

■ ЭТАЛОНЫ / MEASUREMENT STANDARDS

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-2-17-20
УДК 531.787.611, 531.787.3СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГОСУДАРСТВЕННОГО ПЕРВИЧНОГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ЭТАЛОНА ЕДИНИЦЫ ДАВЛЕНИЯ ДЛЯ
РАЗНОСТИ ДАВЛЕНИЙ ГЭТ 95–75

© Витковский О. С., Тетерук Р. А., Горобей В. Н., Пименова А. А., Фирсанов Н. А.

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева»
(ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»), г. Санкт-Петербург, Россия
e-mail: O. S. Vitkovskiy@vniim.ruПоступила в редакцию – 05 февраля 2020 г., после доработки – 17 февраля 2020 г.
Принята к публикации – 01 марта 2020 г.*Данная статья посвящена совершенствованию государственного первичного специального эталона единицы давления для разности давлений ГЭТ 95–75. В статье изложены этапы и результаты работ по совершенствованию эталона.***Ключевые слова:** эталон, совершенствование, давление, разность давлений, микроманометр

DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-2-17-20

IMPROVEMENT OF THE STATE PRIMARY SPECIAL STANDARD
OF THE PRESSURE UNIT FOR THE PRESSURE DIFFERENCE GET 95–75

© Oleg S. Vitkovskiy, Roman A. Teteruk, Vladimir N. Gorobey, Anastasiya A. Pimenova, Nikita A. Firsanov

D. I. Mendeleev Institute for Metrology (VNIIM),
Saint Petersburg, Russia
E-mail: O. S. Vitkovskiy@vniim.ruReceived – 05 February, 2020. Revised – 17 February, 2020.
Accepted for publication – 01 March, 2020.**Ссылка при цитировании:**

Совершенствование государственного первичного специального эталона единицы давления для разности давлений ГЭТ 95–75 / О. С. Витковский [и др.] // Эталоны. Стандартные образцы. 2020. Т. 16. № 2. С. 17–20. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-2-17-20.

For citation:Vitkovskiy O. S., Teteruk R. A., Gorobey V. N., Pimenova A. A., Firsanov N. A. Improvement of the state primary special standard of the pressure unit for the pressure difference GET 95–75. *Measurement standards. Reference materials*. 2020; 16(2): 17–20. DOI: 10.20915/2687-0886-2020-16-2-17-20 (In Russ.).

This article is devoted to improving the state primary special standard of the pressure unit for the pressure difference of the GET 95–75. The article describes the stages and results of work to improve the standard.

Keywords: standard, improvement, pressure, pressure difference, micromanometer

Введение

Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений ГЭТ 95–75 возглавляет государственную поверочную схему для средств измерений разности давлений до $4 \cdot 10^4$ Па [1]. Эталон разработан в 1970-е гг. Был усовершенствован и исследован в конце 1990-х гг. во ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева» [2–5].

В основу эталона положен метод независимого воспроизведения разности давлений с помощью комплекса микроманометров и грузопоршневых манометров различных типов с взаимно перекрывающимися диапазонами измерений, а именно – набор из трех приборов: микроманометр весовой колокольный, микроманометр компенсационный с лазерной системой отсчета и микроманометр грузопоршневой с нецилиндрическим поршнем на газовой смазке, для трех различных диапазонов давления, а также аппаратура для создания и поддержания давления.

В настоящее время в Российской Федерации имеются несколько десятков вторичных эталонов и несколько сотен эталонов 1-го разряда, находящихся в эксплуатации в центрах стандартизации и метрологии, а также в различных компаниях. Кроме того, от национального первичного специального эталона России осуществляется передача единицы давления национальным эталоном Казахстана и Беларуси.

В 2010 г. эталон участвовал в ключевых сличениях национальных эталонов единицы давления в диапазоне 100–5000 Па (СОМЕТ.М.Р-К14). В сличении участвовало 4 страны: Германия (являлась пилотом), Россия, Чехия, Литва. У России на данный момент 3 строки СМС в диапазоне разности давлений.

Эталон обеспечивает решение задач в приоритетных направлениях развития науки и техники, таких как создание транспортных, авиационных и космических систем, энергетика и энергосбережение, специальная техника, технологии создания новых поколений ракетно-космической, авиационной и морской техники и многих других.

Между тем для решения указанных задач возникает потребность в создании и применении средств измерений разности давлений нового поколения с повышенной точностью и расширенным диапазоном. В связи с этим появилась необходимость в совершенствовании эталонной базы, в том числе первичного эталона.

В 2017 г. начались работы по совершенствованию государственного первичного специального эталона единицы давления для разности давлений. Выполнение мероприятий по совершенствованию эталона ГЭТ 95–75 было направлено на расширение функциональных возможностей эталона:

- в части расширения пределов измерений диапазона воспроизведения и передачи единицы давления – увеличение верхнего предела измерений от 40 кПа до 100 кПа и уменьшение нижнего предела измерений от 0,1 до 0,05 Па;

- в части повышения точности воспроизведения и передачи единицы давления – в 1,5–2 раза.

Расширение калибровочно-измерительных возможностей в области измерений разности давлений необходимо для обеспечения метрологических характеристик эталона на уровне ведущих стран мира в соответствии с «Соглашением о взаимном признании национальных эталонов и сертификатов калибровки и измерений, выдаваемых национальными метрологическими институтами» (CIPM MRA).

Совершенствование эталона

Совершенствование эталона производилось путем поэтапной модернизации каждого микроманометра из состава эталона.

Микроманометр весовой колокольный (МВК) основан на принципе уравнивания действия давлений на колокола, подвешенные к чашкам равноплечих весов.

До модернизации воспроизводил единицу давления в диапазоне от 0,1 до $1 \cdot 10^2$ Па, $СКО \leq 0,05$ Па.

Совершенствование микроманометра МВК реализовано за счет введения в конструкцию современных высокоточных весов-компаратора, новой весовой части и новых измерительных колоколов. Исследования подтвердили, что таким образом повысилась точность измерений $СКО \leq 0,025$ Па. Диапазон измерений расширился за счет уменьшения нижнего предела измерений от 0,1 Па до 0,05 Па за счет чувствительности весов.

Микроманометр компенсационный с лазерной системой отсчета (МКШ) основан на уравнивании действия давления столбом жидкости. Воспроизводил единицу давления в диапазоне от 100 до $5 \cdot 10^3$ Па, $СКО \leq 0,08$ Па.

Совершенствование микроманометра (МКШ) выполнено за счет введения в конструкцию нового лазерного отчетного устройства взамен микроскопа и дополнительной системы контроля температуры микроманометра и параметров окружающей среды. Совершенствование микроманометра МКШ позволило повысить точность измерений микроманометра в 2 раза ($СКО \leq 0,04$ Па).

Микроманометр грузопоршневой с нецилиндрическим поршнем на газовой смазке МКП основан на принципе динамического взаимодействия тела и потока воздуха. Воспроизводит единицу давления в диапазоне от 10^3 Па до $4 \cdot 10^4$ Па, $СКО \leq 0,4$ Па.

Совершенствование микроманометра МКП реализовано за счет замены его специально разработанными грузопоршневыми манометрами МГП. Современный грузопоршневой манометр позволил повысить точность измерений в 2 раза ($СКО \leq 0,2$ Па). Кроме того, был расширен диапазон измерений за счет увеличения верхнего предела измерений с 40 кПа до 100 кПа.

Общий вид усовершенствованного эталона ГЭТ 95 приведен на рис. 1.

Метрологические характеристики эталона, до совершенствования и после, приведены в табл. 1.

Выводы

На 2020 г. запланирована разработка обновленной государственной поверочной схемы для средств измерений разности давлений до $1 \cdot 10^5$ Па.

Результаты проведенных работ удовлетворяют требованиям технического задания на совершенствование эталона. Работы, запланированные на 2017–2019 гг., выполнены в полном объеме. Полученные результаты исследований подтвердили правильность технических решений, принятых при совершенствовании эталона ГЭТ 95–75.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.



Рис. 1. Общий вид усовершенствованного эталона ГЭТ 95

Fig. 1. General view of the advanced standard GET 95

Таблица 1. Метрологические характеристики эталона ГЭТ 95

Table 1. Metrological characteristics of the standard GET 95

Микроманометр	Метрологические характеристики до совершенствования эталона	Метрологические характеристики после совершенствования эталона
МВК	Диапазон: от 0,1 до 100 Па СКО: 0,05 НСП: 0,05	Диапазон: от 0,05 до 150 Па СКО: 0,025 НСП: 0,025
МКШ	Диапазон: от 100 до 5000 Па СКО: 0,08 НСП: 0,3	Диапазон: от 50 до 5000 Па СКО: 0,04 НСП: 0,15
МКП – МГП	Диапазон: от 5 до 40 кПа СКО: 0,4 НСП: 0,8	Диапазон: от 5 до 100 кПа СКО: 0,2 НСП: 0,4
ГЭТ 95	Диапазон: от 0,1 Па до $4 \cdot 10^4$ Па	Диапазон: от 0,05 до $1 \cdot 10^5$ Па

ЛИТЕРАТУРА

- ГОСТ 8.187–76 Государственная система обеспечения единства измерений (ГСИ). Государственный специальный эталон и общесоюзная поверочная схема для средств измерений разности давлений до $4 \cdot 10^4$ Па. М : Изд-во стандартов, 1976. 9 с.
- Витковский О. С. Государственный первичный специальный эталон единицы давления для разности давлений ГЭТ 95–75. Российская метрологическая энциклопедия: [в 2 т.] / подгот. и издана под ред. В. В. Окрепилова. 2-е изд. Санкт-Петербург: Лики России, 2015. Т. 1. С. 317–319.

3. Горобей В. Н. Государственный специальный эталон единицы давления для разности давлений // Измерительная техника. 2002. № 6. С. 3–4.
4. Белик Н. И. Приборы для измерений малых разностей давлений газов. М. : Машгиз, 1957. 227 с.
5. Хансуваров К. И., Цейтлин В. Г. Техника измерения давления, расхода, количества и уровня жидкости, газа и пара. М. : Изд-во стандартов, 1989. 288 с.

REFERENCE

1. GOST 8.187–76 Gosudarstvennaya sistema obespecheniya yedinstva izmereniy (GSI). Gosudarstvennyy spetsial'nyy etalon i obshchesoynuznaya poverochnaya skhema dlya sredstv izmereniy raznosti davleniy do $4 \cdot 10^4$ Pa [State system for ensuring the uniformity of measurements (GSI). The state special standard and the all-Union calibration scheme for pressure difference measuring instruments up to $4 \cdot 10^4$ Pa]. Standards Publ. Moscow, 1976. 9 p.
2. Vitkovsky O. S. Gosudarstvennyi pervichnyi spetsial'nyi etalon edinitsy davleniia dlia raznosti davlenii GET 95–75 [State primary special standard of pressure unit for pressure difference GET 95–75]. In Okrepilov V. V. (ed.) Russian metrological encyclopedia: in 2 vol. St. Petersburg, 2015. Vol. 1. pp. 317–319. (In Russ.).
3. Gorobei V. N. Gosudarstvennyi spetsial'nyi etalon edinitsy davleniia dlia raznosti davlenii [State special standard of pressure unit for pressure difference]. Measurement Techniques. 2002;6:3–4. (In Russ.).
4. Belik N. I. Pribory dlia izmerenii malykh raznostei davlenii gazov [Instruments for measuring small differences in gas pressures]. Mashgiz Publ. Moscow, 1957. 227 p. (In Russ.).
5. Khansuvarov K. I., Tseitlin V. G. Tekhnika izmereniia davleniia, raskhoda, kolichestva i urovnia zhidkosti, gaza i para [Technique for measuring pressure, flow, quantity and level of liquid, gas and steam]. Standards Publ. Moscow, 1989. 288 p. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Витковский Олег Сергеевич – канд. техн. наук, научный сотрудник ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева».
Российская Федерация, 190005,
г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: O. S. Vitkovskiy@vniim.ru

Тетерук Роман Анатольевич – канд. техн. наук, руководитель научно-исследовательского отдела государственных эталонов в области измерений давления ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева».
Российская Федерация, 190005,
г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: R. A. Teteruk@vniim.ru

Горобей Владимир Николаевич – канд. техн. наук, руководитель лаборатории ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева».
Российская Федерация, 190005,
г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: V. N. Gorobey@vniim.ru

Пименова Анастасия Александровна – инженер первой категории ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева».
Российская Федерация, 190005,
г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: A. A. Pimenova@vniim.ru

Фирсанов Никита Александрович – инженер ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д. И. Менделеева».
Российская Федерация, 190005,
г. Санкт-Петербург, Московский пр., 19
e-mail: N. A. Firsanov@vniim.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Oleg S. Vitkovskiy – PhD (Engineering), researcher D. I. Mendeleev Institute for Metrology.
19 Moskovsky ave.,
St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: O. S. Vitkovskiy@vniim.ru

Roman A. Teteruk – PhD (Engineering), head of the research department of state standards in the field of pressure measurements, D. I. Mendeleev Institute for Metrology.
19 Moskovsky ave.,
St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: R. A. Teteruk@vniim.ru

Vladimir N. Gorobey – PhD (Engineering), head of laboratory D. I. Mendeleev Institute for Metrology.
19 Moskovsky ave.,
St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: V. N. Gorobey@vniim.ru

Anastasiya A. Pimenova – engineer D. I. Mendeleev Institute for Metrology.
19 Moskovsky ave.,
St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: A. A. Pimenova@vniim.ru

Nikita A. Firsanov – engineer D. I. Mendeleev Institute for Metrology.
19 Moskovsky ave.,
St. Petersburg, 190005, Russian Federation
e-mail: N. A. Firsanov@vniim.ru

