



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ БЮДЖЕТНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР СТАНДАРТИЗАЦИИ,  
МЕТРОЛОГИИ И ИСПЫТАНИЙ В Г. МОСКВЕ И МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ»  
(ФБУ «РОСТЕСТ-МОСКВА»)**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора  
ФБУ «Ростест-Москва»

  
А.Д. Меньшиков

М.п.



« 30 » марта 2022 г.

«ГСИ. Измерители относительной плотности жидкостей МІА.  
Методика поверки»

РТ-МП-23-448-2022

г. Москва

2022 г.

## 1 Общие положения

1.1 Настоящая методика поверки распространяется на измерители относительной плотности жидкостей МІА модификаций МІА 2020 BASIC и МІА 2020 (далее – измерители относительной плотности) и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверок.

1.2 В целях обеспечения прослеживаемости поверяемого измерителя относительной плотности к государственным первичным эталонам единиц величин необходимо соблюдать требования настоящей методики поверки.

Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к ГЭТ 18-2014 ГПЭ единицы плотности и к ГЭТ 34-2020 ГПЭ единицы температуры в диапазоне от 0 до 3200 °С.

1.3 Средства измерений, используемые при поверке измерителей относительной плотности, должны быть утвержденного типа и иметь действующую поверку.

1.4 При определении метрологических характеристик поверяемого измерителя относительной плотности используется метод непосредственного сличения с эталонным анализатором плотности жидкостей и эталонным термометром.

## 2 Перечень операций поверки

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

Таблица 1 – Операции поверки

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Необходимость выполнения при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	7	Да	Да
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	8.1.1	Да	Да
Опробование	9	-	-
– проверка общего функционирования	9.1.1	Да	Да
– проверка программного обеспечения	9.1.2	Да	Да
Определение метрологических характеристик	10	-	-
- определение абсолютной погрешности измерений температуры	10.1.1	Да	Да
– определение абсолютной погрешности измерений относительной плотности жидкостей и объемной доли этанола	10.1.2	Да	Да
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	11	Да	Да

## 3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

- температура окружающего воздуха, °С от 15 до 25;
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80.

#### 4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

К проведению поверки допускаются лица:

- имеющие опыт работы в области измерений физико-химического состава и свойств веществ;
- прошедшие инструктаж по технике безопасности;
- ознакомленные с руководствами по эксплуатации средств поверки и поверяемого измерителя относительной плотности.

Требования к количеству специалистов в целях обеспечения безопасности работ и возможности выполнения процедур поверки отсутствуют.

#### 5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

5.1 При проведении поверки применяют средства поверки, указанные в таблице 2.

Таблица 2– Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
п. 8.1.1 Контроль условий проведения поверки (при подготовке к поверке)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С, с пределами допускаемой погрешности измерений температуры не более $\pm 1,0$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений относительной влажности от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой погрешности измерений относительной влажности $\pm 3$ %	Прибор комбинированный Testo-608-H1, рег. № 53505-13
п. 10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры	Средства измерений температуры в диапазоне от 15 °С до 25 °С, с пределами допускаемой погрешности измерений температуры не более $\pm 0,05$ °С	Термометр лабораторный электронный ЛТ-300, рег. № 61806-15
	Термостат жидкостный с диапазоном поддержания температуры от 15 °С до 25 °С, нестабильность 0,01 °С	Термостат жидкостный F12
п. 10.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной плотности и абсолютной погрешности	Эталон единицы плотности, соответствующий требованиям к рабочему эталону в соответствии с ГПС, утвержденной приказом Росстандарта от 01.11.2019 № 2603 в диапазоне от 650 до 2000 кг/м <sup>3</sup> .	Анализатор плотности жидкостей DMA мод. DMA4500, рег. № 39787-08
	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне измерений от 15 °С до 25 °С, с	Прибор комбинированный Testo-608-H1, рег. № 53505-13

измерений объемной доли этанола	пределами допускаемой погрешности измерений температуры не более $\pm 1,0$ °С; Средства измерений относительной влажности окружающей среды в диапазоне измерений относительной влажности от 30 % до 80 %, с пределами допускаемой погрешности измерений относительной влажности $\pm 3$ %	
<i>Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.</i>		

## 6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

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 измерители относительной плотности.

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

## 7 Внешний осмотр

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- соответствие внешнего вида и маркировки описанию типа средства измерений и эксплуатационной документации на измерители относительной плотности жидкостей;

- отсутствие повреждений, препятствующих применению измерителя относительной плотности.

## 8 Подготовка к поверке

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

8.1.1 Провести контроль условий поверки.

8.1.2 Перед проведением поверки поверяемый измеритель относительной плотности и эталонный анализатор плотности жидкостей должны быть выдержаны в помещении, в котором проводят поверку, в течение 1 часа.

8.1.3 Подготовить эталонный анализатор плотности жидкости и измеритель относительной плотности жидкости к работе в соответствии с Руководствами по эксплуатации.

8.1.4 Проверить и при необходимости изменить у поверяемого измерителя относительной плотности коэффициент коррекции с использованием дистиллированной воды в соответствии с п. 5.1.2.2 РЭ.

8.1.5 Перед проведением поверки необходимо приготовить водно-спиртовые растворы в соответствии с приложением А с объемной долей этанола от 1 % до 7 %, от 40 % до 55 %, от 90 % до 96,3 %. Водно-спиртовые растворы не должны содержать воздушных пузырей и должны быть однородны по составу.

Приготовленные водно-спиртовые растворы выдержать в термостате при температуре  $(20,0 \pm 0,1) ^\circ\text{C}$  в течение 30 мин.

Определить плотности водно-спиртовых растворов с помощью эталонного анализатора плотности жидкости. Рассчитать относительную плотность  $\rho_3$  при температуре  $20,0 ^\circ\text{C}$  как отношение плотности исследуемой жидкости к плотности дистиллированной воды.

$$\rho_3 = \frac{\rho_{\text{ж}}}{\rho_{\text{H}_2\text{O}}} \quad (1)$$

где  $\rho_{\text{ж}}$  - плотность исследуемой жидкости,  $\text{г/см}^3$  при  $20,00 ^\circ\text{C}$ ;

$\rho_{\text{H}_2\text{O}}$  - плотность дистиллированной воды при  $20,00 ^\circ\text{C}$ , равная  $0,998203 \text{ г/см}^3$ .

После измерения плотности водно-спиртовых растворов на эталонном анализаторе плотности жидкости, определить объемную долю этанола ( $q_3$ ) по таблице «Зависимость плотности водно-спиртовых растворов от концентрации спирта в объемных долях при температуре  $20 ^\circ\text{C}$  нормальном атмосферном давлении» по Р 50.2.041-2004, приведенной в приложении А таблица А2.

8.1.6 Приготовленные в соответствии с п. 8.1.5 водно-спиртовые растворы могут храниться в закрытой таре при комнатной температуре в течение не более 10 дней.

## 9 Опробование

### 9.1 Опробование

#### 9.1.1 Проверка общего функционирования

Проверка общего функционирования выполняется автоматически при включении измерителя относительной плотности.

Результаты проверки считают положительными, если:

- органы управления измерителя относительной плотности функционируют.

#### 9.1.2 Проверка программного обеспечения

Для проверки программного обеспечения (ПО) выполнить следующие операции:

- включить измеритель относительной плотности;

- зарегистрировать номер версии ПО на дисплее измерителя относительной плотности.

Результаты проверки программного обеспечения считают положительными, если на дисплее измерителя относительной плотности выводится номер программного обеспечения, соответствующий указанному в описании типа.

Измерители относительной плотности, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

## 10 Определение метрологических характеристик

10.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений температуры проводить методом сличения с эталонным термометром с помощью термостата в трех точках диапазона измерений со значениями от  $15 ^\circ\text{C}$  до  $16 ^\circ\text{C}$ , от  $19,9$  до  $20,1 ^\circ\text{C}$ , от  $24 ^\circ\text{C}$  до  $25 ^\circ\text{C}$ .

Допускается при проведении периодической поверки проводить определение абсолютной погрешности измерений температуры в одной точке:  $20 \pm 0,1 ^\circ\text{C}$ .

В рабочую зону термостата, заполненного дистиллированной водой, поместить датчик температуры поверяемого измерителя относительной плотности и эталонный термометр, чтобы их чувствительные элементы находились в непосредственной близости.

Дождаться стабилизации показаний эталонного термометра и поверяемого датчика температуры и зафиксировать результат.

Абсолютную погрешность измерений температуры ( $\Delta t$ ) вычислить по формуле (2).

$$\Delta t = t_{\text{пов}} - t_{\text{эт}}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (2)$$

где  $t_{\text{пов}}$ —результат измерений поверяемого датчика температуры,  $^\circ\text{C}$ ;

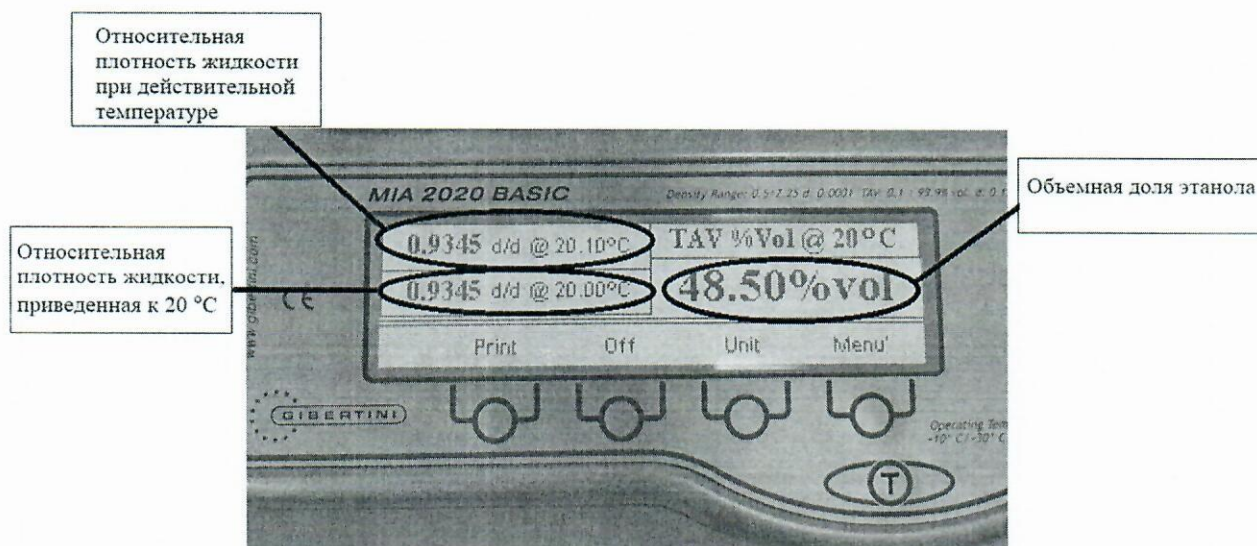
$t_{\text{эт}}$ —результат измерений эталонного термометра,  $^\circ\text{C}$ .

10.1.2 Определение абсолютной погрешности измерений относительной плотности и абсолютной погрешности измерений объемной доли этанола измерителями относительной плотности провести в трех точках диапазона измерений относительной плотности с применением водно-спиртовых растворов, приведенных в таблице 3.

Таблица 3

Жидкость	Диапазон плотности, $\text{г}/\text{см}^3$ , (при температуре $20,0^\circ\text{C}$ )	Диапазон относительной плотности при температуре $20,0^\circ\text{C}$
Водно-спиртовой раствор с содержанием этанола от 90 % до 96,3 % объемной доли	от 0,8062 до 0,8292	от 0,8076 до 0,8307
Водно-спиртовой раствор с содержанием этанола от 40 % до 55 % объемной доли	от 0,9200 до 0,9480	от 0,9216 до 0,9497
Водно-спиртовой раствор с содержанием этанола 1 % до 7 % объемной доли	от 0,9884 до 0,9967	от 0,9902 до 0,9985

Сухой чистый цилиндр измерителя относительной плотности заполнить первой жидкостью из таблицы 3. Провести измерения относительной плотности и объемной доли этанола в соответствии с п. 5.1 Руководства по эксплуатации на измерители относительной плотности MIA.



Дождаться установления показаний, зафиксировать результат измерения относительной плотности и объемной доли этанола. При этом расхождения в показаниях температуры измерителя не должны превышать  $0,1 \text{ } ^\circ\text{C}$ .

Повторить измерения для каждой из жидкостей, приведенных в таблице 3.

Абсолютную погрешность измерений относительной плотности жидкостей  $\Delta_{\rho j}$ , рассчитать для каждой j-ой жидкости по формуле

$$\Delta_{\rho j} = \rho_{oj} - \rho_{эj}, \quad (3)$$

где  $\rho_{oj}$  – измеренное значение относительной плотности j-ой жидкости;  
 $\rho_{эj}$  – значение относительной плотности j-ой жидкости, измеренное эталонным анализатором плотности жидкости и рассчитанное по формуле (1).

Абсолютную погрешность измерений объёмной доли этанола  $\Delta_{qj}$ , %, рассчитать для каждой j-ой жидкости по формуле

$$\Delta_{qj} = q_{oj} - q_{эj}, \quad (4)$$

где  $q_{oj}$  – измеренное значение объёмной доли этанола в j-ой жидкости, %;  
 $q_{эj}$  – значение объёмной доли этанола в j-ой жидкости, определенное по таблице А2, исходя из плотности, измеренной на эталонном анализаторе плотности жидкости, %.

## 11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Оценка соответствия средства измерений метрологическим требованиям, указанным в описании типа.

11.1.1 Результат поверки измерителя относительной плотности считать положительным, если:

- абсолютная погрешность измерений температуры, полученная при поверке, не превышает значений, указанных в описании типа измерителей относительной плотности;
- абсолютная погрешность измерений относительной плотности и абсолютная погрешность измерений объёмной доли этанола, полученные при поверке, не превышают значений, указанных в описании типа измерителей относительной плотности.

11.1.2 В случае несоответствия измерителя относительной плотности критериям, изложенным в п. 9.1.1, результат поверки измерителя относительной плотности считать отрицательным.

## 12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом произвольной формы.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений выдаётся по заявлению владельцев средства измерений или лиц, представивших его в поверку. Свидетельство о поверке или извещение о непригодности к применению средства измерений должны быть оформлены в соответствии с требованиями действующих правовых нормативных документов. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

Начальник лаборатории № 448



А.Г. Дубинчик

### Методика приготовления водно-спиртовых растворов

При расчете объемов для составления водно-спиртовых растворов из дистиллированной воды и этилового спирта принимают дистиллированную воду за водно-спиртовой раствор с нулевой концентрацией и выполняют расчет.

Необходимо перевести объёмные доли спирта  $q$ ,  $q_1$ ,  $q_2$  в % в массовые доли  $P$ ,  $P_1$ ,  $P_2$  в % и взять объёмы  $V_1$  и  $V_2$  исходных растворов в отношении, рассчитанном по формуле

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{(P - P_2)}{(P_1 - P) \cdot (\rho_2 + \rho_1)}$$

где  $\rho_1$  - плотность водно-спиртового раствора,  $\text{кг/м}^3$ , с объёмной долей спирта  $q_1$ , %, и массовой долей спирта  $P_1$ , %;

$\rho_2$  - плотность водно-спиртового раствора,  $\text{кг/м}^3$ , с объёмной долей спирта  $q_2$ , %, и массовой долей спирта  $P_2$ , %.

Зависимость концентрации спирта в объёмных долях ( $q$  в %) от концентрации спирта в массовых долях ( $P$  в %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении выбирается в соответствии с таблицей А1.

Зависимость плотности водно-спиртовых растворов ( $\rho$  в  $\text{кг/м}^3$ ) от концентрации спирта в объёмных долях ( $q$  в %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении выбирается в соответствии с таблицей А2.

#### ПРИМЕР РАСЧЕТА.

Исходные данные: плотность дистиллированной воды  $\rho_1$ : 998,2  $\text{кг/м}^3$ ; объёмная доля этилового спирта  $q_2$ : 96%.

Заданная объёмная доля спирта  $q$  в водно-спиртовом растворе: 85 %.

Дистиллированную воду принимают за водно-спиртовой раствор с нулевой концентрацией (объёмная доля  $q_1$ : 0 %, соответствующая массовой доле  $P_1$ : 0 %).

Из таблицы А1 находят, что объёмная доля 85,0 % ( $q$ ) соответствует массовой доле 79,40 % ( $P$ ), а объёмная доля 96 % ( $q_2$ ) соответствует массовой доле 93,84 % ( $P_2$ ).

$\rho_1$  и  $\rho_2$  - плотности водно-спиртовых растворов в  $\text{кг/м}^3$  с объёмной долей спирта 0 % ( $q_1$ ), 96 % ( $q_2$ ) в % и массовой долей спирта 0 % ( $P_1$ ) и 93,84 % ( $P_2$ ) соответственно.

Объёмы (в частях) воды  $V_1$  и спирта  $V_2$  вычисляют из соотношения

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{(79,40 - 93,84)}{(0,00 - 79,40) \cdot (807,5 + 998,2)} = \frac{1}{7}$$

Следовательно, для получения водно-спиртового раствора с заданной объёмной долей спирта берут одну объёмную часть воды дистиллированной воды и семь объёмных частей этилового спирта.

После приготовления водно-спиртовые растворы должны быть выдержаны не менее 1 суток.



Таблица А1 - Зависимость концентрации спирта в объемных долях от концентрации спирта в массовых долях при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении по Р 50.2.041-2004

q, %	P, %	q, %	P, %	q, %	P, %	q, %	P, %
0	0,0	26	21,20	52	44,31	78	71,19
1	0,79	27	22,06	53	45,26	79	72,33
2	1,59	28	22,91	54	46,22	80	73,48
3	2,38	29	23,76	55	47,18	81	74,64
4	3,18	30	24,61	56	48,15	82	75,81
5	3,98	31	25,46	57	49,13	83	77,00
6	4,78	32	26,32	58	50,11	84	78,19
7	5,59	33	27,18	59	51,00	85	79,40
8	6,40	34	28,04	60	52,09	86	80,62
9	7,20	35	28,91	61	53,09	87	81,86
10	8,02	36	29,78	62	54,09	88	83,11
11	8,83	37	30,65	63	55,11	89	84,38
12	9,64	38	31,53	64	56,13	90	85,66
13	10,64	39	32,41	65	57,15	91	86,96
14	11,27	40	33,30	66	58,19	92	88,29
15	12,09	41	34,19	67	59,23	93	89,63
16	12,92	42	35,09	68	60,27	94	91,00
17	13,74	43	35,99	69	61,33	95	92,41
18	14,56	44	36,89	70	62,39	96	93,84
19	15,39	45	37,80	71	63,46	97	95,30
20	16,21	46	38,72	72	64,54	98	96,81
21	17,04	47	39,64	73	65,63	99	98,38
22	17,87	48	40,56	74	66,72	100	100,00
23	18,71	49	41,49	75	67,82		
24	19,54	50	42,43	76	68,94		
25	20,38	51	43,37	77	70,06		

Таблица А2 - Зависимость плотности водно-спиртовых растворов ( $\rho$  в г/см<sup>3</sup>) от концентрации спирта в объёмных долях (q в %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении по Р 50.2.041-2004

q, %	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	q, %	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	q, %	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	q, %	$\rho$ , г/см <sup>3</sup>
0	0,9982	26	0,9670	52	0,9262	78	0,8648
1	0,9967	27	0,9658	53	0,9242	79	0,8620
2	0,9953	28	0,9646	54	0,9221	80	0,8593
3	0,9938	29	0,9634	55	0,9200	81	0,8565
4	0,9924	30	0,9622	56	0,9179	82	0,8537
5	0,9910	31	0,9610	57	0,9157	83	0,8508
6	0,9897	32	0,9597	58	0,9136	84	0,8479
7	0,9884	33	0,9584	59	0,9114	85	0,8449
8	0,9872	34	0,9570	60	0,9091	86	0,8419
9	0,9859	35	0,9556	61	0,9069	87	0,8389
10	0,9847	36	0,9542	62	0,9046	88	0,8357
11	0,9836	37	0,9527	63	0,9023	89	0,8325
12	0,9824	38	0,9512	64	0,9000	90	0,8292
13	0,9812	39	0,9496	65	0,8976	91	0,8259
14	0,9800	40	0,9480	66	0,8952	92	0,8224
15	0,9789	41	0,9464	67	0,8928	93	0,8189
16	0,9778	42	0,9448	68	0,8904	94	0,8152
17	0,9768	43	0,9431	69	0,8880	95	0,8114
18	0,9759	44	0,9413	70	0,8855	96	0,8075
19	0,9766	45	0,9395	71	0,8830	97	0,8033
20	0,9736	46	0,9377	72	0,8805	98	0,7990
21	0,9725	47	0,9359	73	0,8779	99	0,7942
22	0,9714	48	0,9340	74	0,8754	100	0,7892
23	0,9703	49	0,9321	75	0,8728		
24	0,9692	50	0,9302	76	0,8701		
25	0,9681	51	0,9282	77	0,8675		