

**Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии им.
Д. И. Менделеева»
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»**

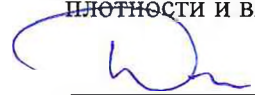


Государственная система обеспечения единства измерений

**Преобразователи плотности и вязкости FVM Master
Методика поверки**

МП 2302-0012-2024

Руководитель научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области измерений
плотности и вязкости жидкости

 А. А. Демьянов

Заместитель руководителя научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области измерений
плотности и вязкости жидкости

 А. А. Неклюдова

Санкт-Петербург
2024 г.

1 Общие положения

Настоящая методика поверки распространяется на Преобразователи плотности и вязкости FVM Master (далее – FVM Master), изготовленные Micro Motion Inc. 7070 Winchester Circle, Boulder, Colorado, 80301, USA / США, производственная площадка «F-R Tecnologias de Flujo, S.A. de C.V.» Ave.Miguel de Cervantes 111, Complejo Industrial Chihuahua, Chihuahua, 31136, Mexico / Мексика, модификации FVM11C729EAC3FEXEZZX (заводские номера: 109012125009017, 109012125009018, 109012125009019, 109012125009020, 109012125009021, 109012125009023, 109012125009024), предназначенные для хранения и передачи единицы динамической вязкости жидкости при проведении поверки и калибровки средств измерений поточных методом непосредственного сличения, а также измерений динамической вязкости, плотности и температуры исследуемых жидкостей.

FVM Master применяют в качестве рабочего эталона 1-го разряда согласно п. 6.1 Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 №2622.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость FVM Master к Государственному первичному эталону единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018) по Государственной поверочной схеме для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 №2622, Государственному первичному эталону единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °C (ГЭТ 34-2020) по Государственной поверочной схеме для средств измерений температуры, утвержденной приказом Росстандарта от 23.12.2022 №3253, Государственному первичному эталону единицы плотности (ГЭТ 18-2014) по Государственной поверочной схеме для средств измерений плотности, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 №2603, Государственному первичному эталону единицы силы постоянного электрического тока (ГЭТ 4-91) по Государственной поверочной схеме для средств измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне $1 \times 10^{-16} \div 100$ А, утвержденной Приказом Росстандарта от 01.10.2018 №2091.

Методы, обеспечивающие реализацию методики поверки – непосредственные сличения при помощи градуировочной жидкости, прямые измерения.

Допускается проведение периодической поверки FVM Master на меньшем числе поддиапазонов измерений динамической вязкости жидкости в соответствии с указанными диапазонами в описании типа на основании письменного заявления владельца средства измерений или лица, представившего средство измерений на поверку, оформленного в произвольной форме, с обязательным указанием в сведениях о поверке информации об объеме проведенной поверки.

Перечень поддиапазонов измерений динамической вязкости жидкости приведен в описании типа FVM Master и руководстве по эксплуатации.

2 Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 1 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки	да	да	8.1
Опробование	да	да	8.2
Проверка программного обеспечения средств измерений	да	да	9

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	да	да	10

При отрицательных результатах одной из операций поверка прекращается.

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °С от +18 до +22;
- относительная влажность окружающего воздуха, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

При поверке должны соблюдаться требования, приведенные в Руководстве по эксплуатации (далее – РЭ), на FVM Master.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки FVM Master в установленном порядке допускаются помощники ученого хранителя Государственного первичного эталона единиц динамической и кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018), изучившие настоящую методику поверки, руководство по эксплуатации и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 2 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средства измерения факторов, влияющих на поверку (температура, относительная влажность, атмосферное давление), диапазон измерений относительной влажности от 0 % до 98 %, температуры от минус 20 °С до 60 °С, атмосферного давления от 700 до 1100 гПа; погрешность измерений отн. влажности при 23,2 °С, от 0 % до 90 % не более ± 2 %, от 90 % до 98 % не более ± 3 %, температуры не более $\pm 0,3$ °С, атмосферного давления не более $\pm 2,5$ гПа	Термогигрометр ИВА-6Н-Д, заводской номер 9Е78, регистрационный номер 46434-11
п. 10 Определение метрологических	Диапазон номинальных значений измерений динамической вязкости	Государственный первичный эталон единиц динамической и

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
характеристик средства измерений	жидкости эталонным комплексом от 0,5 до 100,0 мПа·с со средним квадратическим отклонением результата измерений при 10 независимых измерениях, не превышает $5,2 \cdot 10^{-3}$ мПа·с в диапазоне значений температуры от 20 °С до 40 °С и в диапазоне значений давления от 0,5 до 4,0 МПа	кинематической вязкости жидкости (ГЭТ 17-2018) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 05.11.2019 № 2622 - эталонный комплекс ЭК ГЭТ 17/3-ДВП
	Средства измерений плотности в диапазоне св. 0,0 до 2,0 г/см ³ , пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 4,0 \cdot 10^{-5}$ г/см ³ и в диапазоне св. 0,0 до 2,0 г/см ³ , пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности $\pm 1,0 \cdot 10^{-4}$ г/см ³	Анализатор плотности жидкостей серии DMA, модификации DMA 5000M, заводской номер 81548682, регистрационный номер 39787-08, регистрационный номер эталона 39787.08.РЭ.00918478, в комплекте с анализатором плотности жидкостей серии DMA, модификации DMA HP, заводской номер 81352272, регистрационный номер 39787-08
	Термостатическая ванна (термостат). Диапазон установления и поддержания температуры в рабочем поле термостатической ванны от минус 40 °С до 100 °С, нестабильность установления и поддержания температуры, °С, не более $\pm 0,02$	Термостатическая ванна TV7000 LT Mk.II, заводской номер 15TZ257, диапазон установления и поддержания температуры от минус 40 °С до 100 °С
	Средства измерений температуры в диапазоне от минус 196 °С до 660,323 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры, °С, не более $\pm 0,02$	Термометр сопротивления платиновый эталонный ПОИНТ-25/2 заводской номер 18004, регистрационный номер 72957-18, регистрационный номер эталона 72957.18.2Р.00685637,

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимым для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
	Средства измерений силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-16}$ до 30 А, пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений силы постоянного электрического тока, мА, не более $\pm 0,0007$	Калибратор-вольтметр универсальный В1-28, заводской номер 0043 с блоком резисторов № 0278 1 разряда в режиме воспроизведения и измерения силы постоянного электрического тока в диапазоне от $1 \cdot 10^{-7}$ до 2000 мА регистрационный номер 10759-86, регистрационный номер эталона 10759.86.1Р.00529708
	Средства измерения температуры многоканальные, диапазон измерения температуры от минус 200 °С до 500 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности $(0,001 + 2 \cdot 10^{-6} T)$ °С	Измеритель температуры многоканальный прецизионный МИТ 8.15, заводской номер 277, регистрационный номер 19736-11
	Средство забора градуировочной жидкости, 5 мл	Двухкомпонентный шприц по ГОСТ ISO 7886-1-2011
	Градуировочная жидкость с номинальным диапазоном значений динамической вязкости от 0,5 до 100,0 мПа·с в диапазоне значений температуры от 20 °С до 40 °С и номинальным значением плотности $(0,78 - 0,98)$ г/см ³	Градуировочная жидкость, применяемая в эталонном комплексе ЭК ГЭТ 17/3-ДВП
Примечания: 1. Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, обеспечивающими требуемую точность передачи единицы величины поверяемому средству измерений. 2. ГЭТ 17-2018 должен быть аттестован в порядке, установленном в эксплуатационной документации на него, и с периодичностью в соответствии с межаттестационным интервалом, утвержденным приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29.12.2018 № 2843. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа, а сведения о результатах их поверки должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При проведении поверки необходимо соблюдать:

- общие правила техники безопасности в соответствии с требованиями

ГОСТ 12.2.003-91 «Система стандартов безопасности труда. Оборудование производственное. Общие требования безопасности»;

- «Правила по охране труда при эксплуатации электроустановок», утвержденные Приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 15 декабря 2020 года № 903н «Об утверждении Правил по охране труда при эксплуатации электроустановок»;

- указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на средства поверки;

- указания по технике безопасности, приведённые в эксплуатационной документации на FVM Master.

6.2 Помещение, в котором проводят поверку, должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.

7 Внешний осмотр средств измерений

При проведении внешнего осмотра проверяют:

- соответствие внешнего вида FVM Master описанию типа;
- наличие знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа;
- соответствие комплектности FVM Master их технической документации;
- отсутствие внешних механических повреждений и дефектов, загрязнений, влияющих

на работоспособность FVM Master.

- читаемость и соответствие требованиям эксплуатационной документации подписей и обозначений.

8 Подготовка к поверке и опробование средств измерений

8.1 Контроль условий поверки

Перед проведением поверки должны быть осуществлены:

- проверка параметров окружающей среды, которые должны удовлетворять условиям, представленным в п. 3 настоящей методики;

- подготовка средств поверки к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации;

- подготовка градуировочной жидкости в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации ЭК ГЭТ 17/3-ДВП.

8.2 Опробование

При опробовании производят включение FVM Master в соответствии с п. 2.1 Руководства по эксплуатации и проверку состояния FVM Master в соответствии с п. 2.2 Руководства по эксплуатации. Убеждаются, что измерительная информация поступает и отображается в программе ProLink® III, сообщения об ошибках – отсутствуют.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

9.1 Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) FVM Master заключается в определении идентификационных данных – наименования и номера версии ПО.

Идентификация встроенного ПО по наименованию и номеру версии. Наименование и номер версии встроенного ПО можно получить следующим способом: воспользоваться программой ProLink® III на вкладке Device Tools>Device information и в группе Transmitter Electronic строка Software Revision.

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

10.1 Преобразователи плотности и вязкости FVM Master, предназначенные для хранения и передачи единицы динамической вязкости жидкости при проведении поверки и калибровки средств измерений поточных методом

непосредственного сличения, а также измерений динамической вязкости, плотности и температуры исследуемых жидкостей, применяют в качестве рабочего эталона 1-го разряда согласно Государственной поверочной схеме для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622.

10.2 Критериями для обеспечения получения результата измерений динамической вязкости с доверительной погрешностью, при $P = 0,95$, являются:

- соответствие метрологических характеристик FVM Master требованиям, установленным в описании типа и руководстве по эксплуатации;
- соответствие комплектности FVM Master требованиям к комплектности, установленным в описании типа;
- выполнение оператором требований руководства по эксплуатации FVM Master при проведении измерений.

10.3 Определение доверительной погрешности измерений динамической вязкости и абсолютной погрешности измерений плотности

10.3.1 При необходимости перед непосредственным определением доверительной погрешности измерений динамической вязкости и абсолютной погрешности измерений плотности выполняют следующие подготовительные операции – проводят установку, подключение и подготовку ЭК ГЭТ 17/3-ДВП из состава ГЭТ 17-2018, FVM Master и анализатора плотности жидкостей DMA 5000M (далее – DMA 5000M) в комплекте с анализатором плотности жидкостей DMA HP (далее – DMA HP), в соответствии с требованиями их эксплуатационной документации.

10.3.2 При определении доверительной погрешности измерений динамической вязкости и абсолютной погрешности измерений плотности, проводят сличения FVM Master при помощи градуировочной жидкости с эталонным комплексом ЭК ГЭТ 17/3-ДВП из состава Государственного первичного эталона единиц динамической и кинематической вязкости жидкости ГЭТ 17-2018, а также с DMA 5000M в комплекте с DMA HP.

10.3.3 Динамическую вязкость и плотность градуировочной жидкости измеряют одновременно с помощью ЭК ГЭТ 17/3-ДВП и FVM Master. Измерения проводят в соответствии с требованиями эксплуатационной документации ЭК ГЭТ 17/3-ДВП и FVM Master, при значениях параметров экспериментальных исследований, указанных в таблице 3.

Таблица 3 – Значения параметров экспериментальных исследований

Наименование параметра	Значение	
Установившееся значение температуры в измерительных ячейках ЭК ГЭТ 17/3-ДВП, FVM Master, DMA 5000M и DMA HP	20,0 °C	40,0 °C
Установившееся значение давления в измерительных ячейках ЭК ГЭТ 17/3-ДВП, FVM Master, DMA 5000M и DMA HP	1,5 МПа	4,0 МПа

10.3.4 За действительное значение динамической вязкости градуировочной жидкости на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП и FVM Master принимают среднее арифметическое измеренных значений, которых должно быть зафиксировано не менее 10. За действительное значение плотности градуировочной жидкости на FVM Master принимают среднее арифметическое измеренных значений, которых должно быть зафиксировано не менее 3.

10.3.5 Измеренные значения динамической вязкости и плотности, а также установившееся значение давления градуировочной жидкости на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП и FVM Master фиксируют в протоколе поверки.

10.3.6 При определении значения абсолютной погрешности измерений плотности FVM Master отбирают пробу градуировочной жидкости из гидравлического контура ЭК ГЭТ 17/3-ДВП с помощью двухкомпонентного шприца и вводят ее в измерительные ячейки DMA 5000M и DMA HP, проводят измерение ее плотности при значениях температуры и давления, полученных при выполнении пп. 10.3.3 – 10.3.5.

10.3.7 Измеренные значения плотности градуировочной жидкости на DMA 5000M в комплекте с DMA HP фиксируют в протоколе поверки.

10.4 Определение абсолютной погрешности измерений температуры.

10.4.1 При определении абсолютной погрешности измерений температуры устанавливают в термостатическую ванну TV7000 LT преобразователь плотности жидкости FVM Master и щуп термометра сопротивления ПОИНТ-25/2. Термометр сопротивления ПОИНТ-25/2 подключают к преобразователю МИТ 8.15.

10.4.2 Устанавливают на задающем устройстве термостатической ванны значение температуры равное 5 °С и запускают термостатирование. После установления заданной температуры выдерживают термостат не менее 30 минут. По окончании термостатирования фиксируют измеренные значения температуры по показаниям FVM Master и МИТ 8.15.

10.4.3 За действительное значение температуры теплоносителя по показаниям термометра сопротивления ПОИНТ-25/2 и FVM Master принимают среднее арифметическое измеренных значений, которых должно быть зафиксировано не менее 3.

10.4.4 Измеренные значения температуры теплоносителя термометром сопротивления ПОИНТ-25/2 и FVM Master фиксируют в протоколе поверки.

10.4.5 Далее действия по пп. 10.4.1 - 10.4.4 повторяют для значений температуры 20 °С, 40 °С и 100 °С.

10.5 Определение приведенной погрешности аналогового сигнала.

10.5.1 При определении приведенной погрешности аналогового сигнала подключают к выходу (4-20) мА FVM Master калибратор-вольтметр универсальный В1-28 и с его помощью последовательно задают значения входного сигнала 4, 12 и 20 мА, регистрируя каждый раз показания выходного сигнала, отображающиеся на дисплее калибратора-вольтметра универсального В1-28.

10.5.2 За действительное значение выходного сигнала на калибраторе-вольтметре универсальном В1-28 принимают среднее арифметическое измеренных значений, которых должно быть зафиксировано не менее 3

10.5.3 Измеренные значения выходного сигнала калибратором-вольтметром универсальным В1-28 фиксируют в протоколе поверки.

10.6 Оценка соответствия доверительной погрешности измерений динамической вязкости градуировочной жидкости на FVM Master, представленном в поверку.

10.6.1 Среднее арифметическое значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на FVM Master ($\eta_{i,jF}$), рассчитывают по формуле

$$\bar{\eta}_{i,jF} = \frac{\sum_{n=1}^x \eta_{i,jF}}{n} \quad (1)$$

где $\eta_{i,jF}$ – значения динамической вязкости градуировочной жидкости, измеренные при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на FVM Master, мПа·с;

n – число измеренных значений.

Полученное среднее арифметическое значение динамической вязкости градуировочной жидкости округляют до пяти значащих цифр.

10.6.2 Среднее арифметическое значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП (η_{i,j_3}), рассчитывают в соответствии с алгоритмом, изложенном в эксплуатационной документации.

Отклонение динамической вязкости градуировочной жидкости от среднего арифметического измеренного значения на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП из состава ГЭТ 17-2018, рассчитывают по формуле (2) для первого поддиапазона измерений, по формуле (3) для второго поддиапазона измерений:

$$\Delta(\eta_{i,j}) = \bar{\eta}_{i,jF} - \bar{\eta}_{i,j_3}; \quad (2)$$

$$\delta(\bar{\eta}_{i,j}) = \frac{\bar{\eta}_{i,jF} - \bar{\eta}_{i,jЭ}}{\bar{\eta}_{i,jЭ}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $\bar{\eta}_{i,jF}$ – среднее арифметическое значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на FVM Master, мПа·с;

$\bar{\eta}_{i,jЭ}$ – среднее арифметическое значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП, мПа·с.

Отклонение среднего арифметического измеренного значения динамической вязкости градуировочной жидкости на FVM Master от среднего арифметического измеренного значения на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП из состава ГЭТ 17-2018, не должно превышать заявленной доверительной погрешности измерений динамической вязкости.

Значение отклонения полученного значения динамической вязкости фиксируют в протоколе поверки.

10.7 Оценка соответствия абсолютной погрешности измерений плотности градуировочной жидкости на FVM Master, представленном в поверку.

10.7.1 Среднее арифметическое значение плотности градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на FVM Master ($\bar{\rho}_{i,jF}$), рассчитывают по формуле

$$\bar{\rho}_{i,jF} = \frac{\sum_{n=1}^x \rho_{i,jF}}{n} \quad (4)$$

где $\rho_{i,jF}$ – значения плотности градуировочной жидкости, измеренные при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на FVM Master, кг/м³;

n – число измеренных значений.

Полученное среднее арифметическое значение плотности градуировочной жидкости округляют до четырех значащих цифр.

10.7.2 Среднее арифметическое значение плотности градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на DMA 5000M в комплекте с DMA HP ($\bar{\rho}_{i,j5000M}$), рассчитывают по формуле

$$\bar{\rho}_{i,j5000M} = \frac{\sum_{n=1}^x \rho_{i,j5000M}}{n} \quad (5)$$

где $\rho_{i,j5000M}$ – значения плотности градуировочной жидкости, измеренные при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на DMA 5000M в комплекте с DMA HP, кг/м³;

n – число измеренных значений.

Полученное среднее арифметическое значение плотности градуировочной жидкости округляют до четырех значащих цифр.

Отклонение измеренного значения плотности градуировочной жидкости, измеренного на FVM Master от среднего арифметического измеренного значения на DMA 5000M в комплекте с DMA HP, рассчитывают по формуле

$$\delta(\bar{\rho}_{i,j}) = \bar{\rho}_{i,jF} - \bar{\rho}_{i,j5000M} \quad (6)$$

где $\bar{\rho}_{i,jF}$ – среднее арифметическое значение плотности градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на FVM Master, кг/м³;

$\bar{\rho}_{i,j5000M}$ – среднее арифметическое значение плотности градуировочной жидкости, полученное при i -ом значении температуры и j -ом значении давления на DMA 5000M в комплекте с DMA HP, кг/м³.

Отклонение среднего арифметического измеренного значения плотности градуировочной жидкости на FVM Master от среднего арифметического измеренного значения на DMA 5000M в комплекте с DMA HP, не должно превышать заявленной допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности.

Значение отклонения полученного значения плотности фиксируют в протоколе поверки.

10.8 Оценка соответствия абсолютной погрешности измерений температуры теплоносителя на FVM Master, представленном в поверку.

10.8.1 Среднее арифметическое значение температуры теплоносителя, полученное в i -й точке на FVM Master (t_{iF}), рассчитывают по формуле

$$\bar{t}_{iF} = \frac{\sum_{n=1}^x t_{iF}}{n} \quad (7)$$

где t_{iF} – значения температуры теплоносителя, полученное в i -й точке на FVM Master, °C;

n – число измеренных значений.

Полученное среднее арифметическое значение температуры теплоносителя округляют до четырех значащих цифр.

10.8.2 Среднее арифметическое значение температуры теплоносителя, полученное в i -й точке термометром сопротивления ПОИНТ-25/2 (t_{ip}), рассчитывают по формуле

$$\bar{t}_{ip} = \frac{\sum_{n=1}^x t_{ip}}{n} \quad (8)$$

где t_{ip} – значения температуры теплоносителя, полученное в i -й точке термометром сопротивления ПОИНТ-25/2, °C;

n – число измеренных значений.

Полученное среднее арифметическое значение температуры теплоносителя округляют до четырех значащих цифр.

Отклонение значения температуры теплоносителя, измеренного на FVM Master от значения, измеренного термометром сопротивления ПОИНТ-25/2, рассчитывают по формуле

$$\delta(t_i) = \bar{t}_{iF} - \bar{t}_{ip} \quad (9)$$

где $\bar{t}_{iF}$ – среднее арифметическое значение температуры теплоносителя, полученное в i -й точке на FVM Master, °C;

$\bar{t}_{ip}$ – среднее арифметическое значение температуры теплоносителя, полученное в i -й точке термометром сопротивления ПОИНТ-25/2.

Отклонение измеренного значения температуры теплоносителя на FVM Master от измеренного значения термометром сопротивления ПОИНТ-25/2, не должно превышать заявленной абсолютной погрешности измерений температуры.

Значение полученного отклонения температуры фиксируют в протоколе поверки.

10.9 Оценка соответствия приведенной погрешности аналогового сигнала на FVM Master, представленном в поверку.

10.9.1 Среднее арифметическое значение результата измерения токового сигнала на выходе контакта FVM Master в i -й точке (I_i), рассчитывают по формуле

$$\bar{I}_i = \frac{\sum_{n=1}^x I_i}{n} \quad (10)$$

где I_i – результат измерения токового сигнала на выходе контакта FVM Master в i -й точке, mA;

n – число измеренных значений.

Полученное среднее арифметическое значение результата измерения токового сигнала округляют до четырех значащих цифр.

10.9.1 Приведенную погрешность аналогового сигнала (4-20) mA на FVM Master в i -й точке диапазона измерений вычисляют по формуле:

$$\gamma_{oi} = \left| \frac{I_i - I_{oi}}{I_D} \right| 100\%, \quad (11)$$

где I_i - среднее арифметическое значение результата измерения токового сигнала на выходе контакта FVM Master в i -й точке, мА;

I_{oi} - заданное значение токового сигнала в i -й точке, мА;

I_D - диапазон измерений токового сигнала ($I_D = 20 - 4 = 16$ мА).

Отклонение измеренного значения токового сигнала на калибраторе-вольтметре универсальном В1-28 от подаваемого на FVM Master не должно превышать значений заявленной приведенной погрешности аналогового сигнала.

Значение приведенной погрешности аналогового сигнала фиксируют в протоколе поверки.

10.10 Результаты поверки по пунктам 10.6 и 10.9 признают положительными, если значения полученных погрешностей измерений динамической вязкости, абсолютной погрешности измерений плотности и абсолютной погрешности измерений температуры градуировочной жидкости, а также приведенной погрешности аналогового сигнала на FVM Master, представленном в поверку, не превышают значений, указанных в эксплуатационной документации и описании типа, а также не превышают значений, указанных в пункте 6.1 Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622 (только для динамической вязкости).

Значения полученных погрешностей измерений динамической вязкости, абсолютной погрешности измерений плотности и абсолютной погрешности измерений температуры градуировочной жидкости, а также приведенной погрешности аналогового сигнала на FVM Master, фиксируют в протоколе поверки.

10.11 Для подтверждения соответствия метрологических характеристик Преобразователей плотности и вязкости FVM Master обязательным метрологическим требованиям используют значения доверительной погрешности измерений динамической вязкости, абсолютной погрешности измерений плотности, абсолютной погрешности измерений температуры и приведенной погрешности аналогового сигнала, рассчитанные в соответствии с пп. 10.6 - 10.9 настоящей методики.

10.12 Алгоритм принятия решения о соответствии метрологических характеристик Преобразователей плотности и вязкости FVM Master обязательным метрологическим требованиям.

10.12.1 Метрологические характеристики должны соответствовать требованиям, предъявляемым к рабочим эталонам 1-го разряда, согласно пункту 6.1 Государственной поверочной схемы для средств измерений вязкости жидкостей, утвержденной приказом Росстандарта от 05.11.2019 № 2622.

10.12.2 Если значения доверительной погрешности измерений динамической вязкости, абсолютной погрешности измерений плотности, абсолютной погрешности измерений температуры и приведенной погрешности аналогового сигнала, рассчитанные в соответствии с пп. 10.6 - 10.9 настоящей методики, удовлетворяют требованиям пункта 10.12.1 и выполнены требования пунктов 7 – 10 настоящей методики, то принимают решение о соответствии Преобразователей плотности и вязкости FVM Master обязательным метрологическим требованиям.

10.12.3 Если хотя бы одно из значений доверительной погрешности измерений динамической вязкости, абсолютной погрешности измерений плотности, абсолютной погрешности измерений температуры и приведенной погрешности аналогового сигнала, рассчитанные в соответствии с пп. 10.6 - 10.9 настоящей методики, не удовлетворяет требованиям пункта 10.12.1, и/или не выполнены требования хотя бы одного из пунктов 7 – 10 настоящей методики, то принимают решение о несоответствии Преобразователей плотности и вязкости FVM Master обязательным метрологическим требованиям.

11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждают сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его в поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, и (или) в паспорт средства измерений вносится запись о проведенной поверке, заверяемая подписью поверителя и знаком поверки, с указанием даты поверки, или выдается извещение о непригодности к применению средства измерений.

11.2 Протокол выдается по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его в поверку (рекомендуемая форма протокола приведена в Приложении А).

ПРОТОКОЛ № _____ от «__» _____ 202_ г.

Наименование средства измерений (эталоны), тип	
Регистрационный номер в Федеральном информационном фонде	
Заводской (серийный) номер или буквенно-цифровое обозначение	
Дата предыдущей поверки	
Год выпуска (если имеется информация)	
Заказчик (наименование и юридический адрес)	
Изготовитель (если имеется информация)	
Владелец (наименование и юридический адрес)	
Серия и номер знака предыдущей поверки (при наличии)	
Дата предыдущей поверки	
Адрес места выполнения поверки (если поверка выполняется на территории Заказчика)	
Вид поверки	
Методика поверки	МП 2302-0012-2024 «Государственная система обеспечения единства измерений. Преобразователи плотности и вязкости FVM Master. Методика поверки»
Средства поверки:	
Наименование и регистрационные номера эталона, СИ, СО в Федеральном информационном фонде	Метрологические характеристики

Условия поверки:

Наименование параметра	Требования НД	Измеренные значения
температура окружающего воздуха	от + 18 °С до + 22 °С	
относительная влажность воздуха	от 30 до 80	
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7	

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр
2. Подтверждение соответствия ПО
3. Результаты определения абсолютной (или приведенной, или доверительной) погрешности

Таблица 1

Результаты определения доверительной погрешности измерений динамической вязкости FVM Master

Поддиапазоны измерений динамической вязкости на FVM Master	Установившееся значение температуры градуировочной жидкости в измерительной ячейке ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Измеренное значение температуры на FVM Master	Установившееся значение давления градуировочной жидкости в измерительной ячейке ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Среднее измеренное значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Среднее измеренное значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное на FVM Master	Значение доверительной погрешности измерений динамической вязкости на FVM Master
мПа·с	°С	°С	МПа	мПа·с	мПа·с	мПа·с / %
заводской номер 109012125009017						
от 0,500 до 10,140						
от 10,14 включ. до 103,53						
заводской номер 109012125009018						
от 0,500 до 10,340						
от 10,34 включ. до 105,90						
заводской номер 109012125009019						
от 0,500 до 10,280						
от 10,28 включ. до 105,16						
заводской номер 109012125009020						
от 0,500 до 10,390						
от 10,39 включ. до 106,21						

Поддиапазоны измерений динамической вязкости на FVM Master	Установившееся значение температуры градуировочной жидкости в измерительной ячейке ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Измеренное значение температуры на FVM Master	Установившееся значение давления градуировочной жидкости в измерительной ячейке ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Среднее измеренное значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное на ЭК ГЭТ 17/3-ДВП	Среднее измеренное значение динамической вязкости градуировочной жидкости, полученное на FVM Master	Значение доверительной погрешности измерений динамической вязкости на FVM Master
мПа·с	°С	°С	МПа	мПа·с	мПа·с	мПа·с / %
заводской номер 109012125009021						
от 0,500 до 10,310						
от 10,31 включ. до 105,50						
заводской номер 109012125009023						
от 0,500 до 10,150						
от 10,15 включ. до 103,50						
заводской номер 109012125009024						
от 0,500 до 10,530						
от 10,53 включ. до 108,25						

Таблица 2

Результаты определения допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности FVM Master

Установившееся значение температуры градуировочной жидкости в измерительных ячейках DMA 5000M и DMA HP	Измеренное значение температуры на FVM Master	Установившееся значение давления градуировочной жидкости в измерительных ячейках DMA 5000M и DMA HP	Среднее измеренное значение плотности градуировочной жидкости, полученное на DMA 5000M и DMA HP	Среднее измеренное значение плотности градуировочной жидкости, полученное на FVM Master	Значение допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности на FVM Master
°C	°C	МПа	кг/м ³	кг/м ³	кг/м ³
заводской номер 109012125009017					
заводской номер 109012125009018					
заводской номер 109012125009019					
заводской номер 109012125009020					
заводской номер 109012125009021					
заводской номер 109012125009023					
заводской номер 109012125009024					

Таблица 3

Результаты определения допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры FVM Master

Заданное значение температуры в термостатической ванне	Установившееся значение температуры градуировочной жидкости, отображаемое на преобразователе МИТ 8.15	Измеренное значение температуры на FVM Master	Значение допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры на FVM Master
°C	°C	°C	°C
заводской номер 109012125009017			
заводской номер 109012125009018			
заводской номер 109012125009019			
заводской номер 109012125009020			
заводской номер 109012125009021			

Заданное значение температуры в термостатической ванне	Установившееся значение температуры градуировочной жидкости, отображаемое на преобразователе МИТ 8.15	Измеренное значение температуры на FVM Master	Значение допускаемой абсолютной погрешности измерений температуры на FVM Master
°C	°C	°C	°C
заводской номер 109012125009023			
заводской номер 109012125009024			

Таблица 4

Результаты определения приведенной погрешности аналогового сигнала FVM Master

Заданное значение входного сигнала на калибраторе-вольтметре универсальном В1-28	Измеренное значение выходного сигнала на калибраторе-вольтметре универсальном В1-28	Значение допускаемой приведенной погрешности аналогового сигнала на FVM Master
мА	мА	%
заводской номер 109012125009017		
заводской номер 109012125009018		
заводской номер 109012125009019		
заводской номер 109012125009020		
заводской номер 109012125009021		
заводской номер 109012125009023		

Заданное значение входного сигнала на калибраторе-вольтметре универсальном В1-28	Измеренное значение выходного сигнала на калибраторе-вольтметре универсальном В1-28	Значение допускаемой приведенной погрешности аналогового сигнала на FVM Master
мА	мА	%
заводской номер 109012125009024		

4. Дополнительная информация:

Заключение:

На основании результатов поверки выдано:

Поверку провел

Подпись

Фамилия, имя и отчество (при наличии)

Дата поверки