

**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 <sup>3</sup> /с по локальной поверочной схемой для средств измерений потока газа в вакууме в диапазоне $10^{-13}$ – 1 Па·м <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /с по локальной поверочной схемой для средств измерений потока газа в вакууме в диапазоне $10^{-13}$ – 1 Па·м <sup>3</sup> /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·м<sup>3</sup>/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  $\alpha_{\text{ф}}$ , мВ (клапаны, соединяющие течи с линией высоковакуумной откачки вакуумного поста открыты, с течеискателем - закрыты);

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

Проводится три серии измерений.

#### для поверяемых течей

- определение фонового сигнала течеискателя  $\alpha_{\text{ф}'}$ , мВ (течи соединены с линией высоковакуумной откачки вакуумного поста, течеискатель изолирован);

- определение суммарного сигнала течеискателя  $\alpha_{(\text{ф} + \tau)}$ , 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·м<sup>3</sup>/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·м<sup>3</sup>/с;

для Гелит 2 - от  $3 \cdot 10^{-11}$  до  $7 \cdot 10^{-10}$  Па·м<sup>3</sup>/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  $\Delta Q_T$ ,  $1/^\circ\text{C}$  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  $3^\circ\text{C}$ .

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.