

УДК 620.179
РАЗРАБОТКА ТЕЧЕЙСКАТЕЛЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГАЗО-ВОЗДУШНОЙ СМЕСИ НА ОСНОВЕ
2 % ВОДОРОДА

А. С. ЛАВРЕНТЬЕВ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МЭИ»
Москва, Россия

При передаче веществ по трубопроводам возникает необходимость контроля участков соединения труб – сварных швов. Одним из наиболее качественных и точных методов контроля сварных швов является метод течеискания. Течеискание – вид испытаний на герметичность, основанный на регистрации веществ, проникающих через течи. Течь представляет из себя пористый участок или канал в конструкции, который нарушает герметичность. Определение геометрии течей - весьма сложная задача, поэтому в технике течеискания о наличии течей судят по количественному содержанию газа или жидкости, проникающих через них. Поиск течей осуществляется с помощью устройств под общим названием «течеискатели». Как правило, течеискатели состоят из следующих основных составляющих: датчик, схема обработки сигнала, устройство сигнализации. Разработка малогабаритных, точных и обладающих низкой себестоимостью течеискателей является весьма актуальной задачей в современном неразрушающем контроле.

В качестве детектируемого вещества достаточно неплохие результаты дает 2 % смесь водорода с воздухом, ввиду хорошей проникающей способности водорода и как наиболее часто используемая при проведении испытаний на герметичность промышленных объектов.

Для данной задачи был выбран термокаталитический датчик, ввиду хорошей зависимости выходного сопротивления датчика от концентрации детектируемого газа.

Сенсор представляет собой дифференциальный датчик, состоящий из двух чувствительных элементов, один из которых с термокатализатором, а второй без термокатализатора. Датчик разработан по новейшей TAF (Thin Alumina Film) технологии. Ниже приведен рисунок датчика.

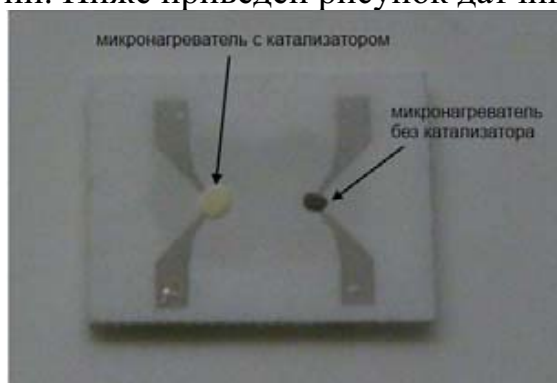


Рис. 1. Схема сенсора

Для измерения и управления наиболее важными параметрами измерительных элементов газовых датчиков были созданы специализированные

блоки обработки сигнала "драйверы". Эти устройства позволяют получать наиболее полную информацию о состоянии и параметрах работы сенсора. Драйвер регистрирует величину тока нагревателя, падение напряжения, определяет выделяющуюся электрическую мощность и температуру горячей зоны измерительного элемента. Драйвер позволяет поддерживать с высокой точностью температуру микронагревателя на заданном уровне.

Драйвер разделяется на схему питания и схему преобразования сигнала. Задача первой – обеспечить ток питания для поддержания сопротивления, а, следовательно, и температуры нагревателя с необходимой стабильностью и точностью. Задача второй – согласование уровней напряжения датчика и напряжения, достаточного для оцифровки на АЦП без погрешности.

Далее обработка полученного сигнала осуществляется на микроконтроллере. Впоследствии полученный сигнал переводится в цифровой код, сравнивается с калибровочной характеристикой, осуществляется поиск диапазона, в который попало полученное значение и выполняется линейная аппроксимация результата. Для обработки сигнала на микроконтроллере написана специализированная программа на языке *Assembler*. В качестве входных параметров используются данные о нагреве датчика (напряжение нагрева), разбаланс моста, в плече которого находится датчик (напряжение разбаланса), напряжение средней точки (напряжение на сенсоре без термокатализатора). С помощью этих данных осуществляется вычисление концентрации и термокомпенсации при изменении температуры окружающей среды и неизменной температуре датчика. Далее приведена формула для вычисления искомого значения концентрации.

$$C_x = C_1 + \frac{(C_2 - C_1) \times (U_{12} - U_{11})}{(U_{1x} - U_{11})},$$

где C_x – искомое значение концентрации; C_1 , C_2 – левая и правая границы найденного диапазона; U_{11} , U_{12} – левая и правая границы найденного диапазона разбаланса моста; U_{1x} – принятый на АЦП сигнал.

В качестве устройств индикации были использованы излучатель звука, сигнализирующий о превышении порога концентрации и стрелочный индикатор, сигнализирующий о количественном содержании концентрации.

Практические эксперименты проводились с помощью термокамеры, проточного многопозиционного газового стенда и формирователя газовых потоков. Газовый стенд позволяет поддерживать необходимую концентрацию детектируемого газа в анализируемой среде с высокой степенью точности. Формирователь газовых потоков позволяет регулировать и контролировать состав и величину расходов газов. С помощью особенностей конструкции датчика и обработки данных удалось получить достаточно линейные результаты по концентрации и независимость концентрации от влажности. В результате удалось разработать течеискатель, обладающий малыми размерами (12 мм × 6 мм), а также малой себестоимостью.

Ввиду огромного потенциала ресурсов и размеров нашей страны, контроль герметичности трубопроводов является актуальной задачей и требует дальнейшего развития соответствующих устройств.

E-mail: LavrentyevAS@mail.ru