

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходомерии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора по развитию
ФГУП «ВНИИР»



А.С.Тайбинский

2018 г.

ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Установка поверочная УПСМ 0,005/30

Методика поверки
МП 0865-13-2018

Начальник отдела НИО-13

А.И. Горчев

Тел. отдела: (843)272-11-24

г. Казань
2018

Настоящая инструкция распространяется на установку поверочную УПСМ 0,005/30 (далее - установка) и устанавливает методику, объём и последовательность первичной поверки при выпуске из производства и после ремонта и периодической поверки в условиях эксплуатации.

Интервал между поверками – 2 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки должны быть выполнены операции согласно таблице 1.

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операции при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Подготовка к поверке	6	да	да
Внешний осмотр	7.1	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	7.2	да	да
Проверка герметичности измерительной магистрали установки	7.3	да	да
Опробование	7.4	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода	7.5	да	да
Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода, приведенных к стандартным условиям	7.6	да	да
Оформление результатов поверки	8	да	да

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 по ГОСТ Р 8.618-2014, диапазон воспроизведения единиц объемного расхода газа от 0,0003 до 16000 м³/ч, СКО $1 \cdot 10^{-4} \div 3 \cdot 10^{-4}$, НСП $5 \cdot 10^{-4} \div 12 \cdot 10^{-4}$;
- генератор сигналов специальной формы AWG-4105 (регистрационный № 53406-13), диапазон воспроизводимых частот от 10 мГц до 5 МГц, пределы основной относительной погрешности $\pm 1 \cdot 10^{-4}$;
- термометр сопротивления платиновый вибропрочный эталонный ПТСВ-5-3 (регистрационный № 49400-12), диапазон измерения от минус 50 до плюс 250 °С с абсолютной погрешностью $\pm 0,04$ °С;
- измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ8.10 (регистрационный № 19736-11), диапазон измерения от минус 200 до плюс 250 °С с абсолютной погрешностью $\pm (0,0035 + 10^{-5} \cdot t)$ °С;
- термостат LAUDA ECO RE 1050, диапазон воспроизведения температуры от минус 35 до плюс 80 °С, стабильность поддержания температуры 0,02 °С.

Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых СИ с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

К проведению поверки допускаются лица, имеющие соответствующую квалификацию, изучившие данную инструкцию, эксплуатационную документацию на установки, прошедшие инструктаж в установленном порядке.

4 Требования безопасности

4.1 При проведении испытаний должны соблюдаться требования безопасности, указанные в:

- ГОСТ 12.2.007.0-75, Правилах устройства электроустановок (ПУЭ);
- правилах техники безопасности, действующие в месте проведения поверки;
- эксплуатационной документации на установки;
- эксплуатационной документации на средства поверки и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

4.2 Источником опасности при проведении испытаний является – электрический ток, применяемый для работы поверочного оборудования.

5 Условия поверки

5.1 В качестве поверочной среды используют воздух.

5.2 Поверку проводят при нормальных условиях измерений в соответствии с ГОСТ 8.395-80:

- | | |
|---|---|
| - температура окружающего воздуха, °С | 20 ± 5 |
| - относительная влажность окружающего воздуха, % | от 30 до 80 |
| - атмосферное давление, кПа | от 84,0 до 106,7 |
| - номинальное напряжение электропитания, В | 400 ^{+10%} _{-15%} / 230 ^{+10%} _{-15%} |
| - номинальная частота питающей сети, Гц | 50 ± 1 |
| - разность температур окружающего воздуха и поверочной среды, °С не более | 0,5 |
| - скорость изменения температуры окружающего воздуха и поверочной среды, °С/ч, не более | 1 |

6 Подготовка к поверке

6.1 Установку представляют на поверку со следующими документами:

- свидетельство о последней поверке установки (при периодической поверке);
- сертификат калибровки на критические сопла (далее – КС), входящих в состав установки; калибровка КС должна быть выполнена с применением государственного первичного эталона единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с утвержденной методикой калибровки;
- свидетельства о поверке средств измерений, входящих в состав установки;
- руководство по эксплуатации.

6.2 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверку наличия действующих свидетельств о поверке средств измерений, входящих в состав установки;
- проверку выполнения условий п.4 и п.5 настоящей инструкции;
- подготовку установки к работе согласно эксплуатационной документации.

7 Проведение поверки

7.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- перечень применяемых в составе установки средств измерений должен соответствовать описанию типа установки;
- комплектность установки;
- отсутствие механических повреждений элементов конструкции установки, отсутствие ржавчины на элементах конструкции;
- отсутствие видимых разрушений и сколов на лакокрасочных и гальванических покрытиях деталей и агрегатов установки;
- отсутствие механических повреждений кабелей и соединительных трубопроводов.

7.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения (далее – ПО)

Для проверки идентификационных данных проверяются:

- контрольная сумма (Помощь/О программе); контрольные суммы можно дополнительно вычислить сторонним ПО по алгоритму MD5.
- идентификационное наименование ПО;
- номер версии (идентификационный номер) ПО;

Результаты поверки по данной операции считаются положительными, если полученные идентификационные данные ПО соответствуют идентификационным данным, указанным в описании типа.

7.3 Проверка герметичности измерительной магистрали установки

Вручную закрыть отсечные краны на вакуумных ресиверах.

Запустить процедуру проверки герметичности из состава ПО установки и провести измерения в автоматическом режиме, при этом алгоритм проверки должен выполняться в следующей последовательности:

- 1) Закрываются краны на входе в верхний коллектор установки и на всех КС кроме КС с наименьшим расходом и крана на выходе нижнего коллектора.
- 2) Включается вакуумный насос и при достижении перепада давления 5 кПа по показаниям датчика перепада давления, установленного в верхнем коллекторе установки, закрывается кран на выходе нижнего коллектора и затем отключается вакуумный насос.
- 3) По истечении не менее 5 (пяти) минут фиксируется начальное значение перепада давления по показаниям датчика перепада давления, установленного в верхнем коллекторе установки. Начальное значение перепада давления должно быть не менее 4,5 кПа.
- 4) По истечении следующих 20 (двадцати) минут фиксируется конечное значение перепада давления по показаниям датчика перепада давления, установленного в верхнем коллекторе установки.

Установка считается герметичной, если алгоритм проверки герметичности выполняется в соответствии с вышеуказанной последовательностью, а изменение перепада давления за 20 минут не превышает 7 Па.

7.4 Опробование

При опробовании проверяют выполнение критического режима истечения потока воздуха на КС и диапазон воспроизводимых установкой расходов.

Проверку выполняют на минимальном и максимальном воспроизводимых установкой расходах без установки поверяемого средства.

Запускают установку в режиме воспроизведения минимального объемного расхода путем открытия КС с наименьшим расходом и фиксируют величину разрежения по показаниям манометра цифрового ДМ5001 из состава установки.

Запускают установку в режиме воспроизведения максимального объемного расхода путем открытия набора КС, обеспечивающего наибольший расход и фиксируют величину разрежения по показаниям манометра цифрового ДМ5001 из состава установки.

Установка считается выдержавшей испытание, если:

- величина разрежения на минимальном и максимальном расходах составляет не менее $0,55 \text{ кгс/см}^2$;
- наименьший объемный расход составляет не более $0,005 \text{ м}^3/\text{ч}$, а наибольший не менее $30 \text{ м}^3/\text{ч}$.

7.5 Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода

7.5.1 Подключить генератор сигналов специальной формы AWG-4105 (далее – генератор) к импульсному входу установки для счетчиков. Установить на генераторе частоту следования импульсов 100 Гц, синусоидальной формы с амплитудой 8В.

В ПО установки задать режим проверки счётчика. Указать число ожидаемых импульсов с поверяемого счётчика не менее 10000 импульсов. Запустить проверку.

По окончании отсчёта заданного числа импульсов и получения значения отсчитанного числа импульсов и измеренного времени определить время прохождения импульсов с генератора $\tau_{\text{ген}}$, с, по формуле

$$\tau_{\text{ген}} = \frac{N}{f}, \quad (1)$$

где N – количество импульсов, заданное генератором;

f – частота следования импульсов, заданная генератором, Гц.

Вычислить относительную погрешность по каналу времени δ_τ , %, по формуле

$$\delta_\tau = \frac{(\tau_{\text{уст}} - \tau_{\text{ген}})}{\tau_{\text{ген}}} 100 \%, \quad (2)$$

где $\tau_{\text{уст}}$ – время по показаниям установки, с.

Повторить описанную операцию не менее трех раз.

Относительная погрешность канала времени δ_τ при каждом измерении не должна превышать $\pm 0,05 \%$.

7.5.2 Установить в термостат термометр сопротивления установки и эталонный термометр. Задать последовательно значения температур $(15 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$; $(20 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$; $(25 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$.

Провести измерение температуры эталонным термометром и каналом температуры измеряемой среды.

Сравнить показания канала температуры измеряемой среды и показания эталонного термометра. Показания канала температуры измеряемой среды смотреть по показаниям на мониторе ПК.

Вычислить абсолютную погрешность канала температуры измеряемой среды ΔT , °С, по формуле:

$$\Delta T = t_{и} - t_{э}, \quad (3)$$

где $t_{э}$ – значение температуры, измеренное эталонным средством, °С;

$t_{и}$ – результат измерения температуры, отображенный на мониторе ПК, °С.

Программное обеспечение установки имеет встроенную процедуру определения погрешности канала температуры измеряемой среды, с помощью которой автоматически вычисляется погрешность в заданной точке измерения и формируются протокол проведения поверки.

Абсолютная погрешность канала температуры измеряемой среды ΔT не должна превышать $\pm 0,2$ °С ($\pm 0,2$ К).

7.5.3 Определить относительную погрешность воспроизведения объема и объемного расхода $\delta_{эу}$, %, по формуле

$$\delta_{эу} = \sqrt{\delta_{кс}^2 + 0,25\delta_T^2 + \left(\frac{\Delta P}{Pa}\right)^2 \delta_{Pa}^2 + \left(\frac{\Delta P_{общ}}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_{общ}}^2 + \left(\frac{\Delta P_i}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_i}^2 + \delta_{\tau}^2 + \delta_{f\varphi}^2}, \quad (4)$$

где $\delta_{кс}$ – относительная расширенная неопределенность калибровки КС (определяют по сертификату о калибровке КС), %;

δ_T – относительная погрешность канала температуры измеряемой среды (определяют по формуле [5]), %;

δ_{Pa} – относительная погрешность канала атмосферного давления (определяют по формуле [6]), %;

$\delta_{\Delta P_{общ}}$ – относительная погрешность канала перепада давления между входом в критическое сопло и атмосферным давлением (определяют по формуле [7]), %;

$\delta_{\Delta P_i}$ – относительная погрешность канала перепада давления между атмосферным давлением и точкой отбора давления на i -м поверяемом счетчике (определяют по формуле [8]), %;

δ_{τ} – относительная погрешность канала времени (определяют по формуле [2]), %;

$\delta_{f\varphi}$ – относительная погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха (определяют по формуле [9]), %;

$\Delta P_{общ}$ – перепад давления между входом в критическое сопло и атмосферным давлением (в расчетах погрешности принимается равному 0,2 кПа при эксплуатации установки, при котором $\Delta P_{общ}$ вносит наибольший вклад), кПа;

ΔP_i – перепад давления между атмосферным давлением и точкой отбора давления на i -м поверяемом счетчике (в расчетах погрешности принимается равному 0,1 кПа при эксплуатации установки, при котором ΔP_i вносит наибольший вклад), кПа;

Pa – атмосферное давление воздуха (в расчетах погрешности принимается равному минимальному атмосферному давлению воздуха 84 кПа при эксплуатации установки, при котором Pa вносит наибольший вклад), кПа.

7.5.3.1 Относительную погрешность канала температуры измеряемой среды δ_T , %, определяют по формуле

$$\delta_T = \frac{\Delta T}{T} 100\%, \quad (5)$$

где ΔT – абсолютная погрешность канала температуры измеряемой среды (определяют по формуле [3]), К;

T – термодинамическая температура воздуха (в расчетах погрешности принимается равной минимальной температуре 288,15 К при эксплуатации установки, при которой T вносит наибольший вклад), К.

7.5.3.2 Относительную погрешность канала атмосферного давления δ_{Pa} , %, определяют по формуле

$$\delta_{Pa} = \frac{\gamma_{Pa} \cdot ДИ}{Pa}, \quad (6)$$

где γ_{Pa} – приведенная погрешность преобразователя атмосферного давления, %;
ДИ – диапазон измерений преобразователя атмосферного давления, кПа.

7.5.3.3 Относительную погрешность канала перепада давления между входом в критическое сопло и атмосферным давлением $\delta_{\Delta P_{общ}}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\Delta P_{общ}} = \frac{\gamma_{\Delta P_{общ}} \cdot ДИ}{\Delta P_{общ}}, \quad (7)$$

где $\gamma_{\Delta P_{общ}}$ – приведенная погрешность преобразователя перепада давления, %;
ДИ – диапазон измерений преобразователя перепада давления, кПа.

7.5.3.4 Относительную погрешность канала перепада давления между атмосферным давлением и точкой отбора давления на i -м поверяемом счетчике $\delta_{\Delta P_i}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\Delta P_i} = \frac{\gamma_{\Delta P_i} \cdot ДИ}{\Delta P_i}, \quad (8)$$

где $\gamma_{\Delta P_i}$ – приведенная погрешность преобразователя перепада давления, %;
ДИ – диапазон измерений преобразователя перепада давления, кПа.

7.5.3.5 Относительную погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха $\delta_{f\varphi}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{f\varphi} = \sqrt{(0,002)^2 \delta_T^2 + (0,004)^2 \delta_{Pa}^2 + (0,002)^2 \delta_\varphi^2}, \quad (9)$$

$$\delta_\varphi = \frac{\Delta_\varphi}{\varphi} 100 \%, \quad (10)$$

где δ_φ – относительная погрешность канала относительной влажности измеряемой среды, %;

Δ_φ – абсолютная погрешность преобразователя относительной влажности измеряемой среды (для измерителя влажности и температуры ИВТМ-7 с преобразователем ИПВТ-03 $\Delta_\varphi = \pm 2$ %), %;

φ – относительная влажность измеряемой среды (принимается равной минимальной относительной влажности воздуха 30 % при эксплуатации установки, при которой φ вносит наибольший вклад), %.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность воспроизведения объемного расхода и объема δ_{Σ} не превышает $\pm 0,3$ %;

7.6 Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода, приведенных к стандартным условиям

Определить относительную погрешность воспроизведения объема и объемного расхода, приведенных к стандартным условиям $\delta_{\text{ЭУ}}^C$, %, по формуле

$$\delta_{\text{ЭУ}}^C = \sqrt{\delta_{\text{ЭУ}}^2 + \delta_T^2 + \delta_{Pa}^2 + \left(\frac{\Delta P_{\text{общ}}}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_{\text{общ}}}^2 + \left(\frac{\Delta P_i}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P_i}^2}, \quad (11)$$

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность воспроизведения объемного расхода и объема, приведенных к стандартным условиям, $\delta_{\text{ЭУ}}^C$ не превышает $\pm 0,3$ %.

8 Оформление результатов поверки

8.1 Результаты поверки представляют в виде протокола по форме, приведенной в Приложении А.

8.2 При положительных результатах поверки установку признают годной к применению, оформляют свидетельство о поверке в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

8.3 Если установка по результатам поверки признана непригодной к применению, свидетельство о поверке аннулируется и выписывают извещение о непригодности к применению в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 2 июля 2015 г. №1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

Приложение А
Форма протокола поверки установки поверочной УПСМ 0,005/30
(обязательное)

ПРОТОКОЛ № _____

ПОВЕРКИ УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНОЙ УПСМ 0,005/30, зав. № 01
от « _____ » _____ 201 ____ г.

1 Внешний осмотр (с указанием перечня СИ в составе установки, сведений о поверке (калибровки): _____

2 Подтверждение соответствия программного обеспечения: соответствует описанию типа/несоответствует описанию типа

3 Проверка герметичности: _____

4 Опробование: _____

5 Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода

Таблица А.1 – Определение относительной погрешности канала времени

№ измерения	Показания эталонного СИ, с	Показания установки, с	Относительная погрешность, %	Допускаемая погрешность, %
1				
2				
3				

Таблица А.2 – Определение относительной погрешности канала температуры измеряемой среды

Заданное значение температуры, °С	Показания эталонного СИ, °С	Показания установки, °С	Абсолютная погрешность, °С	Допускаемая погрешность, °С

Таблица А.3 – Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода

$\delta_{кс}, \%$	$\delta_T, \%$	$\delta_{Pa}, \%$	$\delta_{\Delta P_{общ}}, \%$	$\delta_{\Delta P_i}, \%$	$\delta_{\tau}, \%$	$\delta_{f\varphi}, \%$	$\delta_{\Sigma}, \%$	Допускаемая погрешность $\delta_{\Sigma}, \%$

6 Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода, приведенных к стандартным условиям

Таблица А.4

$\delta_{\Sigma}, \%$	$\delta_T, \%$	$\delta_{Pa}, \%$	$\delta_{\Delta P_{общ}}, \%$	$\delta_{\Delta P_i}, \%$	$\delta_{\Sigma}^c, \%$	Допускаемая погрешность $\delta_{\Sigma}^c, \%$

Вывод: _____

Заключение: Установка поверочная УПСМ 0,005/30, зав. № 01, соответствует (не соответствует) установленным в описании типа метрологическим требованиям и признана (не признана) пригодной к применению

Поверитель _____

Подпись _____

Инициалы, фамилия _____