

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

УДК 006.9:534.27.08 (045)(476)

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ГАЗОАНАЛИТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

Ананьин В.Н., Мирончик А.М., Мохнач М.В.
*Белорусский государственный институт метрологии
Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время эталон единицы количества вещества **моль** по принятому определению не реализован. В газоаналитических измерениях используются относительные единицы: молярная доля и массовая доля компонентов в газовых смесях, выраженные в процентах (%) или в миллионных долях (млн^{-1}) [1].

Достоверность и прослеживаемость к единицам SI результатов измерений содержания компонентов в газовых средах обеспечивается в Республике Беларусь национальной системой единства газоаналитических измерений, фундаментом которой является комплекс национальных эталонов:

➤ **Национальный эталон единицы молярной доли компонентов в газовых смесях НЭ РБ 13-04** – диапазон воспроизведения единицы молярной доли компонентов (водорода, оксида углерода, диоксида углерода, метана, пропана, кислорода, сероводорода, метилмеркаптана, этилмеркаптана) в азоте от 0,001 % до 99,90 %, относительная расширенная неопределенность от 10 % до 0,01 % ($k = 2$, $P = 0,95$);

➤ **Национальный эталон единицы молярной доли компонентов природного газа в газовых смесях НЭ РБ 16-08** – диапазон воспроизведения единицы молярной доли компонентов природного газа (метана, этана, пропана, изобутана, нормального бутана, изопентана, нормального пентана, неопентана, нормального гексана, диоксида углерода, азота, кислорода, водорода, гелия) от 0,0001 % до 99,0 %, относительная расширенная неопределенность от 10 % до 0,03 % ($k = 3$, $P = 0,99$);

➤ **Национальный эталон единицы молярной доли атмосферных экологически опасных компонентов НЭ РБ 18-10** – диапазон воспроизведения единицы молярной доли компонентов (диоксида серы, оксида азота, диоксида азота, сероводорода, диоксида углерода) в азоте от 0,0001 % до 30,0 %, относительная расширенная неопределенность от 5 % до 0,5 % ($k = 3$, $P = 0,99$);

➤ **Национальный эталон единиц молярной и массовой концентрации компонентов сжиженных углеводородных газов НЭ РБ 22-13** – диапазон воспроизведения единицы молярной доли компонентов (пропилена, пропана, изобутана, нормального бутана, изопентана, нор-

мального пентана от 0,10 % до 99,0 %, относительная расширенная неопределенность от 2,5 % до 0,5 % ($k = 2$; $P = 95$ %); диапазон воспроизведения единицы массовой доли указанных выше компонентов от 0,10 % до 99,0 %, относительная расширенная неопределенность от 3,0 % до 0,5 % ($k = 2$; $P = 95$ %).

Более подробная информация о метрологических характеристиках национальных эталонов размещена на официальном сайте БелГИМ www.belgim.by.

В состав комплекса эталонов входит:

аналитическое оборудование для анализа исходных газов и сертификации эталонных газовых смесей (ЭГС) и рабочих эталонов – государственных стандартных образцов состава газовых смесей (ГСО): газовые хроматографы с различными детекторами (пламенно-ионизационными, пламенно-фотометрическими, термокондуктометрическими, масс-селективным), оптико-акустические и электрохимические газоанализаторы, кулонометрические гигрометры;

гравиметрическое газосмесительное оборудование на базе масс-компараторов КА10-3/P («Mettler-Toledo») и ССЕ 40К3 («Sartorius») и установок смешивания газов для воспроизведения единицы молярной доли статическим гравиметрическим методом согласно [2];

комплект чистых газов и ЭГС в баллонах под давлением;

технические средства для подготовки баллонов к заполнению и гомогенизации полученных газовых смесей.

Размер единицы молярной (массовой) доли компонентов воспроизводится национальными эталонами путем приготовления ЭГС в баллонах под давлением наиболее точным гравиметрическим методом согласно [2] с последующей верификацией компонентного состава приготовленных ЭГС согласно [3].

ЭГС предназначены для хранения и передачи рабочим эталонам единицы молярной (массовой) доли компонентов и применяются в качестве эталонов сравнения при проведении международных сличений национальных эталонов.

Метрологические характеристики национальных газовых эталонов Республики Беларусь подтверждены результатами международных сличений в рамках региональной метрологической

организации KOOMET, зарегистрированных в международной базе данных KCDB [4] Международного бюро мер и весов:

COOMET.QM-K3 «Автомобильные газы», 2005 г.;

COOMET.QM-K1.a «Оксид углерода в азоте», 2008 г.;

COOMET.QM-K23.b «Природный газ», 2008 г.

COOMET.QM-S1 «Дополнительные сличения первичных эталонов содержания компонентов в газовых средах: NO в азоте (50 мкмоль/моль)», 2013 г.

COOMET.QM-K76 «Ключевые сличения первичных эталонов содержания компонентов в газовых средах: SO₂ в азоте (100 мкмоль/моль)», 2013 г.

COOMET.QM-S5 «Дополнительные сличения национальных эталонов в области анализа газовой смеси CO₂, CO, C₃H₈ в азоте (автомобильные газы)», 2014 г.

KOOMET № 488/RU-a/10 «Сличения эталонных методов измерений объемной теплоты сгорания природного газа», 2015 г.;

COOMET.QM-S3 «Дополнительные сличения эталонных газовых смесей: «загрязнители атмосферного воздуха: CO в азоте, 5 мкмоль/моль», 2016 г.

Результаты сличений подтверждают заявленные характеристики национальных эталонов и прослеживаемость воспроизводимой ЭГС единицы молярной доли к эталонам национальных метрологических институтов ведущих стран мира [4].

От ЭГС размер единицы в соответствии с поверочными схемами [5, 6] передается рабочим эталонам – ГСО 0-го, 1-го и 2-го разрядов, что обеспечивает метрологическую прослеживаемость ГСО, выпускаемых в БелГИМ, к международным эталонам.

В год производится свыше 2000 экземпляров ГСО в баллонах под давлением для более чем 400 предприятий и организаций Республики Беларусь.

ГСО предназначены для выполнения работ по обеспечению единства и требуемой точности измерений в соответствии с [7] в системе мониторинга атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны, в энергетике, на транспорте, в жилищно-коммунальном хозяйстве, санитарии и медицине, нефтехимической, газоперерабатывающей и га-

зотранспортной отраслях промышленности Республики Беларусь.

В перспективе развития работ в области метрологического обеспечения газоаналитических измерений планируется расширение номенклатуры компонентов и диапазона молярной доли, воспроизводимых эталонами, а также освоение динамического объемного метода для воспроизведения единицы молярной доли нестабильных компонентов, обладающих высокой реакционной и адсорбционной способностью, в соответствии с [8].

В четвертом квартале 2014 г. начат выпуск ГСО состава аммиак – азот/воздух 2-го разряда. Диапазон сертифицированных значений объемной доли аммиака (0,001-1,5) %, относительная расширенная неопределенность сертифицированного значения (10-5) %.

1. ТР 2007/003/ВУ Единицы измерений, допущенные к применению на территории Республики Беларусь.
2. СТБ ИСО 6142-2003 Анализ газов. Приготовление калибровочных газовых смесей. Гравиметрический метод.
3. СТБ ИСО 6143-2003 Анализ газов. Методы сравнения для определения и проверки состава газовых смесей для калибровки.
4. Key and supplementary comparisons // Bureau International des Poids et Mesures [Electronic resource]. – 2013. – Mode of access : http://kcdb.bipm.org/appendixB/KCDB_ApB_search.asp.
5. СТБ 8022-2004 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых смесях.
6. ГОСТ 8.578-2014 Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений содержания компонентов в газовых средах.
7. ТКП 8.005-2012 (03220) Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Стандартные образцы. Основные положения. Порядок разработки, утверждения, регистрации и применения.
ISO 6145-7:2009 Gas analysis – Preparation of calibration gas mixtures using dynamic volumetric methods – Part 7: Thermal mass-flow controllers.