

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель

ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМ

им. Д.И.Менделеева»

Н.И.Ханов

14 февраля 2011 г.

**МЕРЫ ПОТОКА (ТЕЧИ ГЕЛИЕВЫЕ)
СЕРИЙ 10xxxx, Fx4xxx**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 231-0013-2011

Руководитель отдела ГЦИ СИ
ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»


В.Н.Горобей

Санкт-Петербург
2011 г.

1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на меры потока (течи гелиевые) серий 10xxxx, Fx4xxx и устанавливает методы и средства первичной и периодической поверок.

1.2 Межповерочный интервал – 1 год.

2 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки необходимо выполнить операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операций	Номер пункта методики	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7.1	+	+
Опробование	7.2	+	+
Определение значения воспроизведения потока и относительной погрешности воспроизведения потока	7.3	+	+
Оформление результатов поверки	8	+	+

2.2 Поверка прекращается при получении отрицательного результата по п. 7.1 или 7.2 настоящей методики.

При первичной поверке мера потока (течь гелиевая) возвращается изготовителю с изложением причин возврата для проведения мероприятий по их устранению и повторного предъявления. При периодической поверке мера потока (течь гелиевая) возвращается представителю эксплуатационной службы с изложением причин возврата для проведения мероприятий по их устранению и повторного предъявления.

3 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

Номер пункта МП	Наименование и тип основного или вспомогательного средства поверки, номер документа, регламентирующего технические требования к средству, метрологические и основные технические характеристики
6.1	Термометр лабораторный ртутный ТЛ-4-2 с диапазоном измерений от 0 до 55 °С, абсолютная погрешность $\pm 0,1$ °С Гигрометр ВИТ-2 с диапазоном измерений от 10 до 100 %, абсолютная погрешность ± 5 % Барометр-анероид БАММ-1 с диапазоном измерений от 80 до 106 кПа, абсолютная погрешность $\pm 0,2$ кПа
8.3	Рабочий эталон единицы потока газа в вакууме ВЭТ 49-2-06, диапазон измерений от 10^{-13} до 1 Па·м ³ /с; среднее квадратическое отклонение не более 0,015

3.2 Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке. Испытательное оборудование должно быть аттестовано и иметь действующий аттестат или отметку в паспорте.

3.3 Допускается применение других средств измерения, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерения с требуемой точностью.

4 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ ПОВЕРИТЕЛЕЙ

4.1 К поверке допускаются лица, аттестованные в качестве поверителей, прошедшие местный инструктаж по безопасности труда, инструктаж по работе на рабочем эталоне единицы потока газа в вакууме ВЭТ 49-2-06 и имеющие квалификационную группу по электробезопасности не ниже II.

4.2 К поверке допускаются лица, ознакомленные с эксплуатационной документацией на рабочий эталон единицы потока газа в вакууме ВЭТ 49-2-06 и руководством по эксплуатации «Меры потока (течи гелиевые) серий 10xxxx, Fx4xxx. Руководство по эксплуатации».

5 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

5.1 При поверке мер потока (течей гелиевых) 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 При проведении операций поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- | | |
|---------------------------------------|----------------|
| – температура окружающего воздуха, °С | 20±2 |
| – относительная влажность воздуха, % | 60±20 |
| – атмосферное давление, кПа | от 84 до 106,7 |

7 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

7.1 Проверить при периодической поверке наличие свидетельства о предыдущей поверке мер потока (течей гелиевых).

7.2 Проверить наличие руководства по эксплуатации «Меры потока (течи гелиевые) 10xxxx, Fx4xxx. Руководство по эксплуатации».

7.3 Проверить работоспособность рабочего эталона единицы потока газа в вакууме ВЭТ 49-2-06.

8 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

8.1 Внешний осмотр

8.1.1 При проведении внешнего осмотра мер потока (течей гелиевых) устанавливается наличие маркировки и отсутствие внешних дефектов, повреждений и следов коррозии, влияющих на правильность функционирования и метрологические характеристики поверяемого СИ.

8.1.2 Мера потока (течь гелиевая), не удовлетворяющая требованиям п.8.1.1 настоящей методики, не подлежит поверке до устранения неисправностей и несоответствий. После их устранения внешний осмотр проводят в полном объеме.

8.2 Опробование

8.2.1 Снять защитный пластиковый колпачок с меры потока (течи гелиевой).

8.2.2 Присоединить поверяемую меру потока (течь гелиевую) к вакуумной системе рабочего эталон единицы потока газа в вакууме ВЭТ 49-2-06 (далее по тексту ВЭТ 49-2-06).

8.2.3 Проверить наличие сигнала (изменение давления) от поверяемой меры потока (течи гелиевой).

8.2.4 Результат поверки меры потока (течи гелиевой), не удовлетворяющей требованиям п. 8.2.3 настоящей методики, считается отрицательным.

8.3 Определение значения воспроизведения потока и относительной погрешности воспроизведения потока

8.3.1 Значения воспроизведения потока поверяемых мер потока (течей гелиевых) в диапазоне от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ Па·м³/с определяют в динамическом режиме на редуктометрическом измерительном блоке ВЭТ 49-2-06. В основе работы редуктометрического измерительного блока лежит способ сравнения неизвестного потока, создаваемого поверяемой течью, с известным (номинальным) потоком, создаваемым ВЭТ 49-2-06.

Определение воспроизведения потока мер потока (течей гелиевых) в диапазоне от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ Па·м³/с проводится в следующем порядке:

8.3.1.1 Воспроизведение номинального потока от ВЭТ 49-2-06

8.3.1.1.1 На ВЭТ 49-2-06 воспроизвести номинальное значение потока $Q_{ЭТ}$, близкое по значению к поверяемой мере потока (течи гелиевой).

8.3.1.1.2 Определить фоновый сигнал $\alpha_{\phi I}$ масс-спектрометра, входящего в редуктометрического измерительного блока ВЭТ 49-2-06, (клапаны, соединяющие эталон с линией вакуумной откачки открыты, с масс-спектрометром – закрыты).

8.3.1.1.3 Определить суммарный сигнал $\alpha_{(\phi I + T I)}$ масс-спектрометра, обусловленный фоновым потоком и потоком от ВЭТ 49-2-06 (эталон соединен с масс-спектрометром).

8.3.1.1.4 Рассчитать значение сигнала $\Delta\alpha_{T I}$ масс-спектрометра от ВЭТ 49-2-06, которое равно разности суммарного и фонового сигналов.

8.3.1.1.5 Произвести три серии измерений по п.п. 8.3.1.1.2 ÷ 8.3.1.1.4. Результаты занести в протокол, форма которого приведена в Приложении А.

8.3.1.2 Определение значения воспроизведения потока от поверяемой меры потока (течи гелиевой)

8.3.1.2.1 Определить фоновый сигнал α_{ϕ} масс-спектрометра (клапаны, соединяющие поверяемую меру с линией вакуумной откачки открыты, с масс-спектрометром - закрыты).

8.3.1.2.2 Определить суммарный сигнал масс-спектрометра $\alpha_{(\phi + T)}$, обусловленный фоновым потоком и потоком от поверяемой меры потока (поверяемая мера соединена с масс-спектрометром).

8.3.1.2.3 Рассчитать значение сигнала $\Delta\alpha_T$ масс-спектрометра от поверяемой меры потока (течи гелиевой), которое равно разности суммарного и фонового сигналов.

8.3.1.2.4 Произвести три серии измерений по п.п. 8.3.1.2.1 ÷ 8.3.1.2.3. Результаты занести в протокол, форма которого приведена в Приложении А.

8.3.1.2.5 Вычислить значение параметра L_i по формуле

$$L_i = (\Delta\alpha_T)_i / (\Delta\alpha_{T I})_i, \quad (8.1)$$

где $(\Delta\alpha_T)_i$ - значение сигнала масс-спектрометра от поверяемой меры потока (течи гелиевой) при i -ом измерении, в единицах измерения масс-спектрометра;

$(\Delta\alpha_{T I})_i$ - значение сигнала масс-спектрометра от ВЭТ 49-2-06 при i -ом измерении, в единицах измерения масс-спектрометра.

8.3.1.2.6 Значение воспроизведения потока поверяемой меры потока (течи гелиевой) Q в диапазоне от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ Па·м³/с, измеряемой на редуктометрическом измерительном блоке ВЭТ 49-2-06, определить по формуле

$$Q = Q_{ЭТ} \bar{L}, \quad (8.2)$$

где $Q_{ЭТ}$ – номинальное значение потока гелия от ВЭТ 49-2-06, Па·м³/с;

\bar{L} – среднее значение параметра измерений, $\bar{L} = \sum_{i=1}^3 L_i / 3$

8.3.1.2.5 Результаты расчетов занести в протокол, форма которого приведена в Приложении А.

8.3.2 Определение относительной погрешности воспроизведения потока для мер потока (течей гелиевых) с диапазоном от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ Па·м³/с.

8.3.2.2 Вычислить относительную погрешность параметра L по формуле

$$\delta(\bar{L}) = t\sigma_0(\bar{L}), \quad (8.3)$$

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:

$$\sigma_0(\bar{L}) = \frac{\sigma(\bar{L})}{\bar{L}} 100\%, \quad (8.4)$$

где $\sigma(\bar{L})$ - среднее квадратическое отклонение параметра L :

$$\sigma(\bar{L}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{L} - L_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{L} - L_i)^2}{6}}. \quad (8.5)$$

8.3.2.1 Относительную погрешность воспроизведения потока поверяемой меры потока (течи гелиевой), в % определить по формуле

$$\delta(Q) = \delta(Q_{ЭТ}) + \delta(\bar{L}), \quad (8.6)$$

где $\delta(Q_{ЭТ})$, $\delta(\bar{L})$ - относительные погрешности ВЭТ 49-2-06 и параметра L , соответственно, %.

8.3.2.3 Результаты расчетов занести в протокол, форма которого приведена в Приложении А.

8.3.3 Значения воспроизведения потока поверяемых мер потока (течей гелиевых) в диапазоне свыше $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-5}$ Па·м³/с определяют в статическом режиме с использованием кумулятивного измерительного блока ВЭТ 49-2-06. В основе работы лежит принцип накопления газа в известном объеме.

Определение воспроизведения потока мер потока (течей гелиевых) в диапазоне свыше $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-5}$ Па·м³/с проводится в следующем порядке:

8.3.3.1 Присоединить меру потока (течь гелиевую) к вакуумной системе кумулятивного измерительного блока ВЭТ 49-2-06.

8.3.3.2 Определить объем вакуумной системы V после подсоединения меры потока (течи гелиевой) к вакуумной системе кумулятивного измерительного блока ВЭТ 49-2-06.

8.3.3.3 Откачать вакуумную систему кумулятивного измерительного блока ВЭТ 49-2-06 до остаточного давления $P_0 \approx 10^{-3}$ Па. Зафиксировать значение остаточного давления P_0 .

8.3.3.4 В момент времени τ_0 закрыть клапан, соединяющий измерительную камеру с линией вакуумной откачки, и открыть клапан, соединяющий меру потока (течь гелиевую) с измерительной камерой. В момент времени τ_1 измерить давление P' , установившееся в измерительной камере.

8.3.3.5 Закрыть клапан, соединяющий меру потока (течь гелиевую) с измерительной камерой, открыть клапан, соединяющий измерительную камеру с линией вакуумной откачки. Откачать вакуумную систему до остаточного давления P_0 .

8.3.3.6 В момент времени τ_0 закрыть клапан, соединяющий измерительную камеру с линией вакуумной. В момент времени τ_1 измерить давление P'' , установившееся в измерительной камере.

8.3.3.7 Произвести три серии измерений по п.п. 8.3.3.3 ÷ 8.3.3.6. Результаты занести в протокол, форма которого приведена в Приложении Б.

8.3.3.8 Значение воспроизведения потока поверяемой течи Q в диапазоне свыше $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-5}$ Па·м³/с, измеряемой на кумулятивном измерительном блоке ВЭТ 49-2-06, определить по формуле

$$Q = V \frac{P_1 - P_2}{\tau_1 - \tau_0}, \quad (8.7)$$

где $P_1 = P' - P_0$ - изменение давления в объеме измерительной системы с поверяемой мерой потока (течью гелиевой) за время накопления, Па;

$P_2 = P'' - P_0$ - изменение давления в объеме измерительной системы без меры потока (течи гелиевой) за время накопления, Па;

P_0 - предельное остаточное давление в системе, Па;

P' - давление в системе с мерой потока (течью гелиевой) за время накопления, Па;

P'' - давление в системе без меры потока (течи гелиевой) за время накопления, Па;

V - определенный объем измерительной системы, м³;

τ_0 - момент времени начала накопления, с;

τ_1 - момент времени окончания накопления, с.

8.3.3.9 Среднее значение воспроизведения потока определить по формуле

$$\bar{Q} = \sum_{i=1}^3 Q_i / 3. \quad (8.8)$$

8.3.3.10 Результаты расчетов занести в протокол, форма которого приведена в Приложении Б.

8.3.4 Определение относительной погрешности воспроизведения потока для мер потока (течей гелиевых) с диапазоном свыше $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-5}$ Па·м³/с.

8.3.4.2 Вычислить относительную погрешность воспроизведения потока $\delta(\bar{Q})$ по формуле

$$\delta(\bar{Q}) = t \sigma_0(\bar{Q}), \quad (8.9)$$

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

$\sigma_0(\bar{Q})$ - относительное среднее квадратическое отклонение значения потока:

$$\sigma_0(\bar{Q}) = \frac{\sigma(\bar{Q})}{\bar{Q}} 100\%, \quad (8.10)$$

где $\sigma(\bar{Q})$ - среднее квадратическое отклонение значения потока:

$$\sigma(\bar{Q}) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\bar{Q} - Q_i)^2}{n(n-1)}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^3 (\bar{Q} - Q_i)^2}{6}}. \quad (8.11)$$

8.3.4.1 Относительную погрешность воспроизведения потока поверяемой меры потока (течи гелиевой) в % определить по формуле

$$\delta(Q) = \delta(Q_{гр}) + \delta(\bar{Q}), \quad (8.12)$$

8.3.4.3 Результаты расчетов занести в протокол.

8.3.5 Результаты поверки считаются положительными, если значение воспроизведения потока поверяемых мер потока (течей гелиевых) находится в диапазоне, указанном в таблице 8.1, а относительная погрешность воспроизведения потока не превышает $\pm 15\%$.

Таблица 8.1

Наименование средства измерений	Модификация	Диапазон значений воспроизведения потока при температуре 20 °С, Па·м ³ /с
10XXXX	109240	$1 \cdot 10^{-9} \dots 1 \cdot 10^{-8}$
	109241	$1 \cdot 10^{-9} \dots 1 \cdot 10^{-8}$
	108111	$1 \cdot 10^{-6} \dots 9 \cdot 10^{-6}$
FX4XXX	F049XX	$1 \cdot 10^{-10} \dots 3 \cdot 10^{-10}$
	FV49XX	
	F048XX	$1 \cdot 10^{-9} \dots 3 \cdot 10^{-9}$
	FV48XX	
	F047XX	$1 \cdot 10^{-8} \dots 3 \cdot 10^{-8}$
	FV47XX	
	F043XX	$3 \cdot 10^{-8} \dots 6 \cdot 10^{-8}$
	FV43XX	
	F046XX	$1 \cdot 10^{-7} \dots 3 \cdot 10^{-7}$
	FV46XX	
	F045XX	$5 \cdot 10^{-7} \dots 8 \cdot 10^{-7}$
	FV45XX	
	FV44XX	$1 \cdot 10^{-6} \dots 3 \cdot 10^{-6}$
	FV42XX	$5 \cdot 10^{-6} \dots 8 \cdot 10^{-6}$
FV41XX	$1 \cdot 10^{-5} \dots 3 \cdot 10^{-5}$	

9 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

9.1 На меру потока (течь гелиевую), признанную годной по результатам поверки, оформляют свидетельство о поверке установленной формы.

9.2 При отрицательных результатах поверки меру потока (течь гелиевую) к применению не допускают, выдают извещение о непригодности с указанием причин.

Руководитель группы ГЦИ СИ
«ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»



А.А.Чернышенко

Приложение А
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки мер потока (течей гелиевых) серий 10xxxx, Fx4xxxx с диапазоном воспроизведения потока от $1 \cdot 10^{-10}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ Па·м³/с, измеряемых на редуктометрическом измерительном блоке рабочего эталона единицы потока газа в вакууме ВЭТ 49-2-06

Дата: _____

Температура окружающей среды: _____, °С

Относительная влажность воздуха: _____, %

Атмосферное давление: _____, кПа

Номинальное значение потока от эталона, $Q_{эт}$: _____, Па·м³/с

Заводской номер поверяемой меры потока (течи гелиевой)	Сигнал от эталона			Поверяемая мера потока (течь гелиевая)						
	Значение фоновго сигнала, α_{ϕ}	Значение суммарного сигнала, $\alpha_{(\phi+\Gamma)}$	Значение сигнала, $\Delta\alpha_{\Gamma}$ ($\Delta\alpha_{\Gamma} = \alpha_{(\phi+\Gamma)} - \alpha_{\phi}$)	Значение фоновго сигнала, α_{ϕ}	Значение суммарного сигнала, $\alpha_{(\phi+\Gamma)}$	Значение сигнала течи, $\Delta\alpha_{\Gamma}$ ($\Delta\alpha_{\Gamma} = \alpha_{(\phi+\Gamma)} - \alpha_{\phi}$)	Параметр, L	Среднее значение параметра, L	Значение воспроизведения потока, Q, Па·м ³ /с	Относительная погрешность, $\delta(Q)$, %

Результаты поверки _____

Поверитель _____ (ФИО)

Приложение Б
(рекомендуемое)

Форма протокола поверки для мер потока (течей гелиевых) серий 10xxxx, Fx4xxxx
с диапазоном воспроизведения потока от $1 \cdot 10^{-7}$ до $3 \cdot 10^{-5}$ Па·м³/с,
измеряемых с использованием кумулятивного измерительного блока рабочего эталона
единицы потока газа в вакууме ВЭТ 49-2-06

Дата: _____

Температура окружающей среды: _____, °С

Относительная влажность воздуха: _____, %

Атмосферное давление: _____, кПа

Остаточное давление P_0 _____, Па

Заводской номер течи	Объем, V , м ³	Изменение давления в объеме накопления, $(P_1 - P_2)$, Па	Время накопления, $(\tau_1 - \tau_0)$, с	Значение воспроизведения потока, Q , Па·м ³ /с	Среднее значение воспроизведения потока, $Q_{ср}$, Па·м ³ /с	Относительная погрешность, $\delta(Q)$, %

Результаты поверки _____

Поверитель _____ (ФИО)