

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



УТВЕРЖДАЮ

Директор

ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

К. В. Гоголинский

М.П. [Signature] 2017 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

Плотномеры автоматические серии VIDA

Методика поверки

МП 2302-0098-2017

Руководитель лаборатории НИЛ 2302

[Signature] А. А. Демьянов

Разработчик

Инженер НИЛ 2302

[Signature] Е. С. Лернер

Санкт-Петербург

2017

Настоящая методика поверки распространяется на плотномеры автоматические серии VIDA модификации VIDA 40, VIDA 40H, VIDA 80H, VIDA 40SC, VIDA 40SCH, VIDA 80SCH компании «ISL», Франция (далее - плотномеры) предназначенные для измерений плотности жидкостей и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- 1.1 Внешний осмотр (п.6.1);
- 1.2 Опробование (п.6.2);
- 1.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения (п.6.3)
- 1.4 Определение метрологических характеристик (п.6.4)

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки применяют следующие основные и вспомогательные средства поверки:

- 2.1 Поверка плотномеров VIDA 40, VIDA 40SC.
  - 2.1.1 Барометр мембранный метеорологический типа МВЗ-1.
  - 2.1.2 Термометры стеклянные ртутные для точных измерений типа ТР с ценой деления  $0,01^{\circ}\text{C}$  по ГОСТ 13646;
  - 2.1.3 Психрометр аспирационный по ГОСТ 6353;
  - 2.1.4 Поверочные жидкости: государственные стандартные образцы плотности жидкости типа РЭП, ГСО 8579-2004, ГСО 8585-2004 и ГСО 8583-2004 с границами абсолютной погрешности аттестованного значения плотности (при  $P = 0,95$ )  $\pm 5 \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3$ ;
- 2.2 Поверка плотномеров VIDA 40H, VIDA 80H, 40SCH, 80SCH.
  - 2.2.1 Установка гидростатического взвешивания - государственный вторичный эталон единицы плотности типа ВЭТ18-(№ эталона) с диапазоном хранения и передачи единицы плотности  $650\text{-}2000 \text{ кг/м}^3$  и пределами абсолютной погрешности не более  $8,0 \times 10^{-3} \text{ кг/м}^3$  в соответствии с ГОСТ 8.024\*;
  - 2.2.2 Поверочные жидкости: Декан ч по ТУ6-09-3614-74, Вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72, 25% водный раствор Глюкозы чда по ГОСТ 6038-79;
- 2.3 Промывочные жидкости: вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72, гексан по ГОСТ 25828-83, ацетон по ГОСТ 2768-84, высший сорт.

2.4 Допускается применять другие средства поверки с аналогичными характеристиками, удовлетворяющие требованиям настоящей рекомендации.

\* **Примечание:** допускается при поверке плотномеров VIDA 40H, VIDA 80H, 40SCH, 80SCH применять утвержденные в установленном порядке стандартные образцы плотности с номинальными значениями плотностей находящихся в диапазонах (700 - 800)  $\text{кг/м}^3$ , (950 - 1000)  $\text{кг/м}^3$  и (1050 - 1100)  $\text{кг/м}^3$  с границами абсолютной погрешности (при  $P = 0,95$ ) не хуже  $\pm 2,0 \times 10^{-2} \text{ кг/м}^3$  ( $\pm 2,0 \times 10^{-5} \text{ г/см}^3$ ).

### 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки соблюдают следующие требования безопасности:

3.1 Правил безопасности, изложенных в Руководстве по эксплуатации плотномера VIDA.

3.2 При поверке плотномеров соблюдать действующие правила эксплуатации электроустановок «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителем», «Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителем»

3.3 Помещение для проведения поверки плотномеров должно быть оборудовано устройствами приточно-вытяжной вентиляции и вытяжными шкафами.

3.4 К проведению поверки должны быть допущены лица, изучившие эксплуатационную документацию на плотномеры, имеющие необходимую квалификацию и аттестованные в качестве поверителей.

### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки соблюдают следующие условия:

4.1 Температура окружающего воздуха, °С	20 ±5
4.2 Относительная влажность воздуха, %, не более	80
4.3 Атмосферное давление, кПа	101,3 ±4
4.4 Напряжение питания, В	230 ±23
4.5 Частота питающей сети, Гц	50 ±0,5

Внешние электрические и магнитные поля должны отсутствовать или находиться в пределах, не влияющих на работу плотномера.

### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

5.1 Включают вентиляцию помещения, где проводят поверку плотномеров.

5.2 Подготавливают средства поверки к работе в соответствии с требованиями эксплуатационной документации.

5.3 Подготавливают поверяемый плотномер к проведению измерений согласно требований Руководства по эксплуатации.

### 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

#### 6.1 Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра устанавливают:

- соответствие комплектности и маркировки плотномера требованиям технической документации;
- отсутствие на плотномере механических повреждений и дефектов покрытий, ухудшающих его внешний вид и мешающих работе;

#### 6.2 Опробование

При опробовании плотномера проверяют общее функционирование в соответствии с Руководством по эксплуатации.

#### 6.3 Подтверждение соответствия программного обеспечения

6.3.1 Проверка идентификационных данных программного обеспечения осуществляется входом расширенное меню на странице сенсорного экрана – «Run» в

правом нижнем углу «Advanced», далее в столбце «Information» – «About», где при активировании Spare parts отображается наименование программного обеспечения VIDA firmware и номер версии.

Результат проверки считается положительным, если номер версии не ниже, указанного в описании типа.

#### 6.4 Определение метрологических характеристик

6.4.1 Определение абсолютной погрешности при измерении плотности выполняют методом непосредственных сличений показаний поверяемого плотномера и вторичного эталона плотности ВЭТ18 (далее в тексте - ВЭТ18) при одинаковом значении температуры поверочной жидкости ( $20,00 \pm 0,01$ ) °С и проводят по трём поверочным жидкостям.

##### 6.4.2 Определение плотности поверочной жидкости.

6.4.2.1 Определение плотности поверочной жидкости на вторичном эталоне ВЭТ18 выполняют с использованием эталонной меры плотности из состава оборудования эталона в следующей последовательности:

6.4.2.2 Заполняют измерительную ванну ВЭТ18 первой поверочной жидкостью с номинальным значением плотности  $740 \pm 10$  кг/м<sup>3</sup> (Декан). Погружают в измерительную ванну эталонную меру плотности из состава оборудования эталона. Устанавливают температуру измерений 20 °С и включают термостатирование до достижения стабилизации температуры поверочной жидкости в диапазоне  $20,00 \pm 0,05$  °С. Изменения температуры поверочной жидкости в течении измерения плотности не должно превышать  $\pm 0,005$  °С.

6.4.2.3 Плотность поверочной жидкости определяют методом гидростатического взвешивания. Эталонную меру плотности крепят к нижнему подвесу весов и проводят её взвешивание в поверочной жидкости в соответствии с Руководством по эксплуатации на установку (Правилами содержания и применения эталона).

Показания весов при взвешивании эталонной меры в поверочной жидкости и замещающих гирь  $W_{sl}$  и  $W_{gl}$  соответственно, заносят в таблицу 1 протокола поверки, форма которого приведена в приложении А.

В момент взвешивания эталонной меры и замещающих гирь фиксируют показания текущего атмосферного давления, относительной влажности и температуры окружающего воздуха по данным средств измерений параметров окружающего воздуха и заносят таблицу 1 протокола поверки.

Взвешивание эталонной меры плотности в поверочной жидкости, включая процедуру снятия и установки меры на нижний подвес весов и измерения параметров окружающего воздуха выполняют не менее 2 (двух) раз.

Результат *i*-того (где *i* принимает значение 1 или 2) измерения плотности поверочной жидкости  $\rho_{li}$ , г/см<sup>3</sup>, вычисляют по формуле (1):

$$\rho_{li} = \frac{M_s - \frac{W_{sl}}{W_{gl}} \cdot M_g \cdot \left(1 - \frac{\rho_{air}}{8}\right)}{V_s}, \text{ г/см}^3 \quad (1)$$

где  $\rho_{li}$  – результат *i*-того измерения плотности поверочной жидкости, г/см<sup>3</sup>;

$M_s$  – значение массы эталонной меры из свидетельства о калибровке, г;

$W_{sl}$  – показания весов при взвешивании эталонной меры в поверочной жидкости, г;

$W_{gl}$  – показания весов при взвешивании набора замещающих гирь при взвешивании эталонной меры в поверочной жидкости, г;

$M_g$  – суммарная условная масса набора замещающих гирь из свидетельства о поверке/калибровке, г;

$\delta$  – условная плотность материала гирь, г/см<sup>3</sup>

$V_s$  – объем эталонной меры при 20 °С из свидетельства о калибровке, см<sup>3</sup>;

$\rho_{air}$  – плотность атмосферного воздуха в момент проведения измерений, г/см<sup>3</sup>, рассчитывают по формуле (2):

$$\rho_{air} = \frac{(0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot H \cdot e^{0,0612Ta}) \cdot 10^{-3}}{273,15 + T_{air}}, \text{ г/см}^3 \quad (2)$$

где  $P_a$  – значение атмосферного давления по показаниям барометра, гПа;

$H$  – относительная влажность атмосферного воздуха по показаниям гигрометра, %;

$T_{air}$  – температура атмосферного воздуха по данным термометра, °С.

Результаты измерений плотности поверочной жидкости заносят в протокол поверки (Приложении А, таблица 1). В таблицу 1 записывают показания атмосферного давления, температуры и влажности воздуха по показаниям средств измерений параметров окружающего воздуха из состава эталона.

Записывают фактическую температуру поверочной жидкости по данным термометра эталона. В соответствии с формулой (1) выполняют расчет плотности поверочной жидкости по результатам двух последовательных измерений в соответствии с алгоритмом методики измерений на ВЭТ18.

Расхождение между двумя последовательными результатами измерений плотности поверочной жидкости на ВЭТ18 не должны превышать  $\pm 8 \cdot 10^{-6}$  г/см<sup>3</sup>, в противном случае измерения повторяют. За результат измерений плотности поверочной жидкости принимают среднее значение из двух результатов измерений плотности. Среднее значение определяют по формуле 3:

$$\rho_{am} = \frac{(\rho_{I1} + \rho_{I2})}{2}, \text{ г/см}^3 \quad (3)$$

Рассчитанное по формуле (3) значение плотности поверочной жидкости записывают в протокол поверки (Приложение А, таблицы 1 и 2).

6.4.2.4 Чистую сухую измерительную ячейку поверяемого плотномера заполняют образцом поверочной жидкости, отобранной из измерительной ванны ВЭТ18. При заполнении измерительной ячейки действуют в соответствии с Руководством по эксплуатации на плотномер. Задают температуру измерений, соответствующую фактической температуре поверочной жидкости в измерительной ванне эталона в момент измерений плотности с точностью до  $\pm 0,001$  °С.

6.4.2.5 Выполняют измерения плотности поверочной жидкости плотномером, действуя в соответствии с Руководством по эксплуатации.

6.4.2.6 Записывают показания плотномера в протокол поверки (Приложение А, таблица 2), сливают жидкость и промывают измерительную ячейку, следуя указаниям Руководства по эксплуатации.

6.4.2.7 Повторяют операции по п.п. 6.4.2.2 — 6.4.2.6 для 2-й и 3-й поверочной жидкости (вода дистиллированная по ГОСТ 6709-72, 25 % водный раствор глюкозы по ГОСТ 6038-79\*);

*Примечание:* \*- методика приготовления 25 % водного раствора глюкозы с номинальным значением плотности при 20 °С в диапазоне (1050 – 1100) кг/м<sup>3</sup> приведена в Приложении Б.

## 7 ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

7.1 Абсолютную погрешность измерения плотности вычисляют по формуле:

$$\Delta\rho = \rho_{\text{изм}} - \rho_{\text{эт}} \quad (4)$$

где:  $\Delta\rho$  – абсолютная погрешность поверяемого плотномера, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{изм}}$  – результат измерений плотности поверочной жидкости поверяемым плотномером, г/см<sup>3</sup>;

$\rho_{\text{эт}}$  – результат измерений плотности поверочной жидкости с применением вторичного эталона ВЭТ18 или значение плотности поверочной жидкости по данным паспорта на ГСО для плотномеров VIDA 40, VIDA 40SC, г/см<sup>3</sup>

7.2 Абсолютная погрешность при измерении плотности для всех контрольных точек измерений должна находиться в пределах или быть равной:

$\pm 0,0001$  г/см<sup>3</sup> для VIDA 40, VIDA 40SC;

$\pm 0,00005$  г/см<sup>3</sup> для VIDA 40H, VIDA 80H, 40SCH, 80SCH.

## 8 ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

Результаты поверки оформляют протоколом (рекомендуемая форма протокола приведена в приложении А). При положительных результатах поверки выдается свидетельство о поверке установленной приказом Минпромторга России «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке» №1815 формы. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

ПРОТОКОЛ № \_\_\_\_\_

первичной (периодической) поверки

Наименование \_\_\_\_\_  
 Тип \_\_\_\_\_  
 Зав.№ \_\_\_\_\_  
 Год выпуска \_\_\_\_\_  
 Предоставлен \_\_\_\_\_  
 Место проведения поверки \_\_\_\_\_

Условия поверки:  
 Атмосферное давление \_\_\_\_\_ кПа;  
 Температура окружающего воздуха \_\_\_\_\_ °С;  
 Относительная влажность \_\_\_\_\_ %.

Поверка проведена с применением эталонных СИ: \_\_\_\_\_  
 Результаты внешнего осмотра: \_\_\_\_\_  
 Подтверждение соответствия программного обеспечения: \_\_\_\_\_

РЕЗУЛЬТАТЫ

измерений плотности поверочной жидкости с применением  
 вторичного эталона ВЭТ18

Таблица 1

№ изм	T <sub>l</sub> , °С	T <sub>air</sub> , °С	P <sub>air</sub> , мм рт. Ст.	P <sub>air</sub> , гПа	H <sub>air</sub> , % <sub>отн</sub>	W <sub>sl</sub> , г	W <sub>gl</sub> , г	W <sub>gl</sub> , г	W <sub>sl</sub> , г	W <sub>st</sub> , г	W <sub>gl</sub> , г	M <sub>g</sub> , г	ρ <sub>air</sub> , г/см <sup>3</sup>	ρ <sub>l</sub> , г/см <sup>3</sup>
						A1	B1	B2	A2					
1														
2														
												ρ <sub>эп</sub>		

где:

T<sub>l</sub>- температура поверочной жидкости, °С;

T<sub>air</sub>- температура окружающего воздуха, °С;

P<sub>air</sub>- атмосферное давление, гПа;

H<sub>air</sub>- относительная влажность окружающего воздуха, %;

W<sub>gl</sub>- показание весов при взвешивании набора замещающих гирь, г;

W<sub>sl</sub>- показание весов при взвешивании эталонной меры плотности в поверочной жидкости, г;

M<sub>g</sub>- суммарная условная масса набора замещающих гирь, г;

ρ<sub>l</sub>- плотность поверочной жидкости, г/см<sup>3</sup>;

W<sub>gl</sub>- среднее значение из двух (B1 и B2) показаний весов при взвешивании набора замещающих гирь, г;

W<sub>sl</sub>- среднее значение из двух (A1 и A2) показаний весов при взвешивании эталонной меры плотности в поверочной жидкости, г.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

определения абсолютной погрешности измерений плотности жидкости

Таблица 2

Поверочная жидкость	Значение плотности поверочной жидкости по данным ВЭТ18 или аттестованное значение ГСО (VIDA 40, VIDA 40SC) $\rho_{зм}, \text{г/см}^3$	Плотность поверочной жидкости, измеренная плотномером $\rho_{изм}, \text{г/см}^3$	Абсолютная погрешность измерений плотности жидкости $\Delta\rho, \text{г/см}^3$
1			
2			
3			

Выводы: абсолютная погрешность плотномера VIDA\_, зав. № \_\_\_\_\_ не превышает \_\_\_\_\_ г/см<sup>3</sup>.

Поверитель \_\_\_\_\_

Дата проведения поверки « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



Методика приготовления 25 % водного раствора глюкозы с номинальным значением плотности при 20 °С в диапазоне (1050 - 1100) кг/м<sup>3</sup>.

Б.1 Расчет навески глюкозы, необходимой для приготовления материала

ГСО РЭП-9 –РЭП-12, ( $m_i$ ), осуществляется по формуле:

$$m_i = \frac{A \cdot m_{co}}{100} \quad (B1)$$

A- массовая доля глюкозы в ГСО РЭП-9 –РЭП-12, %

$m_{co}$  - масса ГСО РЭП (5000 г)

Б.2 В предварительно взвешенную на весах 4-го класса точности колбу вместимостью 6 дм<sup>3</sup> с помощью шпателя помещают соответствующую навеску глюкозы, затем добавляют такое количество воды, чтобы масса раствора составляла 5000 г и тщательно перемешивают содержимое колбы в течение 30 мин.