

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ
(ФГБУ "ВНИИМС")**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель директора
по производственной метрологии
ФГБУ "ВНИИМС"



А.Е. Коломин

"18" 09 2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ РАСХОДА ВИХРЕВЫЕ
«ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)»**

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

МП 208-086-2024

Москва
2024 г.

Содержание

1	Общие положения.....	3
2	Перечень операций поверки средства измерений	3
3	Требования к условиям проведения поверки.....	4
4	Требования к специалистам, осуществляющим поверку	5
5	Метрологические и технические требования к средствам поверки	5
6	Требования по обеспечению безопасности проведения поверки	7
7	Внешний осмотр средства измерений	7
8	Подготовка к поверке и опробование средства измерений	8
9	Проверка программного обеспечения средства измерений	9
10	Определение метрологических характеристик средства измерений	9
11	Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям.....	10
12	Оформление результатов поверки.....	16
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	17
	ПРИЛОЖЕНИЕ Б.....	18
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	22

1. Общие положения

1.1 Настоящий документ распространяется на вновь выпускаемые преобразователи расхода вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» (далее – преобразователи расхода), и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок при выпуске из производства, в эксплуатацию и после ремонта.

1.2 Реализация данной методики обеспечивает метрологическую прослеживаемость преобразователей расхода к Государственному первичному эталону единиц объемного и массового расходов газа ГЭТ 118-2017, в соответствии с ГПС для средств измерений объемного и массового расходов газа, согласно Приказу Росстандарта от 11.05.2022 г. №1133 и Государственному первичному специальному эталону единиц массы и объема жидкости в потоке массового и объемного расходов жидкости и массового расходов ГЭТ 63-2019 согласно Приказу Росстандарта от 26.09.2022 №2356.

1.3 Настоящая методика поверки применяется для поверки преобразователей расхода, используемых в качестве рабочих средств измерений в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений объемного и массового расхода, массы и объема жидкости в потоке массового и объемного расходов жидкости и массового расходов, а так же объемного и массового расхода газа.

1.4 В результате поверки преобразователей расхода должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Значения расходов при определении метрологических характеристик преобразователей расхода

Исполнения преобразователей расхода	Номер значения поверочного расхода		
	1	2	3*
стандартное	от $1,0 \cdot Q_{\text{наим}}$ до $1,5 \cdot Q_{\text{наим}}$	От $0,7 \cdot Q_{\text{п}}$ до $1,0 \cdot Q_{\text{п}}$	от $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $1,0 \cdot Q_{\text{наиб}}$
конструктивное исполнение 2	от $Q_{\text{наим}}$ до Q_2	от Q_2 до Q_1	от $0,9 \cdot Q_{\text{наиб}}$ до $1,0 \cdot Q_{\text{наиб}}$
* для $D_u \geq 200$ мм допускается выполнять поверку на максимальном расходе установки. $Q_{\text{наим}}$ – наименьший объемный расход жидкости или газа, м³/ч, определяется в соответствии с приложением Б; $Q_{\text{п}}$ – переходной объемный расход жидкости или газа, м³/ч, определяется в соответствии с приложением Б; $Q_{\text{наиб}}$ – наибольший объемный расход жидкости или газа, м³/ч, определяется в соответствии с приложением Б; Q_1, Q_2 – объемные расходы жидкости, м³/ч, определяемые в соответствии с приложением Б.			

2. Перечень операций поверки средства измерений

2.1. При проведении поверки выполняют операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 - Перечень операций первичной и периодической поверок

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операции поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр средства измерений	7	да	да
Подготовка к поверке и опробование	8	да	да

Наименование операций	Номер пункта методики поверки	Обязательность выполнения операции поверки при	
		первичной поверке	периодической поверке
Проверка программного обеспечения	9	да	да
Определение метрологических характеристик	10	да	да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	да	да
Оформление результатов поверки	12	да	да

3. Требования к условиям проведения поверки

3.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- окружающая среда с параметрами:
 - температура окружающей среды, °C от 15 до 30;
 - относительная влажность окружающей среды, % от 15 до 90;
 - атмосферное давление, кПа от 86 до 106;
- измеряемая среда – вода, воздух с параметрами:
 - температура, °C от 10 до 30;
 - изменение температуры измеряемой среды в процессе одного измерения, °C, не более ±2

3.2. Длины прямых участков до и после преобразователя расхода должны быть не менее указанных в руководстве по эксплуатации.

3.3. Режим движения потока измеряемой среды должен быть стационарным. Изменение среднего значения расхода в процессе поверки не должно превышать ±1,5 % установившегося значения.

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

3.5. Эталоны при воспроизведении объёма должны обеспечивать синхронизацию начала и окончания измерений с:

- первым и последним импульсами на импульсном (или частотном) выходе поверяемого преобразователя расхода и подсчет количества импульсов, сгенерированных преобразователем расхода за время измерений;
- начальным и конечным значением объёма или интегрированным значением объёмного расхода по цифровому выходу поверяемого преобразователя расхода;
- среднее значение объёмного расхода по токовому выходу преобразователя расхода за время измерений, и по окончании измерений регистрировать значение объёма, воспроизведенного эталоном, измеренного преобразователем расхода.

3.6. Эталоны при воспроизведении объёмного расхода должны обеспечивать регистрацию в течение всего времени измерений показаний эталона и значений выходных сигналов преобразователя расхода и по окончании измерений рассчитывать усредненные значения объёмного расхода, воспроизведенного эталоном и объёмного расхода, измеренного преобразователем расхода.

3.7. К проведению поверки допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию и аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке.

3.8. Допускается не проводить определение относительной погрешности преобразователем расхода при измерении объема, если была определена относительная погрешность преобразователей расхода при измерении объемного расхода и наоборот.

3.9. Допускается не проводить определение относительной погрешности преобразователем расхода по цифровому выходу (индикатору), если была определена относительная погрешность преобразователя расхода по частотно-импульсному выходу и наоборот.

3.10. При вычислении суммарной результирующей погрешности принимаем, что все ее составляющие имеют нормальный закон распределения.

3.11. При проведении поверки для меньшего числа измеряемых (масса, массовый расход, объем, объемный расход, токовый, частотный, импульсный выходы, температура, давление) в соответствии с заявлением владельца, следует указать в свидетельстве о поверке информацию об объеме проведенной поверки.

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1. К поверке допускают лиц, имеющих квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с "Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей", изучивших руководство по эксплуатации преобразователя расхода, а также имеющие необходимую квалификацию и аттестованные в качестве поверителей в установленном порядке.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1. При проведении поверки применяют поверочное и испытательное оборудование, указанное в таблице 3.

Таблица 3 – Требования к средствам поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Разделы 8, 10	Рабочий эталон единиц объемного расхода, объема жидкости в потоке 1, 2, 3-го разряда в соответствии с частью 1 Приказа Росстандарта от 26.09.2022 № 2356 (далее – УЖ или эталон) с соотношением пределов допускаемой относительной погрешности эталона к пределам допускаемой относительной погрешности поверяемого преобразователя расхода не более 1/3.	Установка поверочная ЭМИС-МЕТРА 7100 (приказ об утверждении эталона единицы величины №279 от 11 марта 2021 г.)
Разделы 8, 10	Рабочий эталон единицы объемного расхода газа 1-го разряда в соответствии с частью 1 Приказа Росстандарта от 11.05.2022 №1133 (далее – УГ или эталон) с соотношением пределов допускаемой относительной погрешности эталона	Установка поверочная ЭМИС-МЕТРА 7200 (регистрационный № 67211-17)

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	к пределам допускаемой относительной погрешности поверяемого преобразователя расхода не более 1/3.	
Разделы 8, 10	Средства измерений силы постоянного тока с пределами допускаемой абсолютной погрешности на пределе измерений $100 \text{ мА} \pm (0,050 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{изм}} + 0,005 \cdot 10^{-2} \cdot I_{\text{пред}}) \%$, где $I_{\text{изм}}$ – измеряемая сила тока, мА; $I_{\text{пред}}$ – предел измерений, мА, $I_{\text{пред}} = 100 \text{ мА}$.	Мультиметр Agilent 34401A (регистрационный № 16500-97)
Разделы 8, 10	Средства измерений частоты импульсных сигналов с диапазоном измерения от 0,1 до $1 \cdot 10^9$ Гц, относительная погрешность $\pm [\delta_0 + 1/(f_x \cdot t_{\text{сч}})]$, где f_x – измеряемая частота, Гц; $t_{\text{сч}}$ – время счета частотомера, с; δ_0 – относительная погрешность по частоте встроенного опорного генератора $\delta_0 = \pm 5 \cdot 10^{-6}$ (за 12 мес.).	Частотомер электронно-счетный ЧЗ-84/2 (регистрационный № 26596-04)
Раздел 10	Средства воспроизведения электрического сопротивления, диапазон воспроизводимых значений сопротивления от 0,021 Ом до 111111,1 Ом ступенями через 0,01 Ом, класс точности 0,02/2,5 · 10 ⁻⁷ .	Магазин электрического сопротивления Р4834 (регистрационный № 11326-90)
Раздел 10	Средства воспроизведения силы постоянного тока, диапазон изменения тока от 4 до 20 мА, пределы допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm (0,0002 \cdot I_{\text{уст}} + 0,001) \text{ мА}$.	Калибратор АМ-7111 (регистрационный № 47242-11)
Разделы 8, 9, 10	Персональный компьютер (ПК) с установленным программным обеспечением (ПО) ЭМИС-Интегратор.	
Разделы 8, 9, 10	Преобразователь интерфейса RS485/USB	ЭМИС-СИСТЕМА 750
Разделы 8, 9, 10	HART-модем	НМ-10/U
Раздел 10	Средства измерений относительной влажности воздуха с погрешностью измерений влажности $\pm 3 \%$. Средства измерений температуры окружающей среды с погрешностью $\pm 0,5 \text{ }^\circ\text{C}$.	Прибор комбинированный Testo 608-H1 (регистрационный № 53505-13)
Раздел 10	Средства измерений атмосферного давления, диапазон измерений давления от 80 до 106 кПа, пределы допускаемой основной погрешности $\pm 0,2 \text{ кПа}$, пределы допускаемой дополнительной погрешности $\pm 0,5 \text{ кПа}$.	Барометр-анероид метеорологический БАММ-1 (регистрационный № 5738-76)

5.2. Средства измерений, применяемые при поверке, должны быть поверены. Средства поверки, применяемые в качестве эталонов единиц величин, должны быть поверены или аттестованы в качестве эталонов единиц величин и удовлетворять требованиям по точности, согласно поверочных схем.

5.3. Допускается использовать другие эталоны и средства поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающих измерение параметров с требуемой точностью.

6. Требования по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1. При проведении поверки соблюдают требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации на преобразователь расхода и средства поверки.

6.2. При проведении поверки соблюдают требования безопасности в соответствии со следующими документами:

- правилами безопасности труда, действующими на объекте;
- правилами технической эксплуатации электроустановок (ПТЭ);
- правилами устройства электроустановок (ПУЭ).

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

6.4. 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.

6.5. Рабочее давление применяемых средств поверки, указанное в эксплуатационной документации, должно соответствовать условиям поверки. Использование элементов обвязки, не прошедших гидравлические испытания, запрещается.

6.6. К выполнению экспериментальных работ при проведении поверки допускаются лица, имеющие квалификационную группу по технике безопасности не ниже II в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», изучившие эксплуатационную документацию и настоящий документ.

6.7. При появлении течи рабочей среды и в других ситуациях, нарушающих нормальный ход поверочных работ, поверку прекращают. В дальнейшем обслуживающий персонал руководствуется эксплуатационными документами на средства поверки.

6.8. Управление поверочной установкой и другими средствами поверки проводят лица, прошедшие обучение, проверку знаний и допущенные к их обслуживанию.

7. Внешний осмотр средства измерений

7.1 При внешнем осмотре устанавливают:

- на преобразователе расхода отсутствуют механические повреждения, препятствующие его применению;
- надписи и обозначения на преобразователе расхода читаемы и соответствуют требованиям эксплуатационной документации;
- комплектность преобразователей расхода, соответствует указанной в документации;

- соответствие исполнения преобразователей расхода его маркировке.

7.2. Результаты проверки считают удовлетворительными, если внешний вид и маркировка соответствуют сведениям, приведенным в описании типа СИ и эксплуатационной документации.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1. При подготовке к поверке проверяют:

- выполнение условий разделов 5 — 6 настоящей МП;
- наличие действующего свидетельства об аттестации эталона, а также действующих свидетельств о поверке на средства измерений (или сведений о поверке в ФГИС «АРШИН»), входящих в состав средств поверки, и (или) оттисков поверительных клейм;
- наличие паспорта на представленный для поверки преобразователь расхода;
- при периодической поверке наличие свидетельства о предыдущей поверке или соответствующей отметки в паспорте преобразователя расхода;
- наличие маркировки на корпусе преобразователя расхода и соответствие сведений, указанных на ней информации, указанной в паспорте;
- наличие пломб для защиты преобразователя расхода от несанкционированного доступа в местах, указанных в описании типа;
- для преобразователей расхода исполнения с расширенной версией электронного блока «ВВ» – наличие действующих свидетельств о поверке или знаков поверки в эксплуатационной документации, подтверждающих проведение поверки датчика давления и (или) температуры, используемых в комплекте с преобразователем расхода.

8.2. При проведении поверки выполняют следующие операции:

- устанавливают преобразователь расхода на эталон в соответствии с эксплуатационными документами на эталон и преобразователь расхода;
- при применении в качестве измеряемой среды воды, удаляют воздух из гидравлического тракта эталона, в соответствии с эксплуатационными документами эксплуатационным документам на эталон;
- проверяют герметичность фланцевых соединений и гидравлического тракта эталона рабочим давлением;
- подготавливают к работе средства поверки в соответствии с их эксплуатационными документами.

8.3. Опробование

Опробование проводят в следующей последовательности:

- включают преобразователь расхода;
- проверяют установку показаний преобразователя расхода на нулевое значение при отсутствии потока измеряемой среды через преобразователь расхода;
- эталоном воспроизводят расход измеряемой среды в пределах диапазона измерений преобразователя расхода и проверяют наличие показаний на индикаторе (при наличии) и(или) сигналов на частотном (или импульсном), токовом и цифровом выходах.

Результаты опробования преобразователя расхода считают положительными, если при увеличении или уменьшении значений объёмного расхода измеряемой среды, воспроизводимого эталоном, показания преобразователя расхода измеряются сопоставимо с показаниями эталона (увеличиваются или уменьшаются), отсутствуют течи и каплепадения на преобразователе расхода.

9. Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1. Проверку соответствия программного обеспечения (далее – ПО) проводят путём сличения идентификационных данных ПО преобразователя расхода, отображаемых при подключении к преобразователю расхода по цифровому каналу связи в ПО «ЭМИС-Интегратор» в соответствии с указаниями Инструкции по работе с ПО «ЭМИС-Интегратор».

9.2. Результаты проверки считаются положительными, если идентификационные данные ПО соответствуют указанным в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные ПО

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Преобразователи расхода вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» Модификация ЭВ-205 и модификация ЭВ-200 моделей ЭВ-200, ЭВ-200-ППД	
Идентификационное наименование ПО	EV200
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v5*
Цифровой идентификатор ПО	_**
Преобразователи расхода вихревые «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)» Модификация ЭВ-200 моделей ЭВ-200-СКВ	
Идентификационное наименование ПО	EV200-SKV
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже v1*
Цифровой идентификатор ПО	_**
ЭМИС-Интегратор	
Идентификационное наименование ПО	Integrator
Номер версии (идентификационный номер) ПО	не ниже 2.2.17*
Цифровой идентификатор ПО	_***
*номер версии программного обеспечения указывается в паспорте преобразователя расхода вихревого «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)»	
** цифровой идентификатор ПО встроенного программного обеспечения указывается в паспорте преобразователя расхода вихревого «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)»;	
*** цифровой идентификатор ПО встроенного программного обеспечения указывается в руководстве по эксплуатации преобразователя расхода вихревого «ЭМИС-ВИХРЬ 200 (ЭВ-200)».	

10. Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1. При определении метрологических характеристик преобразователей расхода, предназначенных для измерений жидкости применяют УЖ, для преобразователей расхода, предназначенных для измерений газа применяют УГ.

10.2. Для преобразователей расхода, предназначенных для измерений газовых сред, допускается проводить поверку на УЖ, в диапазоне расходов со значениями измеряемых расходов $Q_{\text{наим}}$ и $Q_{\text{наиб}}$ взятых для жидкости, для соответствующего номинального диаметра проточной части и исполнения по температуре измеряемой среды.

10.3. Определение метрологических характеристик преобразователей расхода при условии соотношения пределов относительной погрешности эталона к пределам относительной погрешности преобразователя расхода не более 1/3.

10.4. Определение метрологических характеристик преобразователей расхода проводят при трех значениях расхода, выбранных в соответствии с таблицей 1 (порядок чередования значений расхода выбирают произвольно). При каждом значении расхода выполняют не менее трех измерений. При каждом измерении обеспечивают время измерения не менее 60 с или набор не менее 1000 имп. при использовании импульсного выхода преобразователя расхода.

10.5. Отклонение фактического значения расхода от расчетного не должно превышать $\pm 5\%$.

10.6. При каждом измерении регистрируют:

- время измерений;
- объёмный расход и (или) объём, воспроизведенный эталоном;
- объёмный расход и (или) объём, измеренный преобразователем расхода;
- количество импульсов, полученных от преобразователя расхода (при использовании импульсного выхода);
- значение силы тока по показаниям преобразователя расхода (при использовании токового выхода).

11. Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1. Относительную погрешность преобразователя расхода при измерении объёма измеряемой среды по импульсному выходу ($\delta_{V_{uij}}$) вычисляют по формуле

$$\delta_{V_{uij}} = \frac{V_{uij} - V_{эij}}{V_{эij}} \cdot 100, \quad (1)$$

- где $V_{э}$ – значение объёма по показаниям эталона, л;
 V_u – значение объёма по показаниям преобразователя расхода, л, определенное по формуле (2);
 ij – номер измерения и значения расхода соответственно.

$$V_{uij} = N_{ij} \cdot m, \quad (2)$$

- где m – цена импульса преобразователя расхода, л/имп;
 N – количество импульсов, сгенерированных преобразователем расхода, имп;

11.2. Относительную погрешность преобразователя расхода при измерении объёма ($\delta_{V_{цij}}$) измеряемой среды по цифровому выходу вычисляют по формуле

$$\delta_{V_{цij}} = \frac{V_{цij} - V_{эij}}{V_{эij}} \cdot 100, \quad (3)$$

- где $V_{ц}$ – значение объёма по показаниям преобразователя расхода, л, определенное по формуле (4);

$$V_{цij} = V_{конij} - V_{начij}, \quad (4)$$

- где $V_{нач}$ – значение накопленного объёма на момент начала измерений по показаниям преобразователя расхода, л;
 $V_{кон}$ – значение накопленного объёма на момент завершения измерений по показаниям преобразователя расхода, л.

11.3. Относительную погрешность преобразователя расхода при измерении объёмного расхода ($\delta_{Q_{lij}}$) измеряемой среды по токовому выходу вычисляют по формуле

$$\delta_{Q_{lij}} = \left(\frac{Q_{lij} - Q_{эij}}{Q_{эij}} \right) \cdot 100, \quad (5)$$

где Q_l – значение объёмного расхода измеряемой среды по показаниям преобразователя расхода при использовании токового выхода, м³/ч, определенное по формуле (6);
 $Q_э$ – значение объёмного расхода измеряемой среды по показаниям поверочной установки, м³/ч;

$$Q_{lij} = \frac{I_{ij} - 4}{16} \cdot Q'_{I_{\max}}, \quad (6)$$

где $Q'_{I_{\max}}$ – максимальное значение объёмного расхода измеряемой среды, соответствующее току 20 мА на токовом выходе, м³/ч;
 I – значение выходного тока, соответствующего среднему объёмному расходу за время измерений, мА.

11.4. Относительную погрешность преобразователя расхода при измерении объёмного расхода измеряемой среды по частотному выходу вычисляют по формуле

$$\delta_{Q_{qij}} = \left(\frac{Q_{qij} - Q_{эij}}{Q_{эij}} \right) \cdot 100, \quad (7)$$

где Q_{qi} – значение объёмного расхода измеряемой среды по показаниям преобразователя расхода при использовании частотного выхода, м³/ч, определенное по формуле (8)

$$Q_{qij} = 3,6 \cdot F_{ij} \cdot t, \quad (8)$$

где F – частота импульсной последовательности, генерируемой преобразователем расхода, Гц.

11.5. Относительную погрешность преобразователя расхода при измерении объёмного расхода измеряемой среды по цифровому выходу вычисляют по формуле

$$\delta_{Q_{cij}} = \left(\frac{Q_{cij} - Q_{эij}}{Q_{эij}} \right) \cdot 100, \quad (9)$$

где Q_c – усредненное значение объема при использовании цифрового выхода, м³/ч (измеряют эталоном в соответствии с п. 3.13);
 $Q_э$ – значение объёмного расхода измеряемой среды по показаниям поверочной установки, м³/ч.

11.6. Определение относительной погрешности вычислений значений температуры измеряемой среды проводят только для преобразователя расхода с исполнением электронного блока с вычислителем «ВВ»¹.

Определение относительной погрешности вычислений температуры среды проводят с помощью магазина сопротивлений для трех значений температуры, равномерно распределенных по диапазону измерений температуры измеряемой среды.

¹ Допускается не выполнять в случае отсутствия внешнего термопреобразователя в составе комплекта – при определении массового расхода (массы) насыщенного водяного пара по давлению среды.

Для заданных значений температуры магазином сопротивлений задают значения сопротивления, соответствующие номинальной статической характеристике используемого термопреобразователя по ГОСТ 6651-2009.

Для каждого значения температуры фиксируют по одному показанию температуры по преобразователю расхода и эталону, результаты заносят в протокол произвольной формы.

Значение относительной погрешности $\delta_B(t)$, %, вычислений значений температуры среды для каждого заданного значения рассчитывают по формуле

$$\delta_B(t) = \left(\frac{t_{\text{изм}} - t_{\text{эт}}}{t_{\text{эт}} + 273,15} \right) \cdot 100 \quad (10)$$

где $t_{\text{изм}}$ – значение температуры по преобразователю расхода, °С
 $t_{\text{эт}}$ – значение температуры, заданное с помощью эталона, °С.

Полученные по формуле (10) значения относительной погрешности вычислений температуры не должны превышать границ, определяемых выражением

$$\delta_B(t) = \pm \left(\frac{1 + 0,0025 \cdot |t_{\text{изм}}|}{t_{\text{изм}} + 273,15} \right) \cdot 100 \quad (11)$$

где $t_{\text{изм}}$ – текущее значение температуры измеряемой среды, °С

11.7. Определение относительной погрешности измерительного канала температуры измеряемой среды проводят только для преобразователей расхода с исполнением электронного блока с вычислителем «ВВ»².

Относительную погрешность $\delta(t)$, %, измерительного канала температуры измеряемой среды определяют для трех значений температуры, принятых в п. 11.8, по формуле

$$\delta(t) = \pm (\sqrt{\delta_n(t)^2 + \delta_B(t)^2}) \quad (12)$$

где $\delta_B(t)$ – допускаемая относительная погрешность вычислений значений температуры, для исполнения «ВВ», определяемая по формуле (11);
 $\delta_n(t)$ – допускаемая относительная погрешность внешнего измерительного преобразователя температуры классов АА, А и В по ГОСТ 6651-2009, %, определяемая по формуле

$$\delta_n(t) = \frac{\Delta t}{t_{\text{изм}} + 273,15} \cdot 100 \quad (13)$$

где Δt – допускаемая абсолютная погрешность внешнего измерительного преобразователя температуры классов АА, А и В по ГОСТ 6651-2009, °С;
 $t_{\text{изм}}$ – текущее значение температуры измеряемой среды, °С.

Полученные значения относительной погрешности измерительного канала температуры измеряемой среды не должны превышать значения указанных в приложении В.

11.8. Определение относительной погрешности вычисления значений давления измеряемой среды проводить только для преобразователей расхода с исполнением электронного блока с вычислителем «ВВ»³.

² Допускается не выполнять в случае отсутствия внешнего термопреобразователя в составе комплекта – при определении массового расхода (массы) насыщенного водяного пара по давлению среды.

³ Допускается не выполнять в случае отсутствия внешнего датчика давления в составе комплекта – при определении массового расхода (массы) насыщенного водяного пара по температуре среды.

С помощью калибратора технологических процессов последовательно устанавливают значение тока, соответствующее трем точкам (включая крайние), равномерно распределенным по диапазону измерений от $P_{\min}$ до $P_{\max}$, где $P_{\min}$ – нижний установленный предел диапазона измерений датчика давления, $P_{\max}$ – верхний установленный предел диапазона измерений датчика давления.

Для каждого значения тока определяют действительные значения давления, зафиксированное по одному значению давления по преобразователю расхода, результаты заносят в протокол произвольной формы.

Значение относительной погрешности $\delta_{B1}(P)$, %, вычислений значений давления среды для каждого заданного значения рассчитывают по формуле

$$\delta_{B1}(P) = \left(\frac{P_{\text{изм}} - P_{\text{эт}}}{P_{\text{эт}}} \right) \cdot 100 \quad (14)$$

где $P_{\text{изм}}$ – значение абсолютного давления по преобразователю расхода, МПа;
 $P_{\text{эт}}$ – значение абсолютного давления, соответствующее заданному значению тока, МПа.

Полученные по формуле (14) значения относительной погрешности вычислений значений давления измеряемой среды не должны превышать значений, определяемых выражением

$$\delta_{B1}(P)' = \pm \gamma_B \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \quad (15)$$

где $P_{\max}$ – значение верхнего предела установленного диапазона измерений датчика давления, МПа;
 $P_{\min}$ – значение нижнего предела установленного диапазона измерений датчика давления, МПа;
 γ_B – основная приведенная погрешность измерений давления, $\pm 0,05$ %.

11.9. Определение относительной погрешности измерительного канала давления измеряемой среды проводят только для преобразователя расхода с исполнением электронного блока с вычислителем «ВВ» и для установленного диапазона измерительного канала давления преобразователя расхода.⁴

Относительную погрешность $\delta(P)$, %, измерительного канала давления измеряемой среды определяют по формуле

$$\delta(P) = \pm (\sqrt{\delta_{\Pi}(P)^2 + \delta_B(P)^2}) \quad (16)$$

где $\delta_B(P)$ – допускаемая относительная погрешность вычислений значений давления, для исполнения «ВВ», определяемая по формуле

$$\delta_B(P) = \frac{P_{\max}}{P_{\min}} \cdot \sqrt{\gamma_B^2 + \gamma_{B \text{ доп}}^2} \quad (17)$$

$\gamma_{B \text{ доп}}$ – дополнительная приведенная погрешность измерений давления, вызванная отклонением температуры окружающего воздуха от 20 °С, $\pm 0,1$ % на каждые 10 °С;
 $\delta_{\Pi}(P)$ – допускаемая относительная погрешность внешнего датчика давления с учетом дополнительной погрешности от влияния температуры окружающей среды, %, определяемая по формуле

⁴ Допускается не выполнять в случае отсутствия внешнего датчика давления в составе комплекта – при определении массового расхода (массы) насыщенного водяного пара по температуре среды.

$$\delta_n(P) = \frac{P_{max}}{P_{min}} \cdot \sqrt{\gamma^2 + \gamma_{доп}^2} \quad (18)$$

- где P_{min} – значение нижней границы диапазона измерений измерительного канала давления, МПа;
- γ – допускаемая основная приведенная погрешность внешнего датчика давления, %;
- $\gamma_{доп}^5$ – допускаемая дополнительная приведенная погрешность от воздействия изменений температуры окружающей среды внешнего датчика давления, %,

Полученные значения относительной погрешности измерительного канала давления измеряемой среды не должны превышать значений, в приложении В.

11.10. Определение относительной погрешности измерительного канала объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода (массы) водяного пара проводят только для преобразователей расхода исполнения «ВВ».

Относительную погрешность измерительного канала объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, расхода (массы) водяного пара, вычисляют по формуле

$$\delta(V, M) = \pm \sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(t)^2 + \delta(P)^2 + \delta^2} \quad (19)$$

Относительную погрешность измерительного канала расхода (массы) насыщенного водяного пара, вычисляют по формуле:

- при измерении давления насыщенного водяного пара

$$\delta(V, M) = \pm \sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(P)^2 + \delta^2} \quad (20)$$

- при измерении температуры насыщенного водяного пара

$$\delta(V, M) = \pm \sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(t)^2 + \delta^2} \quad (21)$$

- где $\delta_B(V, M)$ – допускаемая относительная погрешность вычислений объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, с учетом погрешности расчета коэффициента сжимаемости; массового; массового расхода (массы) среды, $\pm 0,2\%$;

$\delta(t)$ – максимальное значение относительной погрешности измерительного канала температуры среды, определенное по формуле (12);

$\delta(P)$ – максимальное значение относительной погрешности измерительного канала давления среды, определенное по формуле (16);

δ – допускаемая относительная погрешность измерений объемного расхода (объема) в рабочих условиях для выбранного класса точности, указанная в таблицах 5 и 6.

Полученное значение относительной погрешности не должно превышать значений, указанных в приложении В.

11.11. Определение относительной погрешности измерительного канала массового расхода (массы) жидкости проводят только для преобразователей расхода исполнения «ВВ».

Относительную погрешность измерительного канала массового расхода (массы) жидкости вычисляют по формуле

$$\delta(V, M) = \pm \sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(t)^2 + \delta^2} \quad (22)$$

⁵ Определяется согласно формулам, приведенным в эксплуатационной документации на датчик давления.

11.12. Преобразователь расхода считают прошедшим поверку, если значения:

- относительных погрешностей при измерении объёма и объёмного расхода измеряемой среды, определенные по формулам (1) и (или) (3) и (или) (5) и (или) (7) и (или) (9) при использовании импульсного и (или) частотного и (или) цифрового выходов и (или) токового выхода исполнения «А1» не превышают значений, указанных в таблице 5 или таблице 6;
- относительных погрешностей вычислений значений температуры, измерительного канала температуры среды, вычислений значений давления, измерительного канала давления среды, измерительного канала объёмного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, массового расхода (массы) среды не превышают значений, указанных в приложении В;
- относительной погрешности при измерении объёмного расхода измеряемой среды, определенные по формуле (5) для преобразователя расхода с токовым выходом исполнения «А» не превышают пределов относительной погрешности, определенных по формуле (23).

Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода, δ_{QI} , по токовому выходу исполнения «А», % вычисляют по формуле

$$\delta_{QI\ ij} = \pm \left[|\delta| + 0,2 \cdot I_{\text{макс}} / \left(4 + \frac{16 \cdot Q_{ij}}{Q'_{I\text{макс}}} \right) \right] \quad (23)$$

- где δ – пределы допускаемой относительной погрешности преобразователя расхода по частотному, импульсному или цифровому выходу, % (определяют в соответствии с таблицей 5 или таблицей 6);
- $I_{\text{макс}}$ – максимальное значение силы тока в цепи токового выходного сигнала, мА, $I_{\text{макс}} = 20$ мА;
- Q – значение расхода, м³/ч;
- $Q'_{I\text{макс}}$ – максимальное значение объёмного расхода измеряемой среды, соответствующее току 20 мА на токовом выходе, м³/ч.

Таблица 5 - Пределы допускаемой относительной погрешности при измерении объёмного расхода и объёма по частотному, импульсному, цифровому, токовому выходу исполнения «А1» для преобразователей расхода стандартного исполнения, δ , %

Модель или модификация преобразователей расхода	Измеряемая среда	Пределы допускаемой относительной погрешности для классов точности АА, А0, А, Б, В, %									
		$Q_{\text{п}}^* \leq Q \leq Q_{\text{наиб}}^*$					$Q_{\text{наим}}^* \leq Q < Q_{\text{п}}^*$				
		АА	А0	А	Б	В	АА	А0	А	Б	В
ЭВ-200	жидкость	-	±0,5	±0,5	±1,0	±1,5	-	±0,5	±1,0	±1,5	±2,5
	газ, пар	±0,7	±1,0	±1,0	±1,5	±2,0	±1,0	±1,0	±2,0	±2,5	±3,5
ЭВ-200-ППД	жидкость	-	-	±0,5	±1,0	±1,5	-	-	±1,0	±1,5	±2,5
ЭВ-200-СКВ	жидкость	-	-	-	±1,5	-	-	-	-	±5,0	-
ЭВ-205	жидкость	-	-	±0,5	±1,0	±1,5	-	-	±1,0	±1,5	±2,5
	газ, пар	-	-	±1,0	±1,5	±2,0	-	-	±2,0	±2,5	±3,5

$Q_{\text{наим}}^*$ – значение наименьшего объёмного расхода, м³/ч;
 $Q_{\text{наиб}}^*$ – значение наибольшего объёмного расхода, м³/ч;
 $Q_{\text{п}}^*$ – значение переходного объёмного расхода (определяется в соответствии с приложением Б), м³/ч.

Таблица 6 – Пределы допускаемой относительной погрешности измерений объёмного расхода и объёма по частотному, импульсному, цифровому, токовому выходу исполнения «А1» для преобразователя расхода модели ЭВ-200 и ЭВ-200-ППД конструктивного исполнения 2

Измеряемая среда	Пределы допускаемой относительной погрешности, %		
	$Q_1^* \leq Q \leq Q_{\text{наиб}}$	$Q_2^* < Q < Q_1^*$	$Q_{\text{наим}} \leq Q \leq Q_2^*$
жидкость	± 1	$\pm 1,5$	$\pm 3,0$

* значения объёмных расходов Q_1 и Q_2 вычисляются в соответствии с приложением Б

12. Оформление результатов поверки

12.1. Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510 "Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке".

12.2. По заявлению владельца средств измерений или лица, представившего их на поверку, с учетом требований методики поверки аккредитованное на поверку лицо, проводившее поверку, в случае положительных результатов поверки наносит знак поверки на средства измерений и (или) выдает свидетельство о поверке, оформленное в соответствии с требованиями к содержанию свидетельства о поверке, в соответствии с приказом Минпромторга России от 31 июля 2020 года № 2510, и (или) в паспорт средств измерений вносит запись о проведенной поверке, или в случае отрицательных результатов поверки выдает извещение о непригодности к применению средства измерений.

Начальник отдела 208
ФГБУ "ВНИИМС"

Ведущий инженер
ФГБУ "ВНИИМС"

Начальник отдела метрологии
АО «ЭМИС»

Б.А. Иполитов

В.И. Никитин

В.С. Фокин

Приложение А

(обязательное)

Схема подключения преобразователя расхода при определении метрологических характеристик

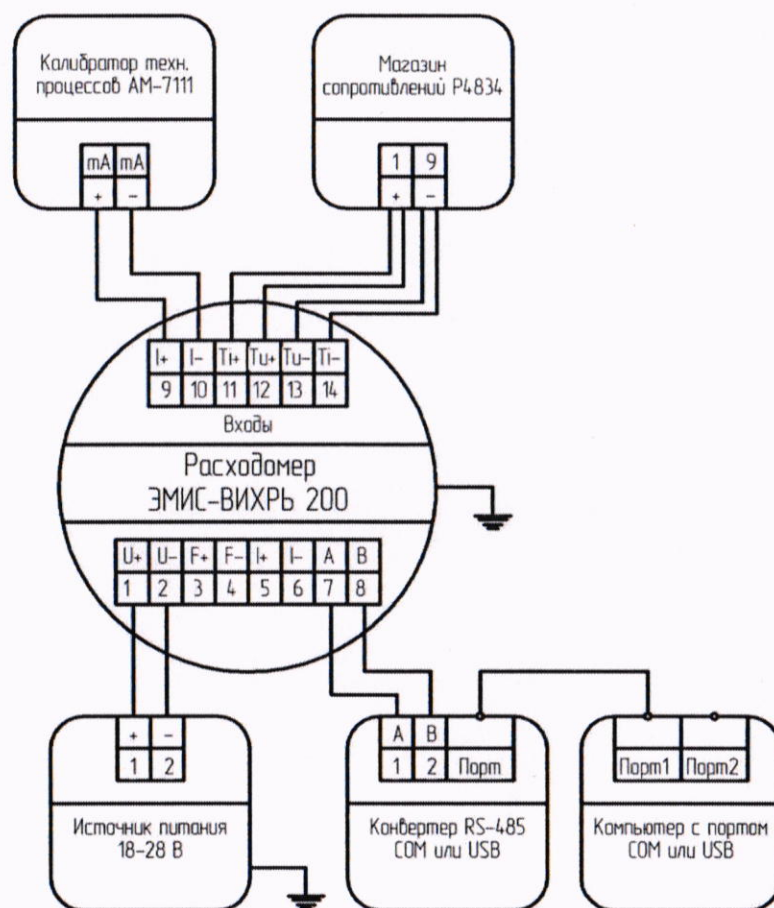


Рисунок А.1 – Схема поверки каналов давления и температуры преобразователей расхода с исполнением «ВВ»

Приложение Б
(справочное)
Диапазоны измерений для преобразователей расхода

Таблица Б.1 – Диапазоны измерений для преобразователей расхода стандартного исполнения модификаций ЭВ-205 и модификаций ЭВ-200 моделей ЭВ-200, ЭВ-200-СКВ

Типоразмер преобразователя расхода (ДУ), мм	Код по типу соединения с трубопроводом *	Код по температуре измеряемой среды	Измеряемый расход*, м ³ /ч					
			Вода			Воздух		
			Q _{наим}	Q _п	Q _{наиб}	Q _{наим}	Q _п	Q _{наиб}
15	С, Ф	85-250	0,5	0,6	5	4,5	8	32
		300, 320	0,5	0,6	5	7	8	32
25	ФР	85-250	0,5	0,6	5	4,5	8	32
		300, 320	0,5	0,6	5	7	8	32
25	С, Ф	85-250	0,6 (0,4)	0,96	16	8	15	120 (155)
		300, 320	0,6	0,96	16	12,5	15	120 (155)
32	ФР	85-250	0,6 (0,4)	0,96	16	8	15	120 (155)
		300, 320	0,6	0,96	16	12,5	15	120 (155)
32	С, Ф	85-250	0,8 (0,6)	1,62	27	10	20 (25,5)	200 (255)
		300, 320	0,8	1,62	27	13	20 (25,5)	200 (255)
40	С, Ф	85-250	1,4 (1)	2,58	43	12	31 (40)	310 (400)
		300, 320	1,4	2,58	43	20	31 (40)	310 (400)
		350, 450	3,4	2,58	43	31	31	310
50	ФР	85-250	0,8 (0,6)	1,62	27	10	20 (25,5)	200 (255)
		300, 320	0,8	1,62	27	13	20 (25,5)	200 (255)
50	С, Ф	85-250	2 (1,4)	4,02	67	18 (14)	48 (62)	480 (620)
		300, 320	2	4,02	67	30	48 (62)	480 (620)
		350, 450	5,3	4,02	67	48	48	480
65	С, Ф	85-250	3 (2,6)	6,9	115	33 (24)	81 (105)	810 (1050)
		300, 320	3	6,9	115	55	81 (105)	810 (1050)
		350, 450	9	6,9	115	81	81	810
80	ФР	85-250	2 (1,4)	4,02	67	18 (14)	48 (62)	480 (620)
		300, 320	2	4,02	67	30	48	480
80	С, Ф	85-250	4,6 (4)	10,32	172	53 (36)	123 (160)	1230 (1600)
		300, 320	4,6	10,32	172	60	123 (160)	1230 (1600)
		350, 450	13	10,32	172	123	123	1230
100	ФР	85-250	4,6 (4)	10,32	172	53 (36)	123 (160)	1230 (1600)

Типоразмер преобразователя расхода (ДУ), мм	Код по типу соединения с трубопроводом *	Код по температуре измеряемой среды	Измеряемый расход*, м³/ч					
			Вода			Воздух		
			Qнаим	Qп	Qнаиб	Qнаим	Qп	Qнаиб
		300, 320	4,6	10,32	172	60	123 (160)	1230 (1600)
100	С, Ф	85-250	8 (6)	16,2	270	80 (60)	192 (250)	1920 (2500)
		300, 320	8	16,2	270	90	192 (250)	1920 (2500)
		350, 450	21	16,2	270	192	192	1920
125	С, Ф	85-250	13 (10)	24	400	130 (90)	300 (360)	3000 (3600)
		300, 320	13	24	400	130	300 (360)	3000 (3600)
		350, 450	33	24	400	290	300	3000
150	С, Ф	85-250	18 (14)	36,3	605	190 (130)	432,5 (500)	4325 (5000)
		300, 320	18	36,3	605	190	432,5 (500)	4325 (5000)
		350, 450	47	36,3	605	420	432,5	4325
200	С, Ф	85-250	34 (26)	64,5	1075	320 (235)	800 (1000)	8000 (10000)
		300, 320	34	64,5	1075	330	800 (1000)	8000 (10000)
		350, 450	90	64,5	1075	810	800	8000
250	С, Ф	85-250	60 (42)	102	1700	470 (380)	1290 (1500)	12900 (15000)
		300, 320	60	102	1700	500	1290 (1500)	12900 (15000)
		350, 450	142	102	1700	1260	1290	12900
300	С, Ф	85-250	95 (60)	147,6	2460	680 (550)	1860 (2200)	18600 (22000)
		300, 320	95	147,6	2460	800	1860 (2200)	18600 (22000)
		350, 450	200	147,6	2460	1820	1860	18600
50, 80	СД/80	85-250	—	—	—	5	8	80
	СД/160	85-250	—	—	—	7	16	160
	СД/400	85-250	—	—	—	10	40	400
80	СД/800	85-250	—	—	—	20	80	800
	СД/1600	85-250	—	—	—	40	160	1600

Таблица Б.2 – Диапазоны измерений для преобразователей расхода стандартного исполнения модификаций ЭВ-200 модели ЭВ-200-ППД

Типоразмер преобразователя расхода (ДУ / код диапазона расходов)	Измеряемый расход воды, м ³ /ч		
	Q _{наим}	Q _п	Q _{наиб}
<i>50/10</i>	0,3	0,5	10
<i>50/20</i>	0,5	0,7	25
<i>50/25</i>	0,6	0,8	32
<i>50/50</i>	1,1	1,5	55
<i>50/60</i>	1,3	1,8	65
<i>80/20</i>	0,6	0,9	25
<i>80/25</i>	0,8	1	32
<i>80/35</i>	0,8	1,2	40
<i>80/50</i>	1,1	1,6	60
<i>80/50</i>	1,2	2	55
<i>80/100</i>	2,5	3	110
<i>80/150</i>	3,5	5	160
<i>100/25</i>	0,8	1	32
<i>100/50</i>	1,2	2	55
<i>100/120</i>	4	5	132
<i>100/200</i>	5	8	220
<i>100/200</i>	4	5	200
<i>100/300</i>	8,2	12	330
<i>150/500</i>	12,5	15	520

Таблица Б.3 – Диапазоны измерения для преобразователей расхода конструктивного исполнения 2

Типоразмер преобразователя расхода (ДУ / код диапазона расходов)	Измеряемый расход воды, м ³ /ч			
	Q _{наим}	Q ₂	Q ₁	Q _{наиб}
<i>50/10</i>	0,3	0,5	1	10
<i>50/25</i>	0,6	0,8	1,6	32
<i>50/50</i>	1,1	1,5	3	55
<i>50/60</i>	1,3	1,8	3,6	65
<i>80/20</i>	0,6	0,9	1,8	25
<i>80/35</i>	0,8	1,2	2,4	40
<i>80/50</i>	1,2	2	4	55
<i>80/150</i>	3	4	8	160
<i>100/25</i>	0,8	1	2	32
<i>100/50</i>	1,2	2	4	55
<i>100/120</i>	4	5	10	132
<i>100/200</i>	5	8	16	220
<i>100/300</i>	8,2	12	24	330
<i>150/500</i>	12,5	15	30	540

Приложение В

(справочное)

Пределы допускаемых относительных погрешностей измерительных каналов преобразователя расхода

Таблица В.1 - Пределы допускаемых относительных погрешностей измерительных каналов преобразователя расхода

Наименование	Значение ¹⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности измерительного канала температуры измеряемой среды, для исполнения «ВВ», $\delta(t)$, %	$\pm\sqrt{\delta_{\Pi}(t)^2 + \delta_B(t)^2}$ ²⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности измерительного канала давления измеряемой среды, для исполнения «ВВ», $\delta(P)$, %	$\pm\sqrt{\delta_{\Pi}(P)^2 + \delta_B(P)^2}$ ³⁾
Пределы допускаемой относительной погрешности измерительного канала объемного расхода (объема) газа, приведенного к стандартным условиям, с учетом погрешности расчета коэффициента сжимаемости; массового расхода (массы) газа и пара для исполнения «ВВ», $\delta(V, M)$, %	$\pm\sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(t)^2 + \delta(P)^2 + \delta^2}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерительного канала массового расхода (массы) насыщенного водяного пара для исполнения «ВВ», $\delta(V, M)$, % - при измерении давления насыщенного пара - при измерении температуры насыщенного пара	$\pm\sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(P)^2 + \delta^2}$ $\pm\sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(t)^2 + \delta^2}$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерительного канала массового расхода (массы) жидкости для исполнения «ВВ», $\delta(V, M)$, %	$\pm\sqrt{\delta_B(V, M)^2 + \delta(t)^2 + \delta^2}$
Примечания: ¹⁾ Указывается на шильде (паспорте) преобразователя расхода; ²⁾ $\delta_{\Pi}(t)$ – относительная погрешность внешнего измерительного преобразователя температуры классов АА, А и В по ГОСТ 6651-2009, %; ³⁾ $\delta_{\Pi}(P)$ – относительная погрешность внешнего измерительного преобразователя давления, %	