

Перспективы разработки стандартных образцов числа Воббе

Мальгинова Н. А., Корчагина Е. Н., Казарцев Я. В.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии имени Д.И.Менделеева»,
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: n.a.malginova@vniim.ru

Аннотация: Решается задача разработки стандартных образцов (СО) числа Воббе на основе утвержденных СО объемной энергии сгорания чистых газов и газовых смесей. Рассматриваются различные методы измерений плотности газов. Проводится выбор метода измерений относительной плотности газа для определения числа Воббе. Предлагается методология измерений плотности газов, основанная на модифицированном пикнометрическом методе. Рассматривается возможность реализации метода гидростатического взвешивания.

Ключевые слова: число Воббе, объемная энергия сгорания, относительная плотность газа, методы определения плотности, пикнометрический метод, стандартный образец

Работа по созданию стандартных образцов в области измерений объемной энергии сгорания [1] была начата с утверждения набора стандартных образцов низшей объемной энергии сгорания чистых газов [2] (НОЭС-ВНИИМ) ГСО 11662-2020/ГСО 11665 -2020 (водород, метан, этан и пропан) и продолжена в 2022-м году утверждением набора ГСО 11904-2022/ГСО 11907-2022 [2], изготавливаемого на основе чистых газов и их смесей.

В настоящее время решается задача экспериментального определения числа Воббе, которое является функцией двух величин – теплоты сгорания и плотности газа, и описывается отношением объемной теплоты сгорания газа к квадратному корню его относительной плотности по воздуху.

Проведен анализ методов определения плотности газов: расчетный [3], пикнометрический [4], аэростатический [5], вибрационный [6], ультразвуковой [7], в результате которого для исследований взят за основу пикнометрический метод определения плотности (допускаемая погрешность не превышает $0,004 \text{ кг/м}^3$).

Оценен бюджет неопределенности измерений плотности газов пикнометрическим методом. Оценка показала, что снижение погрешности возможно путем увеличения внутреннего объема пикнометра. Разработана конструкция емкости – имитатора пикнометра увеличенного объема (1 дм^3). Внутренний объем ёмкости был определен заполнением ее этиловым спиртом [8], плотность которого была параллельно измерена в лаборатории госэталонов в области измерений плотности и вязкости жидкости на анализаторе плотности DMA 4200M. Результат измерения плотности жидкости-наполнителя прослеживается к Государственному первичному эталону единицы плотности газов в соответствии с ГПС [9]. Внутренний объем имитатора составил $963,9 \pm 1,2 \text{ см}^3$. Проведена оценка бюджета неопределенности измерений плотности газов предлагаемым методом, а также разработан алгоритм модифицированного пикнометрического метода.

Рассматривается возможность реализации метода гидростатического взвешивания ёмкости с газом с целью дальнейшего повышения точности измерений плотности, разработана конструкторская документация и изготовлена новая замкнутая ёмкость (сфера) внутренним объемом 5 дм^3 .

Разработка и аттестация стандартных образцов числа Воббе позволит удовлетворить потребности в градуировке и/ или калибровке потоковых газовых калориметров и анализаторов числа Воббе, устанавливаемых на предприятиях в узлах смешения газов и используемых для контроля и регулирования параметров технологических процессов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мишина К.А., Корчагина Е.Н., Казарцев Я.В. Метрологическое обеспечение газовых калориметров и анализаторов числа Воббе // Эталоны. Стандартные образцы. 2021. Т. 17, № 2. С. 19–32. <https://doi.org/10.20915/2687-0886-2021-17-2-19-32>
2. Стандартные образцы утвержденных типов, допущенные к выпуску и применению на территории РФ. Каталог 2022 // Государственная служба стандартных образцов состава и свойств веществ и материалов [сайт]. URL: https://gsso.ru/catalogue_gsso2022_2.pdf (дата обращения 25.06.2022).
3. ГОСТ 31369-2021 (ISO 6976:2016) Газ природный. Вычисление теплоты сгорания, плотности, относительной плотности и числа Воббе на основе компонентного состава. М.: Российский институт стандартизации, 2021. 52 с.
4. ГОСТ 17310. Газы. Пикнометрический метод определения плотности. Минск: ИПК Издательство стандартов, 2003. 18 с.
5. Фарзана Н.Г., Илясов Л.В. Технологические измерения и приборы. М.: Высшая школа, 1989. 456 с.
6. Лопатин С.С., Пфайффер Х. Датчики предельного уровня для жидкостей. Физические принципы работы и возможности вибрационных датчиков // Технические средства автоматизации. 2004, № 12. С. 24–29.
7. Соломичев Р.И., Слонько А.Н. // Оценка физико-химических параметров природного газа акустическим способом // Сфера. Нефть и Газ. 2019. № 4(72). С. 46–51.
8. ГОСТ 5962-2013 Спирт этиловый ректификованный из пищевого сырья. Технические условия. М.: Стандартинформ, 2014. 9 с.
9. ГОСТ 8.024-2002 Государственная поверочная схема для средств измерений плотности. Минск: ИПК Издательство стандартов, 2003. 10 с.