

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им. Д.И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»**



УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГУП «ВНИИМ
им. Д.И. Менделеева»

А.Н. Пронин

м.п. «15» декабря 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Меры потока (течи гелиевые) Гелит 1, Гелит 2


Методика поверки

МП 231-0074-2019

Руководитель НИО
государственных эталонов
в области измерений давления


Р.А. Тетерук

Руководитель НИЛ
госэталонов и научных исследований в
области измерений низкого абсолютного
давления и вакуума


А.А. Чернышенко

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на меры потока (течи гелиевые) Гелит 1, Гелит 2 (далее – течи гелиевые) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.2 Методикой поверки не предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	8.1	+	+
Опробование	8.2	+	+
Определение значения воспроизводимого потока и относительной погрешности воспроизводимого потока	8.3	+	+
Определение температурной поправки к потоку	8.4	+	-

2.2 Поверка прекращается в случае обнаружения несоответствия поверяемой течи гелиевой хотя бы одному из пунктов таблицы 1.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны быть применены средства измерений и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 2.

Таблица 2

Номер пункта МП	Наименование и тип (условное обозначение) основного или вспомогательного средства поверки; обозначение нормативного документа, регламентирующего технические требования и (или) метрологические и основные технические характеристики средства поверки
6.1	Термогигрометр ИВА-6Н-Д (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 46434-11).
8.3, 8.4	Эталон единицы потока газа в вакууме в диапазоне значений от $7 \cdot 10^{-10}$ до $2 \cdot 10^{-8}$ Па·м ³ /с по локальной поверочной схемой для средств измерений потока газа в вакууме в диапазоне 10^{-13} – 1 Па·м ³ /с, утвержденной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 19.07.2006 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 3.БКВ.0044.2017) (для модификации Гелит 1). Эталон единицы потока газа в вакууме в диапазоне значений от $3 \cdot 10^{-11}$ до $7 \cdot 10^{-10}$ Па·м ³ /с по локальной поверочной схемой для средств измерений потока газа в вакууме в диапазоне 10^{-13} – 1 Па·м ³ /с, утвержденной ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева» 19.07.2006 (регистрационный номер в Федеральном информационном фонде 3.БКВ.0046.2017) (для модификации Гелит 2).

3.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

3.3 Эталоны, применяемые при поверке, должны быть аттестованы и иметь действующие свидетельства об аттестации эталона.

3.4 Допускается применение средств поверки, не приведенных в перечне, но обеспечивающих определение (контроль) метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 Поверка проводится квалифицированным персоналом лабораторий, аттестованных в установленном порядке.

4.2 К поверке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, прошедшие инструктаж по безопасности труда, имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже II и ознакомленные с эксплуатационной документацией на эталонные и поверяемые средства измерений.

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При поверке должны быть соблюдены требования безопасности труда, производственной санитарии и охраны окружающей среды, изложенные в эксплуатационных документах эталонных и поверяемых средств измерений.

6 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

6.1 Поверку следует проводить при следующих условиях:

- температура окружающего воздуха, °С: от +15 до +25;
- относительная влажность окружающего воздуха, %: не более 80;
- атмосферное давление, кПа: от 86 до 106.

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 При подготовке к поверке мер потока (течей гелиевых) следует:

7.1.1 Проверить наличие документов о поверке (калибровке), аттестации применяемых средств измерений и оборудования.

7.1.2 Проверить работоспособность средств измерений и оборудования, используемых при поверке и подготовить их к работе.

7.1.3 Термостабилизировать меры потока (течи гелиевые) при температуре от 26,5 до 27,5 °С с помощью оборудования, входящего в состав эталонной масс-спектрометрической потокомерной установки.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие течей гелиевых следующим требованиям:

- течи гелиевые должны быть чистыми;
- маркировка течей гелиевых должна соответствовать требованиям технической документации;

- течи гелиевые не должны иметь механических повреждений, влияющих на работу течей гелиевых;

- внешний вид течей гелиевых должен соответствовать конструктивным требованиям, указанным в эксплуатационной документации;

- комплектность течей гелиевых должна соответствовать комплектности, указанной в технической документации.

Течи гелиевые считают прошедшими поверку по данному пункту с положительным результатом, если течи гелиевые соответствуют всем вышеуказанным требованиям.

8.2 Опробование

8.2.1 Опробование производится в соответствии с эксплуатационной документацией на средства измерений, используемые при поверке.

Течи гелиевые считают прошедшими поверку по данному пункту с положительным результатом, если течи гелиевые функционируют в соответствии с эксплуатационной документацией.

8.3 Определение значения воспроизводимого потока и относительной погрешности воспроизводимого потока

8.3.1 Гелиевые потоки в диапазоне от $3 \cdot 10^{-11}$ до $2 \cdot 10^{-8}$ Па·м³/с измеряются в динамическом режиме при откачке масс-спектрометрического анализатора течеискателя эталонной масс-спектрометрической потокомерной установки высоковакуумным насосом. Определение значения воспроизводимого потока и относительной погрешности воспроизводимого потока осуществляется методом сравнения неизвестного потока, создаваемого поверяемой течью гелиевой, с известным потоком, создаваемым эталонной течью.

8.3.2 Порядок измерений следующий:

для эталонной течи (из состава эталона)

- определение фонового сигнала течеискателя α_{ϕ} , мВ (клапаны, соединяющие течи с линией высоковакуумной откачки вакуумного поста открыты, с течеискателем - закрыты);

- определение суммарного сигнала течеискателя $\alpha_{(\phi + \tau)}$, мВ, обусловленного фоновым потоком и потоком эталонной течи (эталонная течь соединена с течеискателем).

Проводится три серии измерений.

для поверяемых течей

- определение фонового сигнала течеискателя α_{ϕ}' , мВ (течи соединены с линией высоковакуумной откачки вакуумного поста, течеискатель изолирован);

- определение суммарного сигнала течеискателя $\alpha_{(\phi + \tau)}$, мВ, обусловленного фоновым потоком и потоком поверяемой течи (поверяемая течь соединена с течеискателем).

Для каждой поверяемой течи проводится три серии измерений.

8.3.3 Обработка результатов измерений

8.3.3.1 Значение воспроизводимого потока поверяемой течи гелиевой определяется по формуле (8.1):

$$Q = Q_{\tau 1} \bar{L}, \quad (8.1)$$

где $Q_{\tau 1}$ - значение потока гелия, воспроизводимого эталонной течью, указанное в свидетельстве о поверке (сертификате калибровки) на эталонную течь, Па·м³/с;

\bar{L} - среднее значение параметра измерений, определяемой по формуле (8.2):

$$\bar{L} = \sum_{i=1}^3 L_i / 3. \quad (8.2)$$

Параметр L_i определяется по формуле (8.3):

$$L_i = \frac{\alpha'_{\phi i} - \alpha_{(\phi+\tau)i}}{\alpha_{\phi i} - \alpha_{(\phi+\tau)i}}, \quad (8.3)$$

где $\alpha'_{\phi i}$ - фоновый сигнал течеискателя (течи гелиевые соединены с линией высоковакуумной откачки вакуумного поста, течеискатель изолирован) при i -ом измерении поверяемой течи гелиевой, мВ;

$\alpha_{(\phi+\tau)i}$ - суммарный сигнал течеискателя обусловленный фоновым потоком и потоком поверяемой течи гелиевой (поверяемая течь гелиевая соединена с течеискателем) при i -ом измерении поверяемой течи гелиевой, мВ;

$\alpha_{\phi i}$ - фоновый сигнал течеискателя (клапаны, соединяющие течи с линией высоковакуумной откачки вакуумного поста открыты, с течеискателем - закрыты) при i -ом измерении эталонной течи, мВ;

$\alpha_{(\phi+\tau)i}$ - суммарный сигнал течеискателя, обусловленный фоновым потоком и потоком эталонной течи (эталонная течь соединена с течеискателем) при i -ом измерении эталонной течи, мВ.

8.3.4 Относительная погрешность воспроизводимого потока определяется по формуле (8.4):

$$\delta(Q_T) = \delta(Q_{T1}) + \delta(\bar{L}), \quad (8.4)$$

где $\delta(Q_{T1})$, $\delta(\bar{L})$ - относительные погрешности определения значений потока эталонной течи (относительная погрешность $\delta(Q_{T1})$ соответствует $\pm 7\%$ для течей гелиевых Гелит 1; $\pm 10\%$ для течей гелиевых Гелит 2).

Относительная погрешность параметра L рассчитывается по формуле (8.5):

$$\delta(\bar{L}) = t \sigma_0(\bar{L}), \quad (8.5)$$

где $t = 1,89$ - коэффициент Стьюдента-Фишера при доверительной вероятности $P = 0,8$ и числе измерений $n = 3$;

$\sigma_0(\bar{L})$ - относительное среднее квадратическое отклонение параметра, определяемое по формуле (8.6):

$$\sigma_0(\bar{L}) = \frac{\sigma(\bar{L})}{\bar{L}} 100\%, \quad (8.6)$$

где $\sigma(\bar{L})$ - среднее квадратическое отклонение параметра L , определяемое по формуле (8.7):

$$\sigma(\bar{L}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{L} - L_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{L} - L_i)^2}{6}}. \quad (8.7)$$

8.3.5 Течи гелиевые считают прошедшими поверку по данному пункту с положительным результатом, если значение воспроизводимого потока находится в диапазоне:

для Гелит 1 – от $7 \cdot 10^{-10}$ до $2 \cdot 10^{-8}$ Па·м³/с;

для Гелит 2 – от $3 \cdot 10^{-11}$ до $7 \cdot 10^{-10}$ Па·м³/с,

при этом относительная погрешность воспроизводимого потока не превышает:

для Гелит 1 – $\pm 15\%$;

для Гелит 2 – $\pm 20\%$.

8.4 Определение температурной поправки к потоку

8.4.1 Температурную поправку к потоку ΔQ_T , $1/^\circ\text{C}$ определяют по формуле (8.8):

$$\Delta Q_T = \frac{Q_2 - Q_1}{(T_2 - T_1) \cdot Q_2}, \quad (8.8)$$

где Q_1 – поток, измеренный при температуре T_1 , $\text{Па} \cdot \text{м}^3/\text{с}$;

Q_2 – поток, измеренный при температуре T_2 , $\text{Па} \cdot \text{м}^3/\text{с}$.

При этом значения T_1 и T_2 должны отличаться друг от друга не менее, чем на 3°C .

8.4.2 Течи гелиевые считают прошедшими поверку по данному пункту с положительным результатом, если температурная поправка к потоку находится в диапазоне от $2,5 \cdot 10^{-2}$ до $3,5 \cdot 10^{-2}$ $1/^\circ\text{C}$.

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 Результаты поверки оформляют протоколом.

9.2 При положительных результатах поверки течи гелиевой оформляется свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

При положительных результатах поверки в паспорт течи гелиевой наносят знак поверки. По требованию заказчика на течь гелиевую может быть выдано свидетельство, в этом случае знак поверки наносится на свидетельство о поверке и (или) паспорт.

9.3 При отрицательных результатах поверки течь гелиевую к применению не допускают, выдают извещение о непригодности к применению с указанием причин.