

1. Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на ротаметры ЭМИС-МЕТА 210/210-Р, ЭМИС-МЕТА 215 (далее – ротаметры) ранее выпущенные и вновь выпускаемые, а так же устанавливает методы и средства их поверки.

1.2 Ротаметры предназначены для измерения объёмного расхода плавнomenяющихся однородных потоков жидкостей, газов и пара в напорных трубопроводах.

1.3 Методика поверки устанавливает методы и средства первичной (при выпуске из производства или после ремонта) и периодической поверок.

1.4 В результате поверки, в зависимости от модификации ротаметров, должны быть подтверждены требования к пределам допускаемой основной приведённой погрешности при измерении объёмного расхода жидкости или газа в пределах диапазона измерений, в зависимости от класса точности.

1.5 При определении метрологических характеристик ротаметров, осуществляющих измерения объёмного расхода жидкости в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц объёмного расхода в соответствии с Государственной поверочной схемой, утверждённой Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 63-2019.

1.6 При определении метрологических характеристик ротаметров, осуществляющих измерения объёмного расхода газа в рамках проводимой поверки обеспечивается передача единиц объёмного расхода в соответствии с Государственной поверочной схемой, утверждённой Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133, подтверждающая прослеживаемость к государственному первичному эталону ГЭТ 118-2017.

1.7 При определении метрологических характеристик ротаметров применяется метод непосредственного сравнения результатов измерений ротаметром со значениями объёмного расхода, определённого эталоном.

2. Перечень операций поверки

2.1 При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Перечень операций первичной и периодической поверок

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Проведение операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
1	2	3	4
Внешний осмотр	7	Да	Да
Подготовка к поверке и опробование	8	Да	Да
Проверка программного обеспечения ЭМИС-МЕТА 210/210-Р ЭМИС-МЕТА-215	9	Нет Да	Нет Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	10	Да	Да
Оформление результатов поверки	11	Да	Да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки соблюдается следующие условия:

- поверочные среды – вода, воздух с параметрами:
- температура поверочной среды, °С от 10 до 30
- температура окружающего воздуха, °С от 10 до 30
- относительная влажность воздуха, % от 10 до 90
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106,7
- изменение температуры поверочной среды в процессе одного измерения, °С не более ± 2

3.2 Внешние электрические и магнитные поля (кроме естественного), а также вибрация, тряска и удары, влияющие на работу ротаметра, должны отсутствовать.

3.3 Длины прямых участков до и после ротаметра должны быть не менее указанных в руководстве по эксплуатации на поверяемый ротаметр (далее – РЭ).

3.4 Режим движения потока поверочной среды должен быть стационарным. Изменение среднего значения расхода рабочей среды в процессе поверки не должно превышать $\pm 1,5$ % установленного значения.

3.5 Если при поверке в качестве измеряемой жидкости используется вода, должна быть исключена возможность попадания воздуха в трубопровод с водой.

4. Метрологические и технические требования к средствам поверки

4.1 При проведении поверки должны быть применены средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Метрологические и технические характеристики средств поверки

Операции поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
8 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	Измеритель атмосферного давления (барометр) с диапазоном измерений от 960 до 1067 гПа (от 720 до 800 мм. рт. ст.) с пределами допускаемой абсолютной погрешности ± 3 гПа ($\pm 1,9$ мм. рт. ст.)	Прибор комбинированный Testo 608-N1, регистрационный номер в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений (далее – рег. №) 53505-13. Барометр-анероид метеорологический БАММ-1, рег. № 5738-76

Продолжение таблицы 2

1	2	3
	<p>Термометр с диапазоном измерений, соответствующим диапазону температуры окружающей среды при проведении поверки и пределами допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры во всем диапазоне измерений $\pm 0,5$ °С</p> <p>Измеритель влажности воздуха, с диапазоном измерений от 0 % до 98 % с пределами допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,3$ %</p>	
10 Определение метрологических характеристик	<p>Рабочий эталон единиц объемного расхода, объема жидкости в потоке 1, 2, 3-го разряда в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 (далее – жидкостная поверочная установка) с соотношением пределов допускаемой относительной погрешности эталона к пределам допускаемой относительной погрешности поверяемого ротаметра не более 1/3.</p>	Установка поверочная ЭМИС-МЕТРА 7100, рабочий эталон единиц массы и объема жидкости в потоке 2 разряда
	<p>Рабочий эталон 1 или 2 разряда: поверочные установки и расходомеры (счетчики) объема газа в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной Приказом Росстандарта от 11.05.2022 № 1133, с диапазоном измерений объемного расхода газа, соответствующим диапазону испытываемого ротаметра, с соотношением доверительных границ относительной погрешности не более 1/2,5 или не более 1/2 при избыточном давлении.</p>	<p>Установка поверочная ЭМИС-МЕТРА 7200, рег. № 67211-17</p> <p>Установка поверочная счетчиков газа, рег. № 43974-10</p> <p>Счетчик газа Принц, рег. № 53858-13</p> <p>Счетчик газа Принц, рег. № 70181-18</p> <p>Расходомер-счетчик вихревой ЭМИС-ВИХРЬ 200, рег. № 86309-22</p> <p>Преобразователь расхода вихревой ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200), рег. № 42775-14</p>
	Измеритель температуры совместно с термопреобразователем сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (класс допуска АА) и суммарной относительной погрешностью не более $\pm 0,3$ %	Измеритель температуры МИТ 8.05 рег. № 19736-11 совместно с термопреобразователем сопротивления по ГОСТ 6651-2009 (класс допуска АА)

Продолжение таблицы 2

1	2	3
	Преобразователи давления с относительной погрешностью не более $\pm 0,25\%$	Датчики абсолютного давления ЭМИС-БАР рег. № 72888-18 Датчик перепада давления ЭМИС-БАР рег. № 72888-18
	Миллиамперметр, диапазон от 0 до 20 мА, пределами относительной погрешности измерений $\pm 0,3\%$	Мультиметр цифровой Agilent 34401A рег. № 33921-07,
Примечание – Допускается использовать при поверке другие утверждённые и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утверждённого типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице		

4.2 Метрологический запас по точности между эталоном расхода и ротаметром необходимо соблюдать с учетом пересчета приведенной погрешности ротаметра в относительную.

5. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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

- «Правилах технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правилах по охране труда при эксплуатации электроустановок»;
- ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;
- эксплуатационной документации на ротаметры;
- эксплуатационной документации на средства измерений, испытательное и вспомогательное оборудование, используемые при поверке.

5.2 Надписи и условные знаки, выполненные для обеспечения безопасной эксплуатации средств поверки должны быть четкими.

5.3 Доступ к средствам измерений и обслуживаемым при поверке элементам оборудования должен быть свободным. При необходимости должны быть предусмотрены лестницы и площадки или переходы с ограничениями, соответствующие требованиям безопасности.

5.4 Рабочее давление применяемых средств поверки, указанное в эксплуатационной документации, должно соответствовать условиям поверки.

5.5 При появлении течи поверочной среды, а также при появлении других неисправностей в работе ротаметров и средств поверки, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверку прекращают. Для продолжения поверки необходимо руководствоваться эксплуатационными документами на поверяемые ротаметры и средства поверки по устранению возникших неисправностей.

6. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

6.1 К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучивших эксплуатационную документацию на ротаметр.

7. Внешний осмотр средств измерений

7.1 При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений и дефектов (трещин в проточной части, загрязнений поплавка и т.п.), ухудшающих внешний вид ротаметра и препятствующих его применению;
- соответствие комплектности ротаметра требованиям эксплуатационных документов на этот ротаметр;
- цифры и отметки шкалы должны быть четкими;
- маркировка ротаметров должна соответствовать сведениям указанным в эксплуатационной документации.

7.2 При выявлении несоответствий, поверку прекращают и переходят к пункту 11.3.

7.3 Результаты внешнего осмотра регистрируют в протоколе поверки.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Подготовка к поверке

8.1.1. Ротаметр принимается на поверку:

- очищенным от загрязнений и консервационных смазок;
- с эксплуатационной документацией, установленной при утверждении типа средств измерений и входящей в комплектацию ротаметра;

– с методикой поверки (при наличии ее в комплектности ротаметра);

8.1.2. При подготовке к поверке ротаметра выполняют следующие операции:

– ротаметр и средства поверки выдерживают до начала проведения поверки в помещении, где проводят поверку;

– выполняют измерения температуры и влажности окружающего воздуха, атмосферного давления и проверяют соответствие условий проведения поверки требованиям, приведённым в п.3.1.

– подготавливают к работе поверочную установку и средства измерений в соответствии с их эксплуатационной документацией;

– ротаметр устанавливают на поверочную установку в соответствии с порядком действий, указанным в руководстве по эксплуатации поверочной установки или специальную оснастку в случае применения эталонного расходомера (счетчика) газа совместно с преобразователями давления и температуры по схеме, приведённой в приложении А и подготавливают ротаметр к работе в соответствии с указаниями, изложенными в эксплуатационной документации;

– при наличии у ротаметра токового выхода, его подключают либо к поверочной установке (при наличии соответствующих входов) либо к миллиамперметру в соответствии с требованиями эксплуатационных документов;

– проверяют герметичность мест соединений. Проверку герметичности соединений контролируют визуально по отсутствию видимых утечек воды и капель жидкости. Утечки воздуха проверяют мыльным раствором или по спаду давления в технологической линии;

– проверяют вертикальность установки ротаметра (для вертикального типа);

– проверяют отсутствие заедания поплавка ротаметров путем перемещения поплавка.

8.2 Опробование

8.2.1. Для проверки нормальной работы ротаметра через него пропускают поток поверочной среды (воды, воздуха), плавно изменяя расход в прямом и обратном направлении.

8.2.2. При изменении расхода поплавков ротаметра (и стрелка шкалы ротаметров ЭМИС-МЕТА 215) должны двигаться спокойно, без скачков и заеданий.

8.2.3. Проверяется соответствие показаний ротаметра по аналоговому (и/или цифровому) выходному сигналу с оцифрованными отметкам шкалы (и/или показаниям, отображаемым на ЖК-дисплее).

8.2.4. При невыполнении требований п.8.1.2, 8.2.2 и 8.2.3 поверку прекращают и переходят к п.11.3.

8.2.5. Результаты подготовки к поверке и опробования регистрируют в протоколе.

9. Проверка программного обеспечения

9.1 Ротаметры ЭМИС-МЕТА 215 имеют встроенное программное обеспечение (далее – ПО), устанавливаемое при выпуске из производства. В таблице 3 указаны идентификационные данные ПО ротаметров, которые указаны в описании типа средств измерений поверяемых ротаметров.

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО ротаметров в соответствии с описанием типа средства измерений

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	Э 215
Номер версии ПО	не ниже U 1.0

9.2 Для проверки идентификационных данных в качестве контрольного признака ПО принимается номер версии (идентификационный номер) ПО, который указывается в паспорте поверяемого ротаметра.

9.3 Результаты проверки по контролю идентификационных данных ПО ротаметров считаются положительными, если номер версии (идентификационный номер) ПО, указанный в паспорте поверяемого ротаметра, соответствуют данным таблицы 3: номер версии ПО: U 1.0 или выше.

9.4 При положительных результатах проверки идентификационных данных ПО поверяемого ротаметра поверка продолжается по операциям, указанным в таблице 1.

9.5 При отрицательных результатах проверки идентификационных данных ПО поверяемого ротаметра поверку прекращают, считая результаты поверки отрицательными, и переходят к п.11.3.

9.6 Результаты проверки программного обеспечения регистрируют в протоколе.

10. Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

10.1 Поверку ротаметров, предназначенных для измерений газа, выполняют на газовых поверочных установках или с помощью эталонного расходомера (счетчика) газа совместно с преобразователями давления и температуры, поверку ротаметров предназначенных для измерений жидкости – на жидкостных поверочных установках.

10.1.1. Поверку ротаметров, проводят при трех значениях расхода: $(1,0 - 1,2)Q_{min}$,

$(0,35 - 0,5)Q_{max}$, $(0,55 - 1,0)Q_{max}$ по оцифрованным отметкам шкалы (или по показаниям, отображаемым на ЖК-дисплее ротаметров ЭМИС-МЕТА 215).

10.1.2. Действительное значение расхода определяют дважды (при прямом и обратном ходах поплавка).

10.2 Результаты измерений расхода измеряемой среды ротаметром и поверочной установкой, регистрируют в протоколе.

10.3 Если измеряемой средой является газ (воздух), то производятся измерения температуры и абсолютного давления газа (воздуха) перед ротаметром, результаты измерений температуры и давления регистрируют в протоколе.

10.4 Для подтверждения соответствия ротаметров метрологическим требованиям определяют приведённую к верхнему пределу погрешность измерений объёмного расхода.

10.5 Приведённую погрешность измерений объёмного расхода жидкости, γ , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma = \left| \frac{Q_{изм} - Q_{эж}}{Q_B} \right| \cdot 100, \quad (1)$$

где $Q_{изм}$ - расход, соответствующий оцифрованным отметкам шкалы (или показаниям, отображаемым на ЖК-дисплее или по аналоговому выходному сигналу постоянного тока 4-20 мА, где 4 мА соответствует нулевому значению расхода, а 20 мА – максимальному значению расхода) поверяемого ротаметра, м³/ч;

$Q_{эж}$ - расход, измеренный по эталону и приведенный к шкале ротаметра, как указано в п.10.9.1, м³/ч;

Q_B - расход, соответствующий верхнему пределу измерений поверяемого ротаметра, м³/ч.

10.6 Приведённую погрешность измерений объёмного расхода газа, γ , %, рассчитывают по формуле

$$\gamma = \left| \frac{Q_{изм} - Q_{эг}}{Q_B} \right| \cdot 100, \quad (2)$$

где $Q_{эг}$ - расход, измеренный по эталону и приведенный к условиям градуировки, как указано в п.10.9.2.

$Q_{изм}$ - расход, соответствующий оцифрованным отметкам шкалы (или показаниям, отображаемым на ЖК-дисплее или по аналоговому выходному сигналу постоянного тока 4-20 мА, где 4 мА соответствует нулевому значению расхода, а 20 мА – максимальному значению расхода) поверяемого ротаметра, м³/ч;

Q_B - расход, соответствующий верхнему пределу измерений поверяемого ротаметра, м³/ч.

10.7 Результаты расчёта приведённой погрешности регистрируют в протоколе

10.8 Результаты поверки считают положительными при выполнении условия

$$\gamma \leq \gamma_A, \quad (3)$$

где γ_A - предел допускаемой основной погрешности, указанный в паспорте на ротаметр.

10.9 Приведение эталонного расхода к параметрам измеряемой среды, указанным на шкале ротаметра.

10.9.1. Для расчета эталонного расхода жидкой среды используют следующую формулу

$$Q_{\text{эж}} = Q_{\text{ж}} \sqrt{\frac{(\rho_f - \rho) \cdot \rho_S}{(\rho_f - \rho_S) \cdot \rho}} \quad (4)$$

где $Q_{\text{эж}}$ – эталонный расход жидкости, приведенный к шкале ротаметра, м³/ч;
 $Q_{\text{ж}}$ – эталонный расход жидкости, м³/ч;
 ρ – плотность жидкости, указанная на шкале ротаметра, кг/м³;
 ρ_f – плотность поплавка, указана в эксплуатационной документации, кг/м³;
 ρ_S – плотность среды, используемой при поверке (плотность воды при 20 °С равна 998,2 кг/м³), кг/м³.

10.9.2. Для расчета эталонного расхода газообразной среды используют формулы (5) или (6) или (7)

- если расход на шкале ротаметра приведен к стандартным или нормальным условиям

$$Q_{\text{эг}} = Q_S \cdot \sqrt{\frac{\rho_S \cdot P_P^{\text{III}} \cdot T \cdot T_{SN}}{\rho_{SN}^{\text{III}} \cdot P \cdot T_S \cdot T_P^{\text{III}}}} \quad (5)$$

- если расход на шкале ротаметра приведен к рабочим условиям

$$Q_{\text{эг}} = Q_S \cdot \sqrt{\frac{\rho_S \cdot P_S^2 \cdot T \cdot T_P^{\text{III}}}{\rho_{SN}^{\text{III}} \cdot P \cdot T_S \cdot T_{SN} \cdot P_P^{\text{III}}}} \quad (6)$$

- если расход на шкале ротаметра выражен в единицах массового расхода

$$Q_{\text{эг}} = Q_S \cdot \rho_{SN}^{\text{III}} \cdot \sqrt{\frac{\rho_S \cdot P_P^{\text{III}} \cdot T \cdot T_{SN}}{\rho_{SN}^{\text{III}} \cdot P \cdot T_S \cdot T_P^{\text{III}}}} \quad (7)$$

где $Q_{\text{эг}}$ – эталонный расход газа, приведенный к шкале ротаметра, м³/ч;
 Q_S – эталонный расход газа при стандартных условиях, ст.м³/ч (см. формулу 8);
 ρ_S – плотность газа проходящего через эталон при стандартных условиях, кг/ст.м³;
 ρ_{SN}^{III} – плотность газа на шкале ротаметра при стандартных, кг/ст.м³ или нормальных условиях, кг/н.м³;
 P_S – давление газа при стандартных условиях (0,1013 МПа);
 P – абсолютное давление газа перед ротаметром, МПа;
 T – температура газа перед ротаметром, К;
 T_S – температура газа при стандартных условиях (293,15 К).
 T_P^{III} – температура среды на шкале, К;
 P_P^{III} – абсолютное рабочее давление на шкале, МПа;
 T_{SN} – температура газа при стандартных (293,15 К) или нормальных условиях (273,15 К) (одинаковые условия с ρ_{SN}^{III}).

В случае применения эталонного расходомера (счетчика) газа совместно с преобразователями давления и температуры в качестве эталона, а также если результаты измерений расхода эталоном не приведены к стандартным условиям, то Q_S вычисляют по формуле

$$Q_S = Q_P \cdot \frac{T_S \cdot P_P}{T_P \cdot P_S} \quad (8)$$

где Q_P – эталонный расход при рабочих условиях, м³/ч;
 P_P – абсолютное давление газа на эталоне, МПа;
 T_P – температура газа на эталоне, К;
 T_S – температура газа при стандартных условиях (293,15 К).

Допускается выполнять измерение температуры на эталоне T_p и перед ротаметром T одним датчиком.

Допускается выполнять измерение давления газа на эталоне P_p и перед ротаметром P с помощью датчика абсолютного давления и перепада давления $\Delta P = P_p - P$.

11. Оформление результатов поверки

11.1 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с порядком создания и ведения Федерального информационного фонда по обеспечению единства измерений, передачи сведений в него и внесения изменений в данные сведения, предоставления содержащихся в нем документов и сведений, предусмотренным частью 3 статьи 20 Федерального закона № 102-ФЗ.

11.2 По заявлению владельца ротаметра или лица, представившего его на поверку, в паспорт ротаметра вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки и (или) выдается свидетельство о поверке ротаметра.

11.3 При отрицательных результатах поверки, ротаметр к эксплуатации не допускается, сведения об отрицательных результатах поверки размещаются в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
Схема подключения ротаметра к эталонному расходомеру

