

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



Генеральный директор
ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»
А.Н. Пронин

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО МАСТЕРА
КРУПЦОВ Е.П.
ДОВЕРЕННОСТЬ № 4/2025
ОТ 30 ДЕКАБРЯ 2024

2024 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Плотномеры тип 804

Методика поверки

МП 2302-0017-2024

Руководитель научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области измерений

плотности и вязкости жидкости

А. А. Демьянов

Руководитель группы научно-исследовательской
лаборатории госэталонов в области измерений

плотности и вязкости жидкости

А. В. Домостроев

Санкт-Петербург
2024 г.

1. Общие положения

Данная методика поверки распространяется на плотномеры тип 804 (далее – плотномеры), предназначенные для измерений плотности и динамической вязкости жидкости и плотности газов в емкостях и трубопроводах с помощью преобразования значений измеряемого параметра в электрический выходной сигнал и предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами.

Методикой поверки обеспечивается прослеживаемость плотномеров к Государственному первичному эталону единицы плотности (ГЭТ 18-2014) в соответствии с Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 ноября 2019 г. № 2603 и к Государственному первичному эталону единицы динамической и кинематической вязкости жидкостей (ГЭТ 17-2018) в соответствии с Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 ноября 2019 г. № 2622.

Метод, обеспечивающий реализацию методики поверки – непосредственное сличение, прямые измерения.

Плотномеры подлежат первичной и периодической поверке. Методикой поверки предусмотрена поверка отдельных измерительных каналов для меньшего числа измеряемых величин и в меньшем диапазоне измерений на основании письменного заявления владельца плотномера, оформленного в произвольной форме.

В результате поверки должны быть подтверждены метрологические характеристики, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение	
	мод. 4Х0	мод. 4Х1
1	2	3
Диапазон показаний плотности, кг/м ³		св. 0 до 2000
Диапазон измерений плотности, кг/м ³ ¹⁾ - газа - жидкости		св. 0 до 160 от 620 до 1630
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений плотности для исполнения с цифровым выходным сигналом, $\Delta\rho$, кг/м ³ , при температуре измеряемой среды ²⁾ : - от -10 °C до +60 °C - от -40 °C до +150 °C		$\pm 0,3; \pm 0,5; \pm 1,0; \pm 1,5$ $\pm 0,5; \pm 1,0; \pm 1,5$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений плотности для исполнения с аналоговым выходным сигналом, %	$\pm \left(\frac{ \Delta\rho }{\rho_{max} - \rho_{min}} \cdot 100 + 0,05 \right)$, где ρ_{max} , ρ_{min} – максимальное и минимальное значения диапазона измерений плотности, установленные для аналогового сигнала постоянного тока, кг/м ³	
Диапазон измерений вязкости, мПа·с	-	от 1,5 до 200

Продолжение таблицы 1

1	2	3
Пределы допускаемой абсолютной погрешности измерений вязкости для исполнения с цифровым выходным сигналом, $\Delta\eta$, мПа·с, в диапазоне ²⁾ :		
- от 1,5 до 100 мПа·с - от 100 до 200 мПа·с	- -	$\pm 1,0$ $\pm 2,0$
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений вязкости для исполнения с аналоговым выходным сигналом, %		$\pm \left(\frac{ \Delta\eta }{\eta_{max} - \eta_{min}} \cdot 100 + 0,05 \right)$, где η_{max} , η_{min} – максимальное и минимальное значения диапазона измерений вязкости, установленные для аналогового сигнала постоянного тока, мПа·с

¹⁾ Зависит от исполнения.
²⁾ Пределы допускаемой погрешности измерений плотности / вязкости указаны в условном обозначении, приведенном в паспорте на плотномер.

2. Перечень операций поверки средства измерений

Таблица 2 – Перечень операций поверки средства измерений

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер пункта методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первойной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр	да	да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8
Опробование (при подготовке к поверке и опробовании средства измерений)	да	да	8.4
Определение метрологических характеристик средства измерений 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 поверке должны быть соблюдены следующие условия:

- температура воздуха, °C от +18 до +28;
- относительная влажность воздуха, % не более 90;

- атмосферное давление, кПа от 84,0 до 106,7

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

4. Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются поверители, изучившие настоящую методику и РЭ, прилагаемые к плотномерам.

5. Метрологические и технические требования к средствам поверки

Таблица 3 – Перечень средств поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
1	2	3
п. 8.1 Контроль условий поверки	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °C до 25 °C с абсолютной погрешностью измерений ±0,5 °C; Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне измерений от 30 % до 80 % с абсолютной погрешностью ±3 %; Средства измерений атмосферного давления в диапазоне измерений от 97 до 106 кПа с абсолютной погрешностью ±5 гПа	- термогигрометр ИВА-6Н-Д, регистрационный номер 46434-11
п. 10 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Жидкость поверочная с номинальным значением плотности от 620 до 1630 кг/м ³ Рабочий эталон плотности жидкости в трубопроводе в диапазоне измерений плотности от 620 до 1630 кг/м ³ в соответствии с Государственной поверочной схемой, утверждённой приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 ноября 2019 г. № 2603	- масло индустриальное И40 по ГОСТ 20799-2022 - установка пикнометрическая, регистрационный номер 43127-09
	Жидкость поверочная с номинальным значением плотности от 620 до 1630 кг/м ³	- нефрас С2-80/120 по ТУ 38.401-67-108-92; - вода дистиллированная по ГОСТ 58144-2018; - перхлорэтилен по ГОСТ Р 57836-2017

Продолжение таблицы 3

1	2	3
	<p>Рабочий эталон плотности с диапазоном измерений, включающий диапазон от 620 до 1630 кг/м³, с пределами допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,1$ кг/м³ (не более $\pm 0,3$ кг/м³, если погрешность поверяемого плотномера более ± 1 кг/м³) в соответствии с Государственной поверочной схемой, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 ноября 2019 г. № 2603</p>	<p>- анализатор плотности жидкостей DMA HR, регистрационный номер 39787-08, поверенный в установленном порядке в качестве рабочего эталона</p>
	<p>Жидкость поверочная с номинальными значениями вязкости от 1,5 до 200 мПа·с</p>	<p>- кремнийорганические масла (номинальные значения динамической вязкости от 1,5 до 200 мПа·с) или другие жидкости, у которых значения динамической вязкости находятся в диапазоне измерений плотномера</p>
	<p>Рабочий эталон вязкости в соответствии с Государственной поверочной схеме, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 5 ноября 2019 г. № 2622 с диапазоном измерений вязкости, включающий диапазон от 1,5 до 200 мПа·с, с пределами допускаемой относительной погрешности не более $\pm 0,5$ %</p>	<p>- вискозиметр Штабингера SVM 3000, регистрационный номер 28519-05, поверенный в установленном порядке в качестве рабочего эталона</p>
	<p>Чистый инертный газ под давлением в баллонах по ГОСТ 949-73</p>	<p>- стандартный образец состава искусственной газовой смеси, содержащие инертные, постоянные газы ГСО 10768-2016 (ИП-ВНИИМ-ЭС) с молярной долей основного компонента – аргон не менее 99,998%; - ГСССД 396-2022 «Аргон. Плотность, энталпия, изобарная и изохорная теплоёмкости, энтропия и скорость звука в диапазоне температур от 83,806 К до 1200 К и давлениях от 0,1 МПа</p>

		до 1000 МПа, включая критическую область»
	Преобразователь абсолютного давления с диапазоном измерений от 0 до 20 МПа с пределом допускаемой основной погрешности не более $\pm 0,1\%$	- прибор цифровой для измерения давления DPI-705, регистрационный номер 43560-1
	Средства измерений температуры исследуемого образца с диапазоном измерений температуры от -40°C до $+150^{\circ}\text{C}$ с пределом допускаемой абсолютной погрешности не более $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$	- преобразователь сигналов ТС и ТП прецизионный «Теркон», регистрационный номер 23245-08; - термометр сопротивления эталонный ЭТС-100, исполнение ЭТС-100/1, регистрационный номер 19916-10
Вспомогательное оборудование		
	Стакан мерный, объемом не менее 2000 мл	
	Двухкомпонентный шприц 10 мл по ГОСТ ISO 7886-1-2011	
	Термостат жидкостный ВТ5 серии МАСТЕР	
	Стенд для поверки, калибровки и испытаний поточных анализаторов качества нефти и нефтепродуктов	
	Поршневой баллон постоянного давления типа БП-ПД-04 по ТУ 3695-001-20810646-2010, или аналогичный	

Примечания:

1. Допускается применение других средств поверки с метрологическими и техническими характеристиками, которые обеспечивают требуемую точность передачи единицы величины поверяемому средству измерений.
2. Все средства измерений, применяемые при поверке, должны быть утвержденного типа, а сведения о положительных результатах их поверки должны быть опубликованы в Федеральном информационном фонде по обеспечению единства измерений. Срок действия поверки применяемых средств измерений и срок годности применяемых стандартных образцов должны быть неистекшими. Применяемые эталоны должны быть аттестованы.

6. Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

6.1 При поверке должны необходимо соблюдать требования:

- требования безопасности по ГОСТ 12.3.019;
- требования безопасности, изложенные в эксплуатационной документации;
- «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей»;
- «Правила ТБ при эксплуатации электроустановок потребителей»;
- в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки достаточно одного специалиста.

7. Внешний осмотр средства измерений

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено соответствие плотномера следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида средства измерений описанию типа;
- наличию знака утверждения типа в месте, указанном в описании типа;
- комплектность должна соответствовать РЭ на плотномер;
- плотномеры не должны иметь дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки и на результаты поверки.

8. Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед включением плотномера убедиться в соответствии его установки и монтажа указаниям, изложенными в разделе «Порядок установки» РЭ.

8.2 Собрать соответствующую схему подключения (раздел «Схемы подключения плотномеров и средств измерений» РЭ)

8.3 Подать питание на плотномер согласно РЭ и выдержать не менее одной минуты.

8.4 Опробование

8.4.1 Убедиться, что измерительная информация поступает и отображается на устройствах отображения, сообщения об ошибках – отсутствуют.

8.4.2 При поверке, измеренные значения фиксируются на блоке электронном или в программном обеспечении Плотномер 804.exe.

9. Подтверждение соответствия программного обеспечения средства измерений

Для проведения идентификации внутреннего ПО следует, в основном режиме нажать и удерживать кнопку «2». На основном табло отобразится номер версии ПО.

Для проведения идентификации внешнего ПО проверяют цифровой идентификатор ПО по алгоритму вычисления MD5.

Результат проверки считается положительным, если номер версии для внутреннего ПО и цифровой идентификатор для внешнего ПО соответствует, указанному в описании типа.

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

Определение метрологических характеристик плотномера при первичной поверке

Определение метрологических характеристик плотномера при первичной поверке проводится методом сличения показаний поверяемого плотномера с показаниями эталонного средства измерений, методом прямых измерений с применением стандартных образцов газовых смесей, содержащие инертные, постоянные газы, и методом сличения показаний поверяемого плотномера с данными о плотности чистых газов таблиц ГСССД.

10.1.1 Определение погрешности измерений плотности плотномера с диапазоном измерений плотности от 620 до 1630 кг/м³

10.1.1.1 Измерения плотности выполняют в трех точках с применением трех поверочных жидкостей (таблица 4), номинальные значения которых соответствуют минимальному, среднему и максимальному значениям диапазона измерений плотности плотномера. В качестве эталонного средства измерений применяют анализатор плотности жидкостей DMA HP.

Таблица 4 – Значения плотности поверочных жидкостей

Поверочная жидкость	Интервал значений плотности, кг/м ³
1	от 683,0 до 697,2
2	от 998,0 до 999,0
3	от 1590,0 до 1630,0

10.1.1.2 Чистый мерный стакан заполняют поверочной жидкостью №1. Отбирают пробу жидкости в количестве не менее 50 см³. Затем стакан устанавливают в термостат. Устанавливают на горловину термостата крышку. Установку и монтаж поверяемого плотномера в стакан производят в соответствии с пунктом «Порядок установки» РЭ. Затем в стакан устанавливают термометр сопротивления эталонный и подключают к преобразователю сигналов ТС и ТП «Теркон». Включают термостат и устанавливают температуру 20,00 °С и выдерживают прибор не менее 15 минут. Фиксируют в протоколе поверки текущее значение

температуры поверочной жидкости в стакане по показаниям преобразователя сигналов ТС и ТП «Теркон» (рекомендуемая форма приведена в Приложении А).

10.1.1.3 С индикатора плотномера или при помощи ПО «Плотномер 804.exe» считывают и записывают в протокол показания плотности и температуры при условиях измерений.

10.1.1.4 Выполняют измерения плотности отобранный пробы на анализаторе плотности жидкостей DMA HP в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, при температуре, зафиксированной в п. 10.1.1.2 настоящей методики. Результат измерений заносят в протокол поверки.

10.1.1.5 Обработка результатов измерений

Рассчитывают погрешность измерений плотности по формуле (1):

$$\Delta = \rho_i - \rho_k, \quad (1)$$

где Δ – абсолютная погрешность измерений плотности для исполнения с цифровым выходным сигналом, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_i – значение плотности поверочной жидкости по показаниям плотномера, $\text{кг}/\text{м}^3$;

ρ_k – значение плотности поверочной жидкости по показаниям эталонного средства измерений, $\text{кг}/\text{м}^3$.

10.1.1.6 Повторяют операции по п.п. 10.1.1.2-10.1.1.5 для второго и третьего СО.

10.1.1.7 Результаты поверки считают положительными, если значения погрешности не превышают заявленных пределов, представленных в таблице 1.

10.1.2 Определение погрешности измерений плотности плотномера с диапазоном измерений плотности свыше 0 до 160 $\text{кг}/\text{м}^3$

10.1.2.1 Определение погрешности измерений плотности газа выполняют непосредственным сличением показаний плотности газа поверяемого плотномера со значениями плотности стандартных образцов состава искусственных газовых смесей (далее – СО) при заданных условиях измерений по данным таблиц ГСССД:

- для основного компонента аргон: ГСССД 396-2022 «Аргон. Плотность, энталпия, изобарная и изохорная теплоёмкости, энтропия и скорость звука в диапазоне температур от 83,806 К до 1200 К и давлениях от 0,1 МПа до 1000 МПа, включая критическую область».

Пример расчета действительной плотности аргона приведен в приложении Б.

10.1.2.2 Определение погрешности измерений плотности газа проводят в терmostатической ванне при температуре $(20,0 \pm 0,1)^\circ\text{C}$.

10.1.2.3 Поверяемый плотномер устанавливают в устройство испытательное 1308.01.000 (далее – устройство) или ему аналогичное, оснащенное штуцерами для подачи газа и монтажа преобразователя давления и температурного датчика, с предварительно установленным чувствительным элементом прибора цифрового для измерения давления DPI-705 (далее – DPI-705). Подключают линию подачи газа от баллона с СО (основной компонент аргон) и линию вакуумирования к соответствующим фиттингам устройства (Приложение В). Помещают устройство с установленным поверяемым плотномером в терmostатную ванну циркуляционного терmostата. Уровень теплоносителя в терmostатной ванне с устройством должен находиться ниже нижней образующей электронного блока плотномера. Термопреобразователь сопротивления ТС помещают внутрь терmostатной ванны и подключают к преобразователю сигналов ТС и ТП «Теркон».

Открывают запорный кран линии вакуумирования и включают вакуумный насос. Выполняют вакуумирование внутренних полостей устройства с установленным плотномером и линий подачи газа и создают разрежение до значения абсолютного давления $P_0 \leq 0,5 \text{ кПа}$, после чего перекрывают запорный кран линии вакуумирования и выключают вакуумный насос. Остаточное давление в устройстве контролируют по показаниям DPI-705.

Подают в емкость СО (основной компонент аргон) под абсолютным давлением 0,1 [МПа] $\pm 10\%$. Давление СО в устройстве контролируют по показаниям DPI-705.

Проверку диапазона и погрешности измерений плотности газа при заданной температуре термостатирования 20 °C. Для выравнивания температуры теплоносителя и СО в устройстве термостатирование поверяемого плотномера продолжают в течение не менее 2-х часов.

По истечению времени термостатирования после стабилизации температуры СО в устройстве фиксируют показания температуры t_1 по данным преобразователя сигналов ТС и ТП «Теркон», показания давления СО P_1 по данным DPI-705, показания плотности СО ρ_1 при условиях измерений по данным индикатора плотномера и записывают в протокол испытаний.

Подают в емкость газ под абсолютным давлением 11,0 [МПа] $\pm 10\%$. После стабилизации температуры СО в устройстве фиксируют показания температуры t_2 по данным преобразователя сигналов ТС и ТП «Теркон», показания давления СО P_2 по данным DPI-705, показания плотности СО ρ_2 при условиях измерений по данным индикатора плотномера и записывают в протокол испытаний.

По таблицам ГСССД рассчитывают значения плотности газа для температуры t_1 , давления P_1 , и температуры t_2 , давления P_2 зафиксированных в протоколе испытаний.

10.1.2.4 Обработка результатов измерений

Рассчитывают погрешность измерений плотности по формуле (2):

$$\Delta = \rho_i - \rho_k, \quad (2)$$

где Δ – абсолютная погрешность измерений плотности для исполнения с цифровым выходным сигналом, кг/м³;

ρ_i – значение плотности СО по показаниям плотномера, кг/м³;

ρ_k – значение плотности из справочных данных ГСССД, кг/м³.

10.1.2.5 Результаты поверки считают положительными, если значение погрешности не превышает заявленных пределов, представленных в таблице 1.

10.1.3 Определение погрешности измерений вязкости жидкости

10.1.3.1 Измерения вязкости выполняют в трех точках с применением трех поверочных жидкостей (таблица 5), номинальные значения которых соответствуют минимальному, среднему и максимальному значениям диапазона измерений плотности поверяемого плотномера. В качестве эталонного средства измерений применяют вискозиметр Штабингера SVM 3000.

Таблица 5 – Значения динамической вязкости поверочных жидкостей

Поверочная жидкость	Интервал значений динамической вязкости, мПа·с
1	от 1,30 до 1,80
2	от 3,0 до 5,0
3	от 7,0 до 10,0
4	от 46,0 до 79,0
5	от 73,0 до 104,0
6	от 153 до 207

10.1.3.2 Чистый мерный стакан заполняют поверочной жидкостью №1. Отбирают пробу жидкости в количестве не менее 50 см³. Затем стакан устанавливают в термостат. Устанавливают на горловину термостата крышку. Установку и монтаж поверяемого плотномера в стакан производят в соответствии с пунктом «Порядок установки» РЭ. Затем в стакан устанавливают термометр сопротивления эталонный и подключают к преобразователю сигналов ТС и ТП «Теркон». Включают термостат и устанавливают температуру 20,00 °C и выдерживают прибор не менее 15 минут. Фиксируют в протоколе поверки текущее значение

температуры поверочной жидкости в стакане по показаниям преобразователя сигналов ТС и ТП «Теркон».

10.1.3.3 С индикатора плотномера или при помощи ПО «Плотномер 804.exe» считывают и записывают в протокол показания вязкости СО η_i при условиях измерений.

10.1.3.4 Выполняют измерения вязкости отобранный пробы на вискозиметре Штабингера SVM 3000 в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, при температуре, зафиксированной в п. 10.1.3.2 настоящей методики. Результат измерений заносят в протокол поверки.

10.1.3.5 Обработка результатов измерений

Рассчитывают погрешность измерений вязкости по формуле (3):

$$\Delta\eta = \eta_i - \eta_k, \quad (3)$$

где $\Delta\eta$ - абсолютная погрешность измерений вязкости по цифровому каналу, мПа·с; η_k – значение плотности поверочной жидкости по показаниям эталонного средства измерений, мПа·с.

10.1.3.6 Повторяют п.п. 10.1.3.2-10.1.3.5 с использованием СО в соответствии с таблицей 5.

10.1.3.7 Результаты поверки считают положительными, если значения погрешности не превышают заявленных пределов, представленных в таблице 1.

10.2 Определение метрологических характеристик плотномера, применяющегося в трубопроводе, при периодической поверке

Определение метрологических характеристик плотномера при периодической поверке проводится путем сличения показаний поверяемого плотномера с показаниями эталонного средства измерений или прямых измерений с применением СО вязкости и СО газовых смесей, содержащие инертные, постоянные газы.

10.2.1 Определение погрешности измерений плотности плотномера с диапазоном измерений плотности от 620 до 1630 кг/м³

В качестве эталонного средства измерений применяют установку пикнометрическую. Процедуру поверки осуществляют в соответствии с требованиями МИ 2816-2012 с изменением №1 «ГСИ. Преобразователи плотности поточные. Методика поверки на месте эксплуатации».

10.2.2 Определение погрешности измерений плотности плотномера с диапазоном измерений плотности свыше 0 до 160 кг/м³

В соответствии с п. 10.1.2.

10.2.3 Определение погрешности измерений динамической вязкости жидкости

Если демонтаж поверяемого плотномера возможен, то процедуру поверки проводят в соответствии с п. 10.1.3.

При отсутствии возможности осуществить демонтаж поверяемого плотномера с места эксплуатации периодическую поверку проводят путем сличения показаний поверяемого плотномера с показаниями эталонного средства измерений. В качестве эталонного средства измерений применяют вискозиметр Штабингера SVM 3000. Отбор пробы осуществляют в соответствии с ГОСТ 2517-2012 «Нефть и нефтепродукты. Методы отбора проб».

10.2.3.1 Производят измерения на поверяемом плотномере в соответствии с РЭ. Фиксируют в протоколе температуру и результаты измерений.

10.2.3.2 Производят отбор пробы. Выполняют измерения вязкости отобранный пробы на вискозиметре Штабингера SVM 3000 в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации, при температуре, зафиксированной в п. 10.2.3.1 настоящей методики.

10.2.3.3 Рассчитывают погрешность измерений вязкости по формуле (2).

10.2.3.4 Результаты поверки считаются положительными, если значения погрешности не превышают заявленных пределов, представленных в таблице 1.

10.3 Определение метрологических характеристик плотномера, применяющегося в резервуаре, при периодической поверке

10.3.1 Если поверяемый плотномер применяется по месту эксплуатации в резервуаре и возможен его демонтаж, то определение погрешности измерений динамической вязкости жидкости, плотности жидкости и плотности газа производят согласно п. 10.1.

10.3.2 Если демонтаж поверяемого плотномера невозможен, то определение погрешности измерений динамической вязкости жидкости, плотности жидкости и плотности газа производят согласно п. 10.2.

10.4 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

В результате анализа характеристик, полученных в результате поверки, делается вывод о пригодности дальнейшего использования средства измерений. Критериями пригодности являются:

- соответствие всем критериям п. 7 при внешнем осмотре;
- корректная работа средства измерений при опробовании п. 8;
- соответствие программного обеспечения по п. 9;
- положительный результат поверки по п.п. 10.1-10.3.

11. Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки средств измерений подтверждаются сведениями о результатах поверки средств измерений, включенными в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений. По заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на 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 на поверку (рекомендуемая форма протокола приведена в Приложении А).

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке (при его оформлении).

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

ПРОТОКОЛ № _____ от « ____ » 202_ г.

Наименование средства измерений (эталона), 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 2302-0017-2024 «ГСИ. Плотномеры 804. 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, °C	от + 18 °C до + 28	
относительная влажность воздуха, %	не более 90	
атмосферное давление, кПа	от 84,0 до 106,7	

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр
2. Подтверждение соответствия ПО

3. Определение погрешности измерений плотности плотномера с диапазоном измерений плотности от 620 до 1630 кг/м³

№ п/ п	Результат измерения температуры термометром, °C	Результат измерения давления, МПа	Измеренное значение температуры, °C	Значение плотности поверочной жидкости по показаниям эталонного средства измерений, кг/м ³	Измеренное значение плотности, кг/м ³	Погрешность, кг/м ³

4. Определение погрешности измерений плотности плотномера с диапазоном измерений плотности выше 0 до 160 кг/м³

№ п/ п	Результат измерения температуры термометром, °C	Результат измерения давления, МПа	Измеренное значение температуры, °C	Значение плотности газа по ГСССД, кг/м ³	Измеренное значение плотности, кг/м ³	Погрешность, кг/м ³

5. Определение погрешности измерений вязкости жидкости

№ п/ п	Результат измерения температуры термометром, °C	Значение вязкости поверочной жидкости по показаниям эталонного средства измерений, мПа·с	Измеренное значение температуры, °C	Измеренное значение вязкости жидкости, мПа·с	Погрешность, мПа·с / %

6. Дополнительная информация:

Проверку провел

Подпись

Фамилия, имя и отчество (при наличии)

Дата поверки

Конец протокола

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(обязательное)

Пример расчета действительной плотности аргона

При использовании таблиц стандартных справочных данных «Аргон. Плотность. Энталпия. Изобарная и изохорная теплоемкости, энтропия и скорость звука в диапазоне температур от 83,806 К до 1200 К и давлений от 0,1 МПа до 1000 МПа, включая критическую область» ГСССД 396-2022 выбирают ближайшие значения температуры и давления к измеренным.

Пусть измеренная температура $t_{изм} = 20^{\circ}\text{C}$, а давление $P_{изм} = 2,5 \text{ МПа}$.

Составляют таблицу данных с ближайшими табличными значениями (таблица II ГСССД 396-2022) выше и ниже измеренных температуры и давления и соответствующие им значения плотности.

Таблица Б.1

		$P_{изм} = 2,5 \text{ МПа}$	
		$P_1 = 2 \text{ МПа}$	$P_2 = 3 \text{ МПа}$
$t_{изм} = 20^{\circ}\text{C}$	$T_1 = 280 (t_1 = 6,85^{\circ}\text{C})$	$\rho_1 = 34,888$	$\rho_2 = 52,727$
	$T_2 = 300 (t_2 = 26,85^{\circ}\text{C})$	$\rho_3 = 32,414$	$\rho_4 = 48,876$

Методом интерполяции вычисляем значения плотности ρ' ($\text{кг}/\text{м}^3$) при $t_1 = 6,85^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_{изм} = 2,5 \text{ МПа}$ по формуле:

$$\rho' = \rho_1 + \left(\frac{P_{изм} - P_1}{P_2 - P_1} \right) \cdot (\rho_2 - \rho_1);$$

$$\rho' = 34,888 + \left(\frac{2,5 - 2}{3 - 2} \right) \cdot (52,727 - 34,888) = 43,807.$$

Аналогично вычисляют значения плотности ρ'' ($\text{кг}/\text{м}^3$) при $t_2 = 26,85^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_{изм} = 2,5 \text{ МПа}$ по формуле:

$$\rho'' = \rho_3 + \left(\frac{P_{изм} - P_1}{P_2 - P_1} \right) \cdot (\rho_4 - \rho_3);$$

$$\rho'' = 32,414 + \left(\frac{2,5 - 2}{3 - 2} \right) \cdot (48,876 - 32,414) = 40,645.$$

Вычисляют значение плотности ρ ($\text{кг}/\text{м}^3$) при $t_{изм} = 20^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_{изм} = 2,5 \text{ МПа}$ по формуле:

$$\rho = \rho' + \left(\frac{t_{изм} - t_1}{t_2 - t_1} \right) \cdot (\rho'' - \rho');$$

$$\rho = 43,807 + \left(\frac{20 - 6,85}{26,85 - 6,85} \right) \cdot (40,645 - 43,807) = 41,728.$$

Действительное значение плотности, рассчитанное по таблице стандартных справочных данных при $t_{изм} = 20^{\circ}\text{C}$ и давлении $P_{изм} = 2,5 \text{ МПа}$ составляет $41,728 \text{ кг}/\text{м}^3$.

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(обязательное)

Габаритный чертеж устройства испытательного

