

**Секция 2. МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ  
И МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ**

УДК 006.91:533.2(083.76)(045)(476)

**ГОСУДАРСТВЕННЫЕ СТАНДАРТНЫЕ ОБРАЗЦЫ СОСТАВА ГАЗОВЫХ СМЕСЕЙ,  
ВЫПУСКАЕМЫЕ БЕЛОРУССКИМ ГОСУДАРСТВЕННЫМ ИНСТИТУТОМ МЕТРОЛОГИИ**

**Ананьин В.Н., Мирончик А.М., Мохнач М.В.**

*Белорусский государственный институт метрологии, Минск, Республика Беларусь*

Выпуск государственных стандартных образцов (ГСО) состава газовых смесей в Республике Беларусь осуществляет с 1998 года Республиканское унитарное предприятие «Белорусский государственный институт метрологии» (БелГИМ) в форме единичного повторяющегося производства по техническим условиям Республики Беларусь [1–2].

Основой метрологического обеспечения выпуска ГСО состава газовых смесей являются национальные эталоны Республики Беларусь в области газового анализа, метрологические характеристики которых подтверждены результатами международных сличений [3, 4].

Разработка и изготовление ГСО состава газовых смесей в Республике Беларусь регламентируются техническими нормативными правовыми актами [5–9], методическими указаниями [10].

Компетентность БелГИМ в области изготовления стандартных образцов состава газовых смесей подтверждена свидетельствами QSF-R40 и QSF-R41 о соответствии международным стандартам ISO/IEC 17025 и ISO Guide 34, а также сертификатом № ВУ/112 05.01.002 00235 о соответствии системы менеджмента качества изготовителя стандартных образцов требованиям [11].

ГСО состава газовой смеси представляет собой смесь одного или более сертифицируемых компонентов ( $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $Ar$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ , углеводороды  $C_1$ – $C_7$ ,  $NO$ ,  $NO_2$ ,  $SO_2$ ,  $H_2S$ ,  $NH_3$ ,  $CH_3SH$ ,  $C_2H_5SH$  и др.) с газом-разбавителем (воздух синтетический,  $N_2$ ,  $He$ ,  $Ar$ ,  $CH_4$  и др.), находящуюся в баллоне под давлением от 0,15 МПа (рассчитывается с учетом давления насыщенных паров конденсируемых компонентов газовой смеси) до 4,9 МПа, максимально – до 9,8 МПа.

Сертифицированное значение – содержание сертифицируемого компонента (компонентов) – может быть выражено в молярных или объемных долях (% ,  $млн^{-1}$ ), или как массовая концентрация ( $мг/м^3$ ). Диапазон значений молярной (объемной) доли сертифицируемого компонента (0,0001–99,9) %; относительная неопределенность сертифицированного значения (10–0,2) %. При необходимости пересчет данных о составе ГСО в другие единицы измерения (из молярных процентов в объемные, из объемных процентов в  $мг/м^3$  и т. д.) производится по [12].

ГСО приготавливают в баллонах Заказчика из исходных чистых газов. Состав исходных уста-

навливается анализом при входном контроле или по документации изготовителя.

Подготовка приемных баллонов к заполнению ГСО проводится путем вакуумирования при температуре от 80 °С до 120 °С до остаточного давления не более 10 Па.

ГСО получают путем последовательного дозирования в подготовленные приемные баллоны исходных газов из баллонов в количествах, полученных предварительным расчетом.

Однородность состава приготовленных ГСО обеспечивается путем вращения баллонов с ГСО на рольганге (ускоренная гомогенизация), или за счет естественной гомогенизации (не менее 24 ч).

После завершения процесса гомогенизации ГСО проходят приемо-сдаточные испытания, в ходе которых устанавливается содержание сертифицируемого компонента (компонентов) и проверяется на соответствие техническим условиям:

- маркировка и упаковка;
- герметичность баллона;
- давление газовой смеси;
- отклонение содержания сертифицируемого компонента (компонентов) от номинального значения.

По способу сертификации (установления значений параметров) ГСО состава газовых смесей можно разделить на 2 основных типа:

- 1) ГСО, сертифицированные гравиметрическим методом;
- 2) ГСО, сертифицированные аналитическим методом.

В первом случае ГСО приготавливают методом статических парциальных давлений, включающим:

- расчет парциальных давлений наполнения для каждого дозируемого компонента с учетом заданного состава смеси, допустимого давления, применимого к газам, с учетом возможной конденсации, максимального рабочего давления используемого баллона, установленного состава каждого компонента;

- дозирование компонентов смеси в приемный баллон в порядке возрастания парциальных давлений на установках смешивания газов с цифровыми манометрами DPI104 класса точности 0,05;

- установление массы каждого введенного компонента по разности масс приемного баллона до и после дозирования с помощью масс-компараторов (ССЕ40К3, наибольший предел взвешивания 41 000 г, дискретность 2 мг или

КА10-3/P, наибольший предел взвешивания 15 000 г, разрешение 1 мг).

Сертификация ГСО осуществляется гравиметрическим расчетом по [10] исходя из масс исходных газов, дозированных в приемный баллон, их состава, а также молярных масс всех компонентов смеси.

Расчет парциальных давлений наполнения и окончательный расчет состава ГСО производится с помощью разработанной в БелГИМ программы GasVes.

Верификация (проверка состава) ГСО проводится аналитическими методами по [11] и/или МВИ, утвержденным в установленном порядке, с использованием для градуировки аналитического оборудования эталонных (калибровочных) газовых смесей (ЭКГС), изготовленных и сертифицированных на оборудовании национальных эталонов НЭ РБ 13-04, НЭ РБ 16-08, НЭ РБ 18-10.

Указанным методом приготавливают двух- и многокомпонентные (до 14 компонентов) ГСО 0-го разряда, в частности, имитаторы природного газа. Емкость приемного баллона до 10 дм<sup>3</sup> ограничивается рабочим диапазоном используемого масс-компаратора.

**Во втором случае** приготовление ГСО также осуществляется методом статических парциальных давлений, а сертификация – аналитическими методами по [11] и/или МВИ с использованием для градуировки аналитического оборудования ЭКГС или калибровочных газовых смесей, приготавливаемых из ЭКГС динамическим объемным методом с помощью системы разбавления газов Environics S4040.

Этим методом приготавливают ГСО 1-го и 2-го разрядов, что составляет большую часть выпускаемой продукции. Это ГСО, содержащие промышленно важные газы (СО, СН<sub>4</sub>, Н<sub>2</sub>, О<sub>2</sub>, Аг, Не и др.), ГСО, содержащие компоненты сжиженных углеводородных газов (С<sub>3</sub>Н<sub>8</sub>, n-С<sub>4</sub>Н<sub>10</sub>, i-С<sub>4</sub>Н<sub>10</sub>, n-С<sub>6</sub>Н<sub>14</sub> и др.), а также ГСО, содержащие вещества, загрязняющие атмосферный воздух (NO, NO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, CH<sub>3</sub>SH, C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>SH и др.). При этом могут использоваться баллоны объемом от 2 до 40 дм<sup>3</sup>.

Выпускаемые ГСО сопровождаются сертификатами, в которых указываются сертифицированное значение содержания компонента (компонен-

тов) и расширенная неопределенность (погрешность) сертифицированного значения, установленная при разработке данного типа ГСО, и сведения о метрологической прослеживаемости.

### Литература

1. ТУ РБ 100055197.002-2000 Образцы стандартные состава газовых смесей.
2. ТУ ВУ 100055197.009-2014 Образцы стандартные сертифицированные состава газовых смесей.
3. Ананьин, В.Н. Метрологическое обеспечение газоаналитических измерений / В.Н. Ананьин, А.М. Мирончик, М.В. Мохнач // Приборостроение-2016 : материалы 9-й МНТК. – Минск: БНТУ. – 2016. – С. 150–151.
4. Ананьин, В.Н. Международные сличения национальных эталонов в области газоаналитических измерений / В.Н. Ананьин, А.М. Мирончик, М.В. Мохнач, С.С. Скакун // Приборостроение-2017: материалы 10-й МНТК. – Минск : БНТУ. – 2017. – С. 120–121.
5. ТКП 8.005-2012 (03220). Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Стандартные образцы. Основные положения. Порядок разработки, утверждения, регистрации и применения.
6. ГОСТ ISO Guide 34-2014. Общие требования к компетентности изготовителей стандартных образцов.
7. ГОСТ ISO Guide 35-2015. Стандартные образцы. Общие и статистические принципы сертификации (аттестации).
8. СТБ ИСО 6142-2003. Анализ газов. Приготовление калибровочных газовых смесей. Гравиметрический метод.
9. СТБ ИСО 6143-2003. Анализ газов. Методы сравнения для определения и проверки состава газовых смесей для калибровки.
10. МИ 1952-88 ГСИ. Стабильность стандартных образцов состава веществ и материалов. Методика оценки.
11. СТБ ISO 9001-2015. Системы менеджмента качества. Требования.
12. СТБ ИСО 14912-2006. Анализ газов. Преобразование данных о составе газовой смеси.

УДК 621.3.016.2.08(045)(476)

## СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ ИЗМЕРЕНИЯ МОЩНОСТИ Баенская Е.А., Силич В.В., Ярмолович М.А.

*Белорусский государственный институт метрологии, Минск, Республика Беларусь*

Современный этап развития электроэнергетики в Республике Беларусь характеризуется ограниченными собственными топливно-энергетическими ресурсами, но наряду с этим это одна из отраслей, обеспечивающих стабильные эконо-

номические показатели в формировании экономики страны.

Функционирующий в Республике Беларусь Национальный эталон единицы электрической мощности был создан и исследован в период