

Ю. Ю. Юрк, В. В. Грибов

Y. Y. Yurk, V. V. Gribov

*ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б. Н. Ельцина», Екатеринбург*

*Ural Federal University named after
the first President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg*

jurajurk@mail.ru

**ПРОБЛЕМЫ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
PROBLEMS OF METROLOGICAL SUPPORT
OF GAS ANALYTICAL EQUIPMENT**

***Аннотация.** Приведены примеры основных проблем метрологического обеспечения газоаналитического оборудования различного конструктивного исполнения в процессе эксплуатации.*

***Abstract.** Examples of the main problems of metrological support of gas-analytical equipment of various design designs during operation are given.*

***Ключевые слова:** газоанализатор; сенсор; эксплуатация; неисправности газоаналитического оборудования.*

***Keywords:** gas analyzer; sensor; malfunctions of gas analysis equipment.*

Проблема достоверной оценки качества атмосферного воздуха, а также точного определения концентраций загрязняющих веществ в воздухе является актуальной на сегодняшний день и подлежит государственному регулированию. Для измерений, относящихся к сфере государственного регулирования, должны применяться средства измерений утверждённого типа, прошедшие поверку (п. 1, ст. 9, Федерального закона «Об обеспечении единства измерений № 102-ФЗ» от 26.06.2008) [1]. Перспективным средством измерения состава и количества концентраций газов и паров газовой смеси являются газоанализаторы, основанные на принципе прямых измерений и позволяющие автоматизировать процесс измерения.

Среди аппаратурных средств и методов контроля и анализа природной среды доминируют газоаналитические измерения. Для газоаналитических измерений, важного объекта государственного регулирования, главной проблемой является совершенствование средств и методов контроля загрязнения и выбросов токсичных веществ в воздухе рабочей зоны.

В настоящее время необходимо значительное улучшение характеристик газоаналитических средств измерений для повышения точности определения концентрации, а также для контроля взрывоопасных и токсичных веществ в рабочей зоне.

В ряде зарубежных стран проблеме поверки газоанализаторов в процессе эксплуатации всегда уделяется повышенное внимание. В 2004 году в документах Департамента труда США была изложена позиция Международной ассоциации оборудования безопасности (ISEA). В соответствии с этим положением в течение первых 10 дней использования газоанализатора проверка его функционирования производится каждый день, перед началом эксплуатации. При положительных результатах проверку разрешено проводить раз в месяц. Во многих зарубежных странах изготовители газоанализаторов рекомендуют проводить экспресс-тестирование (Bump-Test) [2]. Суть метода заключается в том, что перед каждым использованием газоанализатора проверяется его работа и точность показаний с помощью подачи газовой смеси известной концентрации. Смесь необходимо выбирать больше порогового значения, при котором произойдет срабатывание сигнализации. Таким способом, проверяется работоспособность газоаналитического прибора в целом.

Для проверки работоспособности, градуировки, калибровки и поверки газоанализаторов используются утвержденные поверочные газовые смеси (ПГС) под атмосферным давлением. ПГС получают с помощью смешения чистых исходных газов в заданных соотношениях.

Большая часть зарубежных фирм для проведения теста «Bump-Test» применяет ПГС в облегченных, небольших по объему баллонах (обычно это 2 л) со специальным покрытием, необходимым для хранения смесей коррозионных газов с воздухом. Однако проведение такой проверки и производство облегченных баллонов будет тяжело осуществить в связи с высокой стоимостью и ограничений, связанных с почтовыми отправками сосудов под давлением.

Рассмотрим наиболее частые проблемы при эксплуатировании газоаналитического оборудования. Самой главной проблемой газоанализатора, несмотря на его надежность, является его выход из строя. Вызвано это может быть как тяжелыми условиями эксплуатации газоаналитического оборудования, естественным износом компонентов в силу особенностей их принципа работы, так и с применением некачественных комплектующих при изготовлении приборов данного типа, а также нарушения условий эксплуатации.

Наиболее распространенными причинами выхода из строя газоанализаторов могут являться: неисправности сенсоров; неисправности аккумуляторных батарей (АКБ); неисправности пробоотборного насоса; неисправности термопары измерения температуры газов; неисправности элементов платы, также органов контроля и управления. Эти причины составляют около 90 % всех отказов в работе газоанализаторов.

Сенсор – устройство, высокочувствительная составная часть датчика, преобразующее физико-химическое изменение, воздействие на чувствительный элемент в информационный сигнал для пользователя. Электрохимические сенсоры – специальные устройства, в которых сигнал возникает в следствии

протекания электрохимического процесса. Данные сенсоры предназначены для проведения количественного и качественного анализа химических соединений в атмосферном воздухе.

В электрохимических сенсорах чувствительным элементом является ячейка. Информационные сигналы об исследуемом явлении возникают в виде изменения свойств данного элемента: разности потенциалов, разности электропроводности, электрического тока. Электрохимические сенсоры разделяются на потенциометрические, кондуктометрические, амперометрические, вольтамперометрические и хроноамперометрические [3].

Термокаталитический метод обнаружения дозрывоопасных концентраций горючих газов в воздухе является основным и самым надежным. В основе данного метода лежит каталитическое окисление молекул на поверхности чувствительного элемента (сенсора) и преобразование выделяющегося тепла в ходе реакции в электрический сигнал. Значение выходного сигнала определяется значением концентрации контролируемого компонента, выражаемого в процентах к нижнему концентрационному пределу распространения пламени (% НКПР).

Сенсор кислорода (O_2) – электрохимический преобразователь концентрации кислорода, является двухэлектродной электрохимической ячейкой гальванического типа, которая преобразует в ходе реакций содержащийся в газовой смеси кислород в постоянный электрический ток. Сила тока прямо пропорциональна парциальному давлению (концентрации) кислорода в воздухе.

Сенсор угарного газа (CO) – электрохимический преобразователь концентрации угарного газа, является трехэлектродной электрохимической ячейкой, преобразующая содержащийся в воздухе угарный газ в непрерывный электрический сигнал. Сила тока прямо пропорциональна концентрации угарного газа в воздухе [4].

Сенсор метана (CH_4) – термокаталитический преобразователь концентрации метана, предназначенный для преобразования величины концентрации анализируемого газа в величину электрического напряжения. Преобразователи состоят из рабочего элемента и сравнительного элемента, которые помещены в корпус из пористого материала. Принцип действия преобразователей основан на изменении электрического сопротивления каталитически активного рабочего элемента, обусловленного выделением тепловой энергии при окислении анализируемого газа на рабочий элемент.

Неисправность сенсоров является самой частой причиной выхода из строя газоаналитического оборудования. Связано это с тем, что в сам принцип работы чувствительных элементов (особенно электрохимических и термокаталитических) заложено постепенное расходование ресурса сенсора. К примеру, электрохимическая ячейка кислорода начинает расходовать свой ресурс сразу же с момента изготовления. Вследствие чего срок службы такого сенсора может

колебаться от 1 года до 3 лет, в некоторых случаях при неправильном хранении и эксплуатации к заказчику может прийти уже израсходовавший свой ресурс сенсор, данная особенность делает их похожими на обычные батарейки, которые теряют свой заряд независимо от того эксплуатируются они или нет [5].

Для проверки работоспособности, калибровки и поверки газоанализаторов, необходимо использовать специальные утвержденные поверочные газовые смеси (ПГС) и другие специализированные средства, такие как источники микропотоков, генераторы газовых смесей и т. д.

Продление срока службы чувствительного элемента путем извлечения сенсора и газоанализатора не всегда возможно осуществить в силу особенностей различных газоанализаторов. Если данный способ осуществим, то необходимо создать условия для его хранения, желательно хранить в холодильной камере при температуре около плюс 4 °С. После извлечения сенсора из холодильника необходимо дать сенсору нагреться в течение 2–3 часов после установки его в газоанализатор. Правильные условия хранения, и такой порядок проведения процедуры дает возможность продлить срок службы сенсора примерно на 10–25 %.

Таким образом, проанализировав проблемы проверки работоспособности газоанализаторов, можно сделать вывод о необходимости внедрения системы постоянного мониторинга состояния средства измерения. Своевременный анализ и решение проблем метрологического обеспечения газоаналитического оборудования в процессе эксплуатации, хранения и транспортировки позволяет исключить необходимость использования ремонтно-наладочных услуг, в результате чего значительно увеличить метрологическую надежность приборов.

Список литературы

1. *Российская Федерация. Законы. Об обеспечении единства измерений* : Федеральный закон № 102-ФЗ : [принят Государственной Думой 11 июня 2008 года : одобрен Советом Федерации 18 июня 2008 года]. – Текст : электронный // КонсультантПлюс : [сайт]. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_77904.
2. *Конопелько, Л. А.* Поэлементно-эквивалентные методы и средства газоанализаторов : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Конопелько Леонид Алексеевич ; Московский институт химического машиностроения. – Москва, 1987. – 15 с.
3. *Семёнов, А. С.* Использование газоаналитических систем нового поколения для защиты рудника / А. С. Семёнов, В. С. Шипулин. – Текст : электронный // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – № 6-3. – С. 480–484. – URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=34184>.
4. *Сенсоры* газоанализаторов. – Текст : электронный // *Экоэнерготехника*. – URL: <http://www.ekoet.ru/newsnew-9.html>.
5. *Неисправности* газоанализаторов. – Текст : электронный // *ГазДетектор*. – URL: http://gasdetection.ru/publ/laboratorija/top_5_samykh_chastykh_neispravnostej_gazoanalizatoro_v_chast_1/1-1-0-18.