекта прибора.

Реализация этих решений в дальнейшем обеспечит возможность на принципиально новой основе решать также и вопросы по ремонту, калибровке и поверке средств измерений непосредственно на местах их эксплуатации. При этом будут использоваться встраиваемые микропроцессорные системы диагностики и автоматической коррекции параметров измерительных схем, а также параметрические сигналы (стандартные образцы).

Подобные приборы могут стать составной частью высоких криогенных технологий, т.к. в настоящее время подобное аналитическое оборудование стало неотъемлемым и даже обязательным компонентом сложных криогенных комплексов по производству чистых и сверхчистых газов [1]. В этой связи ООО “Ангарское-ОКБА” рекомендует к применению ниже приведенные разработки.

2 ГАЗОАНАЛИЗАТОР КИСЛОРОДА “ФЛЮОРИТ-МК”

Газоанализатор “Флюорит-МК” новая разработка ООО “Ангарское-ОКБА” из серии твердоэлектродных газоанализаторов, представляющая современный уровень развития техники измерений концентрации кислорода.

Встроенный в газоанализатор микропроцессор АТМega32 обеспечивает цифровую связь, используя интерфейсы RS232, RS485 и управляемое от меню программное обеспечение.

Принцип работы газоанализатора “Флюорит-МК” построен на использовании потенциометрической твердоэлектродной ячейки [2]. Рабочая температура $T=902$ К поддерживается с помощью терморегулятора “Термодат-128К1” производства Пермского объединения “Промышленные системы”. Важной особенностью терморегулятора является управление нагревателем методом равномерно распределенных сетевых импульсов с переходами из выключенного состояния во включенное и обратно в моменты перехода сетевого напряжения через ноль. В таком режиме терморегулятор практически не дает импульсных помех в промышленную сеть и не является источником электромагнитных наводок на окружающие электронные блоки.

Газоанализатор “Флюорит-МК” предназначен для измерения объемной доли кислорода в инертных газах и азоте. Газоанализатор является изделием общего назначения и конструктивно состоит из двух блоков: датчика и блока измерений. Расстояние между датчиком и блоком измерений может составлять 300 м. Диапазон измерений объемной доли кислорода – от $1 \cdot 10^{-6}$ до 100 %, переключение диапазонов измерений – автоматическое, основная относительная погрешность ± 10 %, ± 6 % и ± 4 % в зависимости от области измерений, имеется сигнализация о достижении нижнего и верхнего установленного значения объемной доли кислорода. Входное давление анализируемого газа от 4 до 600 кПа.



3 ГИГРОМЕТР “БАЙКАЛ-МК”

Гигрометр “Байкал-МК” является следующим поколением гигрометров абсолютной влажности, выпускаемых ООО “Ангарское-ОКБА”. В электронной схеме используется PIC-контроллер, что позволило создать оптимальный алгоритм измерения и представить вывод измеренной информации в разных единицах

измерений: ppm, мг/м³, °С т.р. Гигрометр обеспечивает хранение измеренной объемной доли влаги в энергонезависимом архиве.

Принцип работы гигрометра “Байкал-МК” построен на использовании кулонометрической ячейки [3]. Гигрометр предназначен для измерения объемной доли влаги в азоте, кислороде, водороде, инертных газах и диоксиде углерода. Гигрометр является изделием общего назначения и конструктивно состоит из двух блоков: датчика и блока измерений, которые могут быть удалены друг от друга на расстояние до 300 м. Гигрометр имеет автоматический переключатель диапазонов, интерфейс RS485 для информационной связи с персональным компьютером или системами управления и токовый выходной сигнал.



Гигрометр имеет диапазоны измерений объемной доли влаги: 0-1, 1-10, 10-100 и 100-1000 млн⁻¹. Основная приведенная погрешность в зависимости от области измерений не превышает: ±10 %, ±4 % и ±2,5 %. Гигрометр может работать при входных давлениях от минус 0,02 МПа до 40 МПа и имеет три типа датчиков: на разрежение, на низкое и высокое давление.

4 ГЕНЕРАТОР ВЛАЖНОГО ГАЗА “РОДНИК-6”

Для гигрометров, измеряющих относительную и абсолютную влажности, разработан генератор “Родник-6”. Принцип действия генератора заключается в насыщении газа влагой при повышенном давлении и стабильной температуре с последующим изотермическим понижением давления до значений, применяемых при градуировке, калибровке или поверке гигрометров проточного типа [4].



Сжатый газ из баллона или иного источника через осушитель поступает в насытитель, который обеспечивает получение насыщенного водяного пара. Чем ниже температура в насытителе, тем меньше массовая концентрация насыщенного водяного пара в рабочем газе. Для получения низких температур насытитель помещается в криостат, охлаждаемый жидким азотом из сосудов Дьюара через устройство подачи хладагента. Предусмотрена одновременная подача хладагента из двух сосудов (форсированный режим) или попеременное с автоматическим переключением (режим резервирования). При выходе газа из насытителя его объем увеличивается пропорционально понижению давления, а относительная влажность в той же мере уменьшается. Объемная доля влаги при этом остается неизменной и равна исходному ее значению в насытителе.

Для измерения текущего значения температуры используется эталонный термопреобразователь и калибратор-измеритель унифицированных сигналов, а для измерения давления – преобразователь давления. При использовании термометра с пределами абсолютной погрешности $\Delta T=0,05$ °С и преобразователя давления класса точности 0,15 для доверительной вероятности $P=0,997$ расчетная суммарная погрешность составляет от 0,85 до 1,3 %.

Программное обеспечение генератора позволяет по заданным значениям объемной доли влаги рассчитывать параметры (температуру и давление) парогазовой смеси в насытителе, следить за их изменением и производить расчет объемной доли влаги по фактическим значениям измеренных параметров.

Диапазон воспроизводимой генератором объемной доли влаги парогазовой смеси от 0,3 до 2000 млн⁻¹ с относительной погрешностью ±3 %.

Диапазон воспроизводимой генератором относительной влажности парогазовой смеси от 10 до 99 % при температуре от минус 1 до минус 70 °С с абсолютной погрешностью ±1,5 %.

Метрологические характеристики обеспечиваются при расходе получаемой парогазовой смеси от 0,3 до 10 л/мин с избыточным давлением от 0,005 до 0,9 МПа в зависимости от воспроизводимой объемной доли влаги. В качестве исходного газа используется азот и инертные газы.

V ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рассмотренные газоанализатор “Флюорит-МК”, гигрометр “Байкал-МК” и генератор “Родник-6” являются микропроцессорными устройствами, которые позволяют выполнять измерения параметров, их архивирование и обеспечивать информационную связь с внешними устройствами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лавренченко Г.К. Демонстрация криогенного оборудования и низкотемпературных технологий: успехи и разнообразие предложений // Технические газы – 2007 - № 3 – с. 11-20.
2. Пирог В.П., Семчевский А.К., Габа А.М., Кузнецов Б.Ф., Мурзин Г.М. Широкодиапазонный твердоэлектролитный газоанализатор кислорода// Приборы – 2007 - № 3 – с. 23-26.
3. Семчевский А.К., Габа А.М., Пирог В.П., Сербин В.Ф. Аналитические приборы для контроля состава компонентов газов в системе производств продуктов разделения воздуха// Технические

4. **Пирог В.П., Семчевский А.К., Габа А.М., Симулик М.Д., Рудых И.А., Лысенко А.Ф.** Метрологическое обеспечение приборов газового анализа, используемых в производстве продуктов разделения воздуха // Технические газы – 2007 - № 2 – с. 68-72.