

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РАСХОДОМЕТРИИ –
ФИЛИАЛ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИТАРНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ МЕТРОЛОГИИ
им.Д.И.МЕНДЕЛЕЕВА»
ВНИИР – филиал ФГУП «ВНИИМ им.Д.И.Менделеева»

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора филиала по
развитию

_____ А.С. Тайбинский

« 06 »

декабря

2021 г.



Государственная система обеспечения единства измерений

УСТАНОВКИ ПОВЕРОЧНЫЕ АУРС-К

Методика поверки
МП 1348-13-2021

Начальник отдела ИИО-13

_____ А.И. Горчев
Тел. отдела: (843)272-11-24

Казань
2021

1 Общие положения

Настоящий документ распространяется на установки поверочные АУРС-К (далее - установки) и устанавливает последовательность и методику их первичных и периодических поверок.

Установки поверочные АУРС-К предназначены для воспроизведения объёмного расхода (далее – расхода) и измерения объёма газа при поверке и калибровке ультразвуковых, диафрагменных, ротационных, турбинных, вихревых расходомеров и счётчиков газа, в том числе с встроенной функцией приведения по температуре (термокоррекцией, термокомпенсацией).

В ходе реализации данной методики поверки обеспечивается передача единицы объёмного и массового расхода газа соответствии с государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объёмного и массового расхода газа, подтверждающая прослеживаемость к Государственному первичному эталону единиц объёмного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 методом непосредственного сличения.

2 Перечень операций поверки средства измерений

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
Внешний осмотр средства измерений	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения средства измерений	9	Да	Да
Определение метрологических характеристик средства измерений	10	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да
Оформление результатов поверки	12	Да	Да

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха от плюс 10 до плюс 30 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80%;
- абсолютное давление от 84 до 106,7 кПа.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица, изучившие данную методику, эксплуатационную документацию на установки, и прошедшие инструктаж в установленном порядке.

Работы по проведению поверки установки допускается проводить одному специалисту.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки применяют средства поверки, приведенные в таблице 2.

Таблица 2

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
10 Определение метрологических характеристик средства измерений	Диапазон воспроизведения единиц объемного расхода газа от 0,003 до 16000 м ³ /ч СКО от 0,01 до 0,03, НСП от 0,05 до 0,12, расширенная неопределенность при коэффициенте охвата k=2 от 0,06 до 0,11%.	Государственный первичный эталон единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017 в соответствии с Приказом Росстандарта №2825 от 29.12.2018
	Государственный эталон единицы давления 2 разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 2900 от 06.12.2019 в диапазоне значений от 0 до 160 кПа;	Модуль давления эталонный Метран-518-А160КВ, регистрационный № 39152-12
	Государственный эталон единицы избыточного давления 2-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта № 1339 от 29.06.2018 в диапазоне значений от 0 до 25 кПа;	Модуль давления эталонный Метран-518, регистрационный № 39152-12
	Государственный эталон единицы частоты и времени 4 разряда в соответствии с в соответствии с Приказом Росстандарта от 31.07.2018 №1621 в диапазоне значений от 0,001 Гц до 500 МГц.	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-85/3 регистрационный № 32359-06

	Диапазон измерения температуры от минус 10 до плюс 125 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности воспроизведения заданной температуры $\pm 0,15^{\circ}\text{C}$.	Калибратор температуры FLUID 100-00-2, регистрационный № 51100-12.
	Государственный эталон единицы температуры 2 разряда в соответствии с ГОСТ 8.558-2009 в диапазоне значений от минус 50 до плюс 300 °С;	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, регистрационный № 61806-15

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

6 Требования(условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки должны соблюдаться требования безопасности, указанные в:

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

6.2 Источником опасности при проведении поверки является – электрический ток, применяемый для работы поверочного оборудования.

7 Внешний осмотр средства измерений

7.1.1 Перед проведением внешнего осмотра установки должно быть установлено наличие следующей документации:

- 1) свидетельство о поверке установки (при наличии), запись о проведенной поверке в информационном фонде по обеспечению единства измерений при периодической поверке;
- 2) свидетельства о поверке на измеритель влажности и температуры (при наличии), запись о проведенной поверке в информационном фонде по обеспечению единства измерений;
- 3) сертификат калибровки на критические сопла (далее – КС); 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;
- 4) паспорт;
- 5) руководство по эксплуатации.

7.1.2 При внешнем осмотре должно быть установлено:

- комплектность установки;
- отсутствие механических повреждений элементов конструкции установки, отсутствия 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;

- отсутствие визуально обнаруживаемых дефектов (в виде забоин, раковин, уступов) и загрязнений в области дозвуковой части и критического сечения КС.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки установки необходимо предварительно провести поверку входящих в комплект установки средств измерений.

8.2 При подготовке к поверке выполняют следующие работы:

- проверку выполнения условий п.3 и п.4 настоящей методики;
- подготовку установки к работе согласно эксплуатационной документации.

8.3 Опробование

Для проверки выполнения критического режима измерений необходимо выполнить следующие операции:

а) установить сопла, соответствующие максимальному воспроизводимому расходу установки с допуском отклонение $\pm 5\%$ в зависимости от значений, указанных в сертификате калибровки на сопла;

б) снять заглушку на входе в установку;

в) включить вакуумный насос;

г) после установления стационарного режима зарегистрировать показания датчиков давления, установленных до и после эталонного сопла;

д) рассчитать отношение

$$E = \frac{P_{вх}}{P_{вых}} . \quad (1)$$

где $P_{вх}$ – показания абсолютного давления, на участке до эталонного сопла, кПа;

$P_{вых}$ – показания абсолютного давления, на участке после эталонного сопла, кПа.

Повторить процедуру для наименьшего расхода.

Результаты калибровки считаются положительными, если

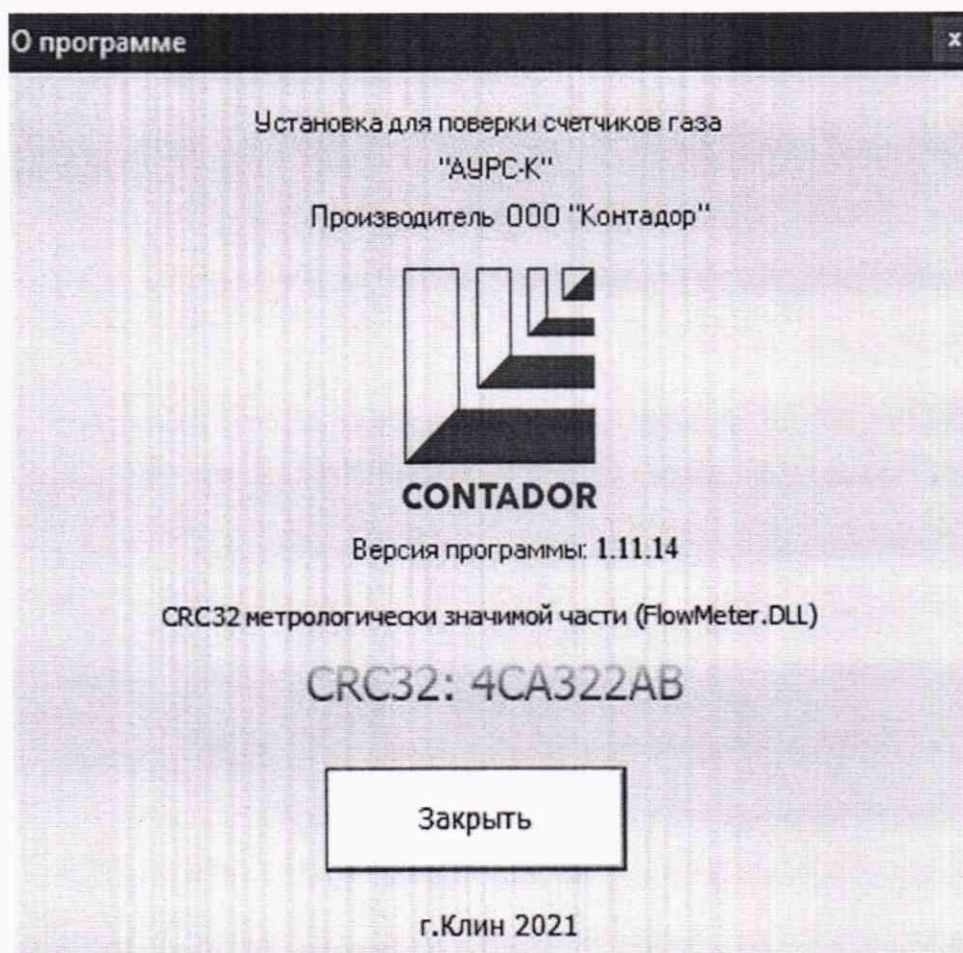
- выполняется условие $E \geq 1,25$;

- наименьший объемный расход соответствует наименьшему расходу приведенному в паспорте на установку с допуском отклонением по сравнению с указанным в сертификате калибровки на критические сопла $\pm 5\%$;

- наибольший объемный расход соответствует наибольшему расходу приведенном в паспорте на установку с допуском отклонением по сравнению с указанным в сертификате калибровки на критические сопла $\pm 5\%$.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Проводят проверку идентификационных данных программного обеспечения путем сравнения их с данными, указанными в описании типа. Для индикации идентификационных данных программного обеспечения в основном меню программы нажать кнопку , после чего на экране монитора появится информация о наименовании, номере версии и контрольной сумме программного обеспечения;



9.2 Результат проверки программного обеспечения считают положительным, если идентификационные данные соответствуют данным, указанным в описании типа.

9.3 При отрицательных результатах проверки программного обеспечения установка дальнейшей поверке не подлежит.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Проверка герметичности измерительной магистрали установки

Проверке герметичности подвергается участок от входа в измерительную магистраль до запорных кранов, установленных в линиях после эталонных преобразователей.

При проверке герметичности установки используют показания преобразователя давления, предназначенного для измерения давления на эталонном преобразователе наибольшего диаметра.

На входе в измерительную магистраль устанавливается заглушка. Включают вакуумный насос и при достижении перепада давления 3500 Па по показаниям преобразователя давления закрывают кран.

Выдерживают 3 минуты для термостабилизации.

По истечении не менее 3 минут фиксируются начальные значения давления P_n , Па. Начальное значение давления должно быть не менее 3500 Па. По истечении следующих 5 минут фиксируется конечное значение давления P_k , Па. Установка считается герметичной, если выполняется условие

$$P_k - P_n = P_{атм} \cdot \tau \cdot \frac{Q_{\min} \cdot \delta_{уст}}{V_{уч} \cdot 60 \cdot 800}, \quad (2)$$

где τ – время измерений, мин;

$Q_{\min}$ – наименьший объемный расход, воспроизводимый установкой, м³/ч;

$V_{уч}$ – внутренний объем участка, подвергаемого проверки на герметичность, м³;

$P_{атм}$ – атмосферное давление в начале проверки, Па;

$\delta_{уст}$ – относительная погрешность установки, %.

10.2 Определение метрологических характеристик установки

Проведение поверки отдельных измерительных каналов – возможно. Допускается проведение поверки каналов измерения давления, температуры и времени. Проведение поверки отдельных измерительных каналов осуществляется на основании письменного заявления владельца установки.

10.2.1 Определение метрологических характеристик каналов измерения температуры рабочей среды.

Определение метрологических характеристик каналов измерения температуры рабочей среды проводят методом непосредственного сличения с эталонным термометром в термостате калибратора температуры.

Проводят демонтаж первичного преобразователя температуры от эталона и погружают его до упора в дно металлического выравнивающего блока камеры термостата калибратора температуры. На калибраторе температуры задают одно из значений температуры и ожидают время необходимое для стабилизации температуры (согласно показаниям калибратора температуры). После стабилизации температуры проводят запись не менее 7 значений температуры (в течении 10 минут), измеренных каналом температуры эталона с монитора ПЭВМ.

Определение метрологических характеристик каналов измерения температуры проводят при следующих значениях температуры: 15, 20, 25 °С с отклонением не более $\pm 0,2$ °С.

По полученным значениям температуры вычисляют среднее арифметическое значение температуры $\bar{t}_j$ для каждого значения температуры каждого канала измерения температуры по формуле

$$\bar{t}_j = \frac{\sum_{i=1}^n t_{ij}}{n}, \text{ °С} \quad (3)$$

где t_{ij} – значение температуры, измеренного каждым каналом измерений эталона при i -м измерении для j -го значения температуры, °С;
 n – количество измерений.

Определяют абсолютную погрешность для каждого канала измерения температуры δ_{Tj} для j -го значения температуры по формуле

$$\Delta_{Tj} = (\bar{t}_j - t_{aj}), \% \quad (4)$$

где t_{aj} – заданное значение температуры, °С.

Результат поверки считается положительным, если значение абсолютной погрешности для каждого канала измерения температуры Δ_{Tj} не превышает $\pm 0,2^\circ\text{C}$.

10.2.2 Определение метрологических характеристик каналов измерения давления рабочей среды.

Определение метрологических характеристик проводят для всех измерительных каналов давления/разряжения методом непосредственного сличения с эталоном давления.

Проводят демонтаж первичного преобразователя давления/разряжения от эталона и присоединяют к эталону давления. На эталоне давления задают одно из значений давления и ожидают время необходимое для стабилизации давления (согласно показаниям эталона давления). После стабилизации давления проводят запись не менее 7 значений давления (в течение 5 минут), измеренных каналом давления эталона с монитора ПЭВМ.

Определение метрологических характеристик каналов измерения давления проводят при следующих значениях:

канала абсолютного давления 80, 100, 130 кПа;

канала вакуумметрического давления, 25, 60 и 90 кПа

каналов перепада давления, 100, 500 и 1000 Па.

По полученным значениям давления вычисляют среднее арифметическое значение давления $\overline{P}_j$ для каждого значения давления каждого канала измерения давления по формуле

$$\overline{P}_j = \frac{\sum_{i=1}^n P_{ij}}{n}, \text{ кПа} \quad (5)$$

где P_{ij} – значение давления, измеренного каждым каналом измерений эталона при i -м измерении для j -го значения давления, кПа;
 n – количество измерений.

Определяют относительную погрешность для каналов измерения абсолютного и вакуумметрического давлений δ_{pj} для j -го значения давления по формуле

$$\delta_{pj} = \frac{(\overline{P}_j - P_{\alpha j})}{P_{\alpha j}} \cdot 100, \% \quad (6)$$

где $P_{\alpha j}$ – заданное значение давления, кПа;

И приведенную к верхнему пределу измерений погрешность для канала измерения перепада давлений γ_{pj} по формуле

$$\gamma_{pj} = \frac{(\overline{P}_j - P_{\alpha j})}{P_{\max}} \cdot 100, \% \quad (7)$$

где $P_{\alpha j}$ – заданное значение давления, кПа;

$P_{\max}$ - верхний предел измерений перепада давления, кПа.

Результат поверки считается положительным, если значения погрешностей не превышают:

Таблица 3

Наименование контролируемого параметра, единица измерений	Значение параметра
Пределы допускаемой относительной погрешности канала абсолютного давления, %	$\pm 0,2$
Пределы допускаемой относительной погрешности канала вакуумметрического давления, %	$\pm 0,5$
Пределы допускаемой приведенной к верхнему пределу измерений погрешности канала перепада давления, %	$\pm 1,0$

10.2.3 Определение метрологических характеристик канала измерения времени

Определение погрешности измерения интервала времени проводят в следующей последовательности:

- к импульсному входу установки подключают эталон времени и частоты;
- в меню программы выбирают вкладку «База данных» / «Поверка счетчиков», затем выбирают тип счетчика «Тест»;
- устанавливают параметры режима 200, 100, 50 и задают количество импульсов 200, 100, 50;
- открывают кран и запускают режим «Поверка»;
- папке TechReports программы в файле технического протокола считывают время накопления заданного количества импульсов для каждого набора импульсов.

Относительную погрешность измерения интервала времени δ_τ , %, вычисляют по формуле

$$\delta_\tau = \frac{\tau_{ij} - \tau_{0ij}}{\tau_{0ij}} \cdot 100$$

где τ_{ij} - время накопления заданного количества импульсов, измеренное установкой, с;
 τ_{0ij} - время прохождения секундных импульсов эталона частоты и времени, с.

Результаты считают положительными, если относительная погрешность измерения интервала времени не превышает $\pm 0,01$ %.

10.3 Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95

Определение относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95 проводится для следующих значений параметров окружающей среды

Таблица 4- Значения параметров окружающей среды (рабочей среды).

Наименование параметра	Значение
Условия эксплуатации:	
температура окружающего воздуха, °C	от +10 до +30
относительная влажность, %	от 30 до 80
атмосферное давление, кПа	от 84 до 106,7

Относительную погрешность воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95 δ_{Σ} , %, определяют по формуле

$$\delta_{\Sigma} = \sqrt{\delta_{\text{КС}}^2 + 0,25\delta_{T1}^2 + 0,25\delta_{T2}^2 + \left(\frac{\Delta P}{Pa}\right)^2 \delta_{Pa}^2 + \left(\frac{\Delta P}{Pa}\right)^2 \delta_{\Delta P}^2 + \delta_{f\varphi}^2 + \delta_{\tau}^2}, \quad (11)$$

где $\delta_{\text{КС}}$ – относительная расширенная неопределенность калибровки КС (определяют по сертификату о калибровке КС), %;
 δ_{T1} – относительная погрешность измерения температуры на входе критического сопла, %;
 δ_{T2} – относительная погрешность измерения температуры на входе поверяемого средства измерений, %;
 δ_{Pa} – относительная погрешность измерения атмосферного давления, %;
 $\delta_{\Delta P}$ – относительная погрешность измерения разности давлений на входе критического сопла и в точке отбора давления на линии поверяемого счетчика, %;
 $\delta_{f\varphi}$ – относительная погрешность определения поправочного коэффициента на влажность воздуха, %;
 δ_{τ} – относительная погрешность измерения времени поверки, %;
 ΔP – разность давлений на входе критического сопла и в точке отбора давления на линии поверяемого счетчика, кПа;
 Pa – атмосферное давление воздуха, кПа;

10.3.1 Относительную погрешность измерения температуры на входе критического сопла δ_T , %, определяют по формуле

$$\delta_T = \frac{\Delta t}{T} 100 \%, \quad (12)$$

где Δt – абсолютная погрешность при измерении температуры, °C;
 T – термодинамическая температура воздуха на входе в критическое сопло, К.

9.3.1.2 Относительную погрешность измерения перепада давления $\delta_{\Delta P}$, %, определяют по формуле

$$\delta_{\Delta P} = \frac{P_{\text{max}} \cdot \gamma_{Pj}}{P_{\alpha j}}, \quad (12)$$

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

$$\delta_{f\varphi} = \sqrt{(0,002)^2 \delta_T^2 + (0,004)^2 \delta_{Pa}^2 + (0,002)^2 \delta_{\varphi}^2}, \quad (13)$$

$$\delta_{\varphi} = \frac{\Delta \varphi}{\varphi} 100 \%, \quad (14)$$

где δ_{φ} – относительная погрешность при измерении относительной влажности, %;
 $\Delta \varphi$ – абсолютная погрешность при измерении относительной влажности, %;
 φ – относительная влажность воздуха, %.

10.3.3 Результаты поверки считаются положительными, если пределы допускаемой относительной погрешности воспроизведения объема и объемного расхода при доверительной вероятности 0,95 не превышают $\pm 0,3$ %.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

Производится проверка соответствия метрологических характеристик, определенных в разделе 10.3 с метрологическими характеристикам, приведенными в описании типа.

Результаты поверки считаются положительными если метрологические характеристики, полученные в разделе 10.3 соответствуют приведенным в описании типа.

При проведении поверки в полном объеме производится проверка соответствия установки требованиям, предъявляемым к эталонам 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825 Об утверждении Государственной поверочной схемы для средств измерений объемного и массового расхода газа.

Результаты поверки считаются положительными если установка соответствует требованиям, предъявляемым к эталону 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколами произвольной формы.

12.2 Знак поверки ставится в свидетельство о поверке (при заявлении).

12.3 При положительных результатах поверки установку признают годной к применению, оформляют свидетельство о поверке (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд. При оформлении свидетельства о поверке и передаче сведений в информационный фонд указывают, что установка соответствует эталону 1-го разряда в соответствии с Приказом Росстандарта от 29.12.2018 г. № 2825. При проведении поверки отдельных измерительных каналов, в свидетельстве указывается, что установка поверена в части определенных каналов.

12.4 Если установка по результатам поверки признана непригодной к применению выписывают извещение о непригодности к применению (при заявлении) в соответствии с Приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 31 июля 2020 г. № 2510 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» и передают сведения в информационный фонд.