



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»)**

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора

ФБУ «Ростест-Москва»

 А.Д. Меньшиков

М.п.

 "19" 12 2022 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

**АРЕОМЕТРЫ ДЛЯ НЕФТИ СТЕКЛЯННЫЕ**

Методика поверки

РТ-МП-1128-01-2022

г. Москва  
2022 г.

## 1 Общие положения

Настоящая методика распространяется на ареометры для нефти стеклянные (далее по тексту – ареометры), изготовленные ПАО «Химлаборприбор», г. Клин, Московской обл., и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Выполнением всех требований настоящей методики обеспечивается прослеживаемость поверяемого средства измерений к Государственному первичному эталону единицы плотности ГЭТ18-2014.

При определении метрологических характеристик поверяемых ареометров используются следующие методы, обеспечивающие реализацию методики поверки:

- метод гидростатического взвешивания поверяемого ареометра в одной нетоксичной жидкости с установкой уровня жидкости на проверяемой отметке шкалы (косвенные измерения);

- непосредственное сличение показаний поверяемого ареометра и ареометра – рабочего эталона, погруженных в одну поверочную жидкость.

## 2 Операции поверки

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

Таблица 1 – Перечень операций поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операций поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверки	периодической поверки	
Внешний осмотр	Да	Да	7
Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Да	Да	8.1.1
Определение метрологических характеристик и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	9

## 3 Требования к условиям проведения поверки

3.1 При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия влияющих факторов:

3.1.1 Для метода косвенных измерений с использованием установки гидростатического взвешивания:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25
- относительная влажность воздуха, % от 30 до 80
- атмосферное давление, кПа от 84 до 106
- температура поверочной жидкости, °C от 19,95 до 20,05

- нестабильность температуры поверочной жидкости за время поверки одного ареометра не должна превышать, °C ±0,02

3.1.2 Для метода непосредственного сличения с использованием ареометров – рабочих эталонов:

- температура окружающего воздуха, °C от 15 до 25\*
- температура окружающего воздуха, °C от 13 до 17\*\*
- температура поверочной жидкости, °C от 13 до 17

- нестабильность температуры поверочной жидкости за время поверки одного ареометра не должна превышать, °C ± 1,0

\* в случае применения термостатов, обеспечивающих стабильность поддержания

температуры раствора;

\*\* в случае работы в термостатированном помещении.

#### 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 с принципом работы поверяемого ареометра, указанного в паспорте.

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.7 Внешний осмотр	Средства измерений линейных размеров в диапазоне от 0 до 15 мм, с абсолютной погрешностью при измерении от 0 до 0,1 мм включ. $\pm 0,010$ мм, при измерении от 0,1 до 5,0 мм включ. $\pm 0,015$ мм, при измерении св. 5,0 до 15 мм $\pm 0,020$ мм	Лупа измерительная ЛИ-3-10 <sup>x</sup> , рег.№ 71309-18
п. 8.1.1 Контроль условий поверки (при подготовке к поверке)	Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 25 °С, с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С.	Прибор комбинированный Testo 608-N1, рег.№53505-13
п.9.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности ареометров методом гидростатического взвешивания	Эталоны единицы плотности (установки гидростатического взвешивания), соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочего эталона по государственной поверочной схеме для средств измерений плотности, утвержденной приказом Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603; Средства измерений линейных размеров в диапазоне от 0 до 150 мм, с	Вторичный эталон единицы плотности или Рабочий эталон единицы плотности  Штангенциркули ШЦ, ШЦК, ШЦЦ модификации ШЦЦ-I-150-0,01, рег.№52058-12  Барометры рабочие сетевые БРС-1М модификации БРС-1М-1, рег. № 16006-97

	<p>абсолютной погрешностью <math>\pm 0,03</math> мм;</p> <p>Средства измерений абсолютного давления в диапазоне от 840 до 1060 гПа, с абсолютной погрешностью <math>\pm 33</math> Па;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с абсолютной погрешностью <math>\pm 1</math> %;</p> <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 25°С с абсолютной погрешностью <math>\pm 0,2</math> °С</p> <p>Средства измерений времени в диапазоне от 0 до 1 ч, с абсолютной погрешностью <math>\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)</math> с, где <math>T_x</math> - измеренное время</p>	<p>Термогигрометры ИВА-6 модификации Ива-6АР, рег. № 46434-11</p> <p>Термогигрометры ИВА-6 модификации Ива-6АР, рег. № 46434-11</p> <p>Секундомеры электронные Интеграл С-01, рег. № 44154-16</p>
<p>п.9.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности ареометров методом непосредственного сличения</p>	<p>Эталоны единицы плотности (ареометры), соответствующие требованиям к эталонам не ниже рабочего эталона по государственной поверочной схеме для средств измерений плотности, утвержденной приказом Росстандарта от 01 ноября 2019 г. № 2603, в диапазоне значений от 650 до 1070 кг/м<sup>3</sup>, отградуированные при 15 °С;</p> <p>Средства измерений температуры в диапазоне от 13 °С до 17 °С, с абсолютной погрешностью <math>\pm 0,05</math> °С</p> <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 13 °С до 25 °С, с абсолютной погрешностью <math>\pm 0,5</math> °С.</p> <p>Средства измерений времени в диапазоне от 0 до 1 ч, с абсолютной погрешностью <math>\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)</math> с, где <math>T_x</math> - измеренное время</p>	<p>Ареометры-рабочие эталоны 1-го разряда модификации АОН, рег. № 27442-04</p> <p>Термометры лабораторные электронные ЛТ-300, рег. № 61806-15</p> <p>Прибор комбинированный Testo 608-H1, рег. № 53505-13</p> <p>Секундомеры электронные Интеграл С-01, рег. № 44154-16</p>

Примечание – Допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.

Таблица 3–Вспомогательные средства поверки

Операции поверки, требующие применение вспомогательных средств поверки	Требования к вспомогательным средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых вспомогательных средств поверки
п.8 Подготовка к поверке	<p>Цилиндры стеклянные диаметром 120 мм и высотой 520 мм;</p> <p>Цилиндры стеклянные вместимостью 500, 1000 и 2000 мл;</p> <p>Мензурки стеклянные вместимостью 250 мл</p> <p>Воронки стеклянные</p> <p>Жидкости для приготовления поверочных растворов</p>	<p>Цилиндры стеклянные по ГОСТ 18481-81;</p> <p>Цилиндры исполнения 1 вместимостью 500, 1000 и 2000 мл по ГОСТ 1770-74;</p> <p>Мензурки вместимостью 250 мл по ГОСТ 1770-74;</p> <p>Воронки стеклянные типа В-150 по ГОСТ 25336-82</p> <p>Этиловый спирт по ГОСТ 5962-2013;</p> <p>Петролейный эфир марки 40-70 по ТУ 602-1244-83;</p> <p>Дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144-2018;</p> <p>Серная кислота х.ч. по ГОСТ 4204-77</p>
Примечание – Допускается использовать при поверке другие вспомогательные средства поверки, удовлетворяющие требованиям, указанным в таблице.		

#### 5.2 Вспомогательные средства и материалы:

- хозяйственное твердое мыло;
- хлопчатобумажная ткань типа мадаполам;
- приспособление с гнездами для сушки ареометров.

#### 5.3 Промывочные жидкости:

- спирт этиловый высшего или первого сорта по ГОСТ 5962-2013;
- вода дистиллированная по ГОСТ Р 58144-2018.

### 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 ареометры.

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

## **7 Внешний осмотр**

7.1 При внешнем осмотре должно быть установлено:

7.1.1 соответствие комплектации и маркировки описанию типа средства измерений и эксплуатационной документации на ареометры;

7.1.2 отсутствие на поверхности и в толще стекла ареометров:

- 1) мошки в сосредоточенном виде;
- 2) пузырей, продавливаемых острием из материала одинаковой со стеклом твердости или менее твердого;
- 3) пузырей размером более 0,8 мм;
- 4) капилляров шириной более 0,2 мм.

7.1.3 На поверхности стекла, где расположена шкала, не допускаются дефекты, затрудняющие отсчет по шкале.

7.1.4 В ареометрах не должно быть незакрепленного связующего или балластного вещества, а также разрывов между ними, влияющих на точность показаний ареометров.

7.2 Ареометры, не отвечающие перечисленным выше требованиям, дальнейшей поверке не подлежат.

## **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 Поверяемые ареометры и стеклянное оборудование вымыть теплой водой с использованием моющих средств, ополоснуть теплой проточной водой, затем дистиллированной водой. Вымытые ареометры установить в деревянные приспособления для сушки и высушить до полного высыхания (не менее 30 минут). Для сокращения процесса сушки ареометры можно протереть спиртом с использованием безворсной хлопчатобумажной ткани типа мадаполам. Вымытое вспомогательное стеклянное оборудование высушить на воздухе.

8.1.3 После промывки не допускается касаться руками внутренних поверхностей стеклянного оборудования, а ареометры допускается брать только за верхний свободный от шкалы конец стержня.

8.2 При определении абсолютной погрешности ареометров методом гидростатического взвешивания в качестве поверочной жидкости используется этиловый ректифицированный спирт по ГОСТ 5962-2013 с объёмной долей этилового спирта не ниже 90 %. Спирт фильтруют и заливают в термостатируемую ванну установки гидростатического взвешивания.

8.3 Меру плотности из состава эталона (установки гидростатического взвешивания) моют теплой водой, ополаскивают этиловым спиртом. Мера плотности должна храниться в поверочной жидкости (этиловом спирте) и извлекается из нее только при проведении профилактических работ, связанных с заменой поверочной жидкости.

8.4 В соответствие с руководством по эксплуатации на установку гидростатического взвешивания (далее – установка) из состава эталона установить на ее термостате температуру  $(20,00 \pm 0,01) ^\circ\text{C}$ .

8.5 При определении абсолютной погрешности ареометров методом непосредственного сличения перед проведением поверки приготавливают поверочные жидкости.

8.5.1 В зависимости от диапазона измерений проверяемых ареометров используют поверочные жидкости, указанные в таблице 4.

Таблица 4 – Поверочные жидкости, используемые при поверке методом непосредственного сличения

Диапазон измерений поверяемых ареометров, кг/м <sup>3</sup>	Наименование поверочной жидкости	Жидкости, используемые для приготовления поверочных растворов
от 650 до 850	Смесь петролейного эфира и этилового спирта	Этиловый спирт по ГОСТ 5962-2013; Петролейный эфир марки 40-70 по ТУ 602-1244-83
от 850 до 950	Водно-спиртовой раствор	Этиловый спирт по ГОСТ 5962-2013; Дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144-2018
от 950 до 1070	Серно-винный раствор	Серная кислота х.ч. по ГОСТ 4204-77; Этиловый спирт по ГОСТ 5962-2013

8.5.2. Поверочные жидкости приготавливают из исходных веществ, приведенных в таблице 4, из двух одноименных растворов или смесей большей или меньшей плотности или концентрации или смешиванием готовых растворов с одной из исходных жидкостей.

8.5.3 Для составления растворов требуемой плотности предварительно рассчитывают примерные объемы смешиваемых компонентов. Для этого вычисляют разности плотностей между каждой из них и плотностью требуемого раствора. Объемы исходных жидкостей, взятых для составления поверочного раствора (смеси), обратно пропорциональны этим разностям.

*Примечание: примеры расчета объемов для составления поверочных жидкостей приведены в приложении А.*

8.5.3.1 Для составления водно-спиртовых растворов с объемной долей спирта  $q$ , в процентах, из двух водно-спиртовых растворов  $q_1$  и  $q_2$  вначале переводят объемные доли спирта  $q$ ,  $q_1$  и  $q_2$ , в процентах, в массовые доли  $P$ ,  $P_1$  и  $P_2$ , в процентах, и берут массовые количества  $m_1$  и  $m_2$ , г, исходных растворов концентраций  $q_1$  и  $q_2$  в отношении

$$\frac{m_1}{m_2} = \frac{P-P_2}{P_1-P} \quad (1)$$

или объемы  $V_1$  и  $V_2$  тех же исходных растворов, кг/м<sup>3</sup>, в отношении

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P-P_2}{P_1-P} * \frac{\rho_1}{\rho_2}, \quad (2)$$

где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  – соответственно плотности водно-спиртовых растворов с объемной долей спирта  $q_1$  и  $q_2$ , в процентах, или массовой долей спирта  $P_1$  и  $P_2$ , в процентах.

8.5.3.1.1 Зависимость плотности водно-спиртовых растворов от концентрации спирта в объемных долях при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении приведена в таблице Б.1 приложения Б.

8.5.3.1.2 Зависимость концентрации спирта в объемных долях от концентрации спирта в массовых долях при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении приведена в таблице В.1 приложения В, а обратная зависимость – в таблице Г.1 приложения Г.

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

8.5.3.2 Для приготовления серно-винных растворов предварительно составляют водно-спиртовой раствор с объемной долей спирта 85 %, а затем смешивают его с химически чистой кислотой.

8.5.3.3 При составлении поверочных жидкостей расчет объемных частей смешиваемых компонентов допускается определять приближенно. Полученные значения округляют до второго десятичного знака.

8.5.3.4 Исходные жидкости отмеряют мерными цилиндрами и мензурками, сливают их во вспомогательный чистый цилиндр и тщательно перемешивают. При приготовлении серноводных и серно-водных растворов к воде или спирту добавляют небольшими порциями серную кислоту, избегая сильного разогревания раствора. После приготовления поверочные жидкости фильтруют через фильтр с пористой пластинкой.

8.5.4 Очищенные поверочные жидкости не должны содержать воздушных пузырей и однородны по составу. Поверочные жидкости хранят в темных помещениях.

8.5.5 Температуру поверочной жидкости поддерживают термостатом или работы выполняются в термостатированном помещении.

8.5.6 Плотность поверочной жидкости доводят до значения, при котором сличают показания ареометра – рабочего эталона и поверяемого ареометра, добавляя пипеткой в цилиндр одну из исходных жидкостей.

8.5.7 Уровень поверочной жидкости, налитой в цилиндр, должен быть на 3-5 см ниже края цилиндра. Поверочную жидкость перед погружением в нее ареометра тщательно перемешивают стеклянной мешалкой движением вверх и вниз, наблюдая, чтобы в жидкость не попал воздух. Для полного перемешивания достаточно 5-7 двойных движений мешалкой.

## 9 Определение метрологических характеристик средства измерений и подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

9.1 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности ареометров методом гидростатического взвешивания

9.1.1 Проверка диапазона измерений совмещается с операцией определения абсолютной погрешности ареометра.

9.1.2 Определение плотности поверочной жидкости

9.1.2.1 К нижнему подвесу весов из состава эталона единицы плотности закрепить цепочку и подвес для меры плотности. Подвес закрепить таким образом, чтобы крючок и проволочная скрутка находились ниже уровня жидкости. Для учета значения веса приспособления для взвешивания провести «сброс тары весов» в соответствии с эксплуатационной документацией на весы.

9.1.2.2 На нижний крючок подвеса закрепить меру плотности и выдержать не менее 20 минут при установившемся температурном режиме в термостате  $(20,00 \pm 0,01) ^\circ\text{C}$ . Провести взвешивание меры плотности в соответствии с эксплуатационной документацией на весы. Зафиксировать показания весов при взвешивании меры плотности ( $M_j$ ) в поверочной жидкости и температуру поверочной жидкости ( $t_j$ ).

9.1.2.3 Рассчитать плотность поверочной жидкости  $\rho_j^d$ ,  $\text{кг/м}^3$  по формуле:

$$\rho_j^d = \frac{M_n - M_j \left(1 - \frac{e_B}{8000}\right)}{V_n}, \quad (3)$$

где  $M_n$  – масса меры плотности (из протокола аттестации эталона), кг;

$M_j$  – показания весов при взвешивании меры плотности в жидкости, кг;

$e_B$  – плотность воздуха, рассчитанная по формуле (Д1) в Приложении Д,  $\text{кг/м}^3$ ;

8000 – условная плотность материала гирь,  $\text{кг/м}^3$ ;

$V_n$  – объем меры плотности (из протокола аттестации эталона),  $\text{м}^3$ .

Зафиксировать рассчитанное значение плотности поверочной жидкости.

9.1.2.4 Допускается проводить расчеты с применением программного обеспечения для поверки ареометров, входящего в комплект установки гидростатического взвешивания.

9.1.3 Определение массы мениска, образующегося вокруг стержня поверяемого ареометра при погружении его в поверочную жидкость и в жидкость, в которой он эксплуатируется.

9.1.3.1 Для определения массы мениска штангенциркулем измеряют диаметр стержня ареометра ( $d$ ).



9.1.3.2 Массу мениска поверочной жидкости ( $m$ ), кг вычисляют по формуле:

$$m = \frac{\pi \cdot d \cdot \sigma}{g}, \quad (4)$$

где  $d$  – диаметр стержня ареометра, м;

$\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения поверочной жидкости, мН/м;

$g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>.

9.1.3.3 Массу мениска жидкости ( $m'$ ), кг, в которой эксплуатируется ареометр, вычисляется по формуле:

$$m' = \frac{\pi \cdot d \cdot \sigma'}{g}, \quad (5)$$

где  $\sigma'$  – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, в которой ареометр эксплуатируется, мН/м.

9.1.3.4 Значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей ( $\sigma$  и  $\sigma'$ ) приведены в ГОСТ 8.428-81.

*Примечание:*

- расчётные значения коэффициентов поверхностного натяжения для водно-спиртовых растворов в зависимости от содержания этилового спирта в объёмных долях определяют с помощью графика, приведенного в Приложении Е;

- значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкости, в которой эксплуатируется ареометр, находят по таблице 2 (нефтепродукты) ГОСТ 8.428-81 «ГСИ. Ареометры. Значения коэффициентов поверхностного натяжения».

9.1.3.5 Допускается проводить расчеты с применением программного обеспечения для поверки ареометров, входящего в комплект установки гидростатического взвешивания

9.1.4 Взвешивание поверяемого ареометра в воздухе.

9.1.4.1 Подвес для меры плотности снимают и вместо него подвешивают на цепочку держатель ареометров.

9.1.4.2 В соответствии с эксплуатационной документацией весов производят сброс тары.

9.1.4.3 Подготовленный к поверке ареометр с помощью держателя, закрепленного на верхнем свободном от шкалы конце стержня ареометра, подвешивают к чашке весов установки гидростатического взвешивания так, чтобы нижний конец корпуса ареометра был выше поверхности поверочной жидкости.

9.1.4.4 Производят взвешивание и фиксируют полученные данные ( $M_{AB}$ ).

*Примечание:* при поверке ареометров с диапазоном измерения от 650 до 860 кг/м<sup>3</sup> к весам вместе с держателем подвешивают дополнительный груз и производят сброс тары. Груз подвешивают так, чтобы он был погружен в поверочную жидкость на глубину, соответствующую приблизительно середине шкалы поверяемого ареометра.

9.1.5 Взвешивание поверяемого ареометра в поверочной жидкости.

9.1.5.1 Ареометр взвешивают в трех точках диапазона оцифрованной шкалы ареометра, соответствующих началу, середине и концу диапазона. Измерения проводят последовательно от нижней отметки шкалы к верхней.

9.1.5.2 Поверяемый ареометр с держателем опускают в поверочную жидкость так, чтобы уровень жидкости находился ниже первой (нижней) отметки на 1-2 деления шкалы, и подвешивают на цепочку, прикрепленную к чаше весов. Производят точную установку уровня жидкости на нижней отметке шкалы по нижнему краю мениска в соответствии с руководством по эксплуатации на установку гидростатического взвешивания.

9.1.5.3 Ареометр выдерживают на поверяемой отметке шкалы в поверочной жидкости до установления показаний (не менее 5 минут на нижней отметке шкалы и до установления показаний весов на остальных отметках шкалы). Проводят взвешивание, полученные данные ( $M_{Aji}$ ) заносят в протокол.

*Примечание:* при поверке ареометров с диапазоном измерения от 650 до 860 кг/м<sup>3</sup> добавочный груз устанавливают на корпус ареометра.

9.1.6 Вычисление действительного значения плотности на поверяемой отметке шкалы.

9.1.6.1 Действительное значение плотности на каждой  $i$ -ой поверяемой отметке шкалы ( $\rho_{di}$ ),  $\text{кг/м}^3$ , вычисляют по формуле:

$$\rho_{di} = \frac{\left(1 - \frac{e_B^a}{8000}\right) \cdot M_{AB} + m'}{\left(1 - \frac{e_{Ж}^a}{8000}\right) \cdot (M_{AB} - M_{AJ}) + m} \cdot (\rho_{пж} - e_{Ж}^a) + e_B, \quad (6)$$

где  $e_B^a$  – плотность воздуха при взвешивании ареометра в воздухе (рассчитанная по формуле (Д1), приведенной в Приложении Д),  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $M_{AB}$  – показания весов при взвешивании ареометра в воздухе, кг;  
 $m'$  – масса мениска жидкости, в которой ареометр эксплуатируется, рассчитанная по формуле (5), кг;  
 $e_{Ж}^a$  – плотность воздуха при взвешивании ареометра в жидкости на поверяемых отметках (рассчитанная по формуле (Д1), приведенной в Приложении Д),  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $M_{AJ}$  – показания весов при взвешивании ареометра в жидкости на  $i$ -ой поверяемой отметке шкалы, кг;  
 $m$  – масса мениска этилового спирта, по формуле (4), кг;  
 $\rho_{пж}$  – значение плотности поверочной жидкости, рассчитанной по формуле (3),  $\text{кг/м}^3$ .  
 $e_B$  – плотность воздуха (рассчитанная по формуле (Д1), приведенной в Приложении Д),  $\text{кг/м}^3$ .

Результаты расчетов заносят в протокол поверки.

9.1.6.2 Допускается проводить расчеты с применением программного обеспечения для поверки ареометров, входящего в комплект установки гидростатического взвешивания.

9.1.7 Обработка результатов измерений.

9.1.7.1 Рассчитывают абсолютную погрешность ареометра при температуре  $20\text{ }^\circ\text{C}$  ( $\Delta_{\rho 20}$ ),  $\text{кг/м}^3$  по формуле:

$$\Delta_{\rho 20} = \rho_{ши} - \rho_{di}, \quad (7)$$

где  $\rho_{ши}$  – действительное значение плотности на оцифрованной отметке шкалы, рассчитанное по формуле (4),  $\text{кг/м}^3$ ;  
 $\rho_{di}$  – значение оцифрованной отметки шкалы,  $\text{кг/м}^3$ .

9.1.7.2 Рассчитывают абсолютную погрешность ареометра при температуре градуировки ареометра  $15\text{ }^\circ\text{C}$  ( $\Delta_{\rho 15}$ ),  $\text{кг/м}^3$  по формуле:

$$\Delta_{\rho 15} = \Delta_{\rho 20} + \beta \cdot (t_1 - t_2) \cdot \rho, \quad (8)$$

где  $\Delta_{\rho 20}$  – абсолютная погрешность на оцифрованной отметке шкалы при  $20\text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 $\beta$  – коэффициент объемного расширения стекла, равный  $0,000025\text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ ;  
 $t_1$  – температура, при которой отградуирован ареометр, равная  $15\text{ }^\circ\text{C}$ ;  
 $t_2$  – температура, при которой проводились измерения, равная  $20\text{ }^\circ\text{C}$ .  
 $\rho$  – значение плотности, соответствующее значению поверяемой отметки шкалы ареометра,  $\text{кг/м}^3$ .

9.2 Проверка диапазона измерений и определение абсолютной погрешности ареометров методом непосредственного сличения

9.2.1 Проверка диапазона измерений совмещается с операцией определения абсолютной погрешности ареометра.

9.2.2 Абсолютную погрешность ареометра определяют сличением показаний поверяемого ареометра с показаниями ареометра – рабочего эталона, погружая их в одну и ту же поверочную жидкость. Поверочную жидкость выбирают в соответствии с п. 8.5.1.

9.2.3 Ареометры поверяют в трех числовых отметках, расположенных в нижней, средней и верхней части шкалы. Поверку начинают с нижней отметки. Сличение показаний поверяемого ареометра с ареометром – рабочим эталоном на каждой из выбранных отметок проводят не менее двух раз.

Допускается поверять одновременно несколько однотипных ареометров. При этом следует применять цилиндр, внутренний диаметр которого не менее 170 мм и высота не менее 500 мм. В цилиндр, заполненный поверочной жидкостью, последовательно один за другим погружают поверяемые ареометры (не более пяти ареометров), предварительно подготовленные по п. 8.1 настоящей методики. Последним погружают ареометр – рабочий эталон.

9.2.4 Поверяемый ареометр погружают до тех пор, пока до проверяемой числовой отметки не останется 3-4 мм. Затем ареометру дают возможность свободно плавать. Ось поверяемого ареометра, плавающего в поверочной жидкости, должна быть перпендикулярна к ее свободной поверхности. Показания снимают через лупу после того, как ареометр прекратит колебания вдоль своей оси. Если ареометр будет погружен более чем указано, его извлекают из раствора и снова готовят к поверке, а затем повторно погружают в поверочную жидкость. Если ареометр при погружении не колеблется вдоль своей оси, его необходимо приподнять на 3-4 см и снова опустить.

Ареометры не должны касаться друг друга и стенок цилиндра. Для исключения касания используют металлический крючок.

9.2.5 Показания с поверяемых ареометров и ареометров – рабочих эталонов снимают по нижнему краю мениска. При этом глаза поверителя должны находиться ниже уровня поверочной жидкости настолько, чтобы видеть основание мениска в форме эллипса. Постепенно поднимая глаза, отмечают, как эллипс, суживаясь, обращается в прямую линию, проектирующуюся на шкалу ареометра.

9.2.6 Линия соприкосновения поверочной жидкости со стержнем ареометра имеет форму окружности, лежащей в горизонтальной плоскости. Отклонение линии от окружности свидетельствует о плохой подготовке ареометра к поверке или загрязнении поверхности поверочной жидкости. В таких случаях поверку не проводят, а повторяют подготовку ареометра, как указано в п. 8.1, а поверочную жидкость фильтруют.

9.2.7 Показания с поверяемых ареометров снимают примерно через 3 минуты после погружения ареометра в поверочную жидкость, а показания с ареометров – рабочих эталонов примерно через 5 минут после их погружения в поверочную жидкость.

9.2.8 Если при снятии показаний наблюдаемая линия мениска (его нижний край) совпадает с одним из штрихов шкалы, то его показание соответствует значению этого штриха. В том случае, если эта линия лежит между двумя штрихами, то видимую часть деления отсчитывают визуально в десятых долях наименьшего деления шкалы по сравнению с соседними и выражают в долях единицы измерений шкалы плотностей. Снятое показание отнимают от значения, соответствующего ближайшему видимому штриху под мениском.

9.2.9 После поверки ареометров на первой отметке их промывают в проточной воде, протирают спиртом и сушат на воздухе, после чего приступают к поверке на следующей отметке.

Ареометры, поверяемые в водно-спиртовом растворе с объемной долей спирта не ниже 70%, сушат на воздухе и поверяют на следующей отметке.

9.2.10 При извлечении поверяемого ареометра из поверочной жидкости ареометр – рабочий эталон приподнимают на 5-6 см так, чтобы колеблющийся уровень жидкости не смочил сухую часть стержня. В случае продолжения поверочных работ, поверочную жидкость тщательно перемешивают, ареометр – рабочий эталон прижимают к стенке цилиндра, не извлекая его из жидкости.

#### 9.2.11 Обработка результатов измерений

Абсолютную погрешность ареометра на поверяемой отметке шкалы ( $\Delta_{\rho 15}$ ), кг/м<sup>3</sup> определяют по формуле:

$$\Delta_{\rho 15} = \rho_{ai} - \rho_{эi} \quad (9)$$

где  $\rho_{ai}$  – показание поверяемого ареометра на  $i$ -ой отметке шкалы, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{эi}$  – показание ареометра – рабочего эталона с учетом поправки из протокола поверки, кг/м<sup>3</sup>.

### 9.2.12 Определение поправок к показаниям

Поправку к показаниям ареометра на поверяемой отметке шкалы ( $\Pi$ ,  $\text{кг/м}^3$ ), определяют по формуле:

$$\Pi = - \Delta_{\rho 15}, \quad (10)$$

где  $\Delta_{\rho 15}$  – абсолютная погрешность ареометра на поверяемой отметке шкалы,  $\text{кг/м}^3$ .

9.3 Предъявленный на поверку ареометр признают соответствующим метрологическим требованиям, а результаты поверки – положительными, если для всех поверяемых числовых отметок абсолютная погрешность не превышает значений, приведенных в таблице 5.

Таблица 5 – Пределы допускаемой абсолютной погрешности ареометров

Модификация ареометра	Пределы допускаемой абсолютной погрешности ареометра, $\text{кг/м}^3$
АНТ-1	$\pm 0,5$
АНТ-2	$\pm 1,0$
АН	$\pm 0,5$

В случае несоответствия ареометра критериям, изложенным в Таблице 5, ареометр признается не соответствующим метрологическим требованиям, а результаты поверки считают отрицательными.

## 11 Оформление результатов поверки

11.1 Результаты поверки оформляются в соответствии с Приказом Минпромторга России от 31.07.2020 № 2510. Сведения о результатах поверки средства измерений передаются в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

11.2 Положительные результаты первичной поверки оформляются оттиском поверительного клейма в паспорте и (или) свидетельством о поверке.

11.3 При положительных результатах периодической поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается свидетельство о поверке средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

11.4 При отрицательных результатах периодической поверки по заявлению владельца средства измерений или лица, представившего его на поверку, выдается извещение о непригодности к применению средства измерений, оформленное в соответствии с действующими нормативно-правовыми документами.

11.5 Требования к оформлению протокола поверки не предъявляются.

Заместитель директора филиала

Инженер по метрологии 1 категории

Инженер по метрологии



А.А. Беспалов

Андреев А.В.

Романова Е.В.

### Примеры расчета объемов смешиваемых компонентов для составления поверочных жидкостей

#### **А.1 Расчет объемов смешиваемых компонентов для составления водно-спиртовых растворов**

##### А.1.1 Исходные данные

Плотность дистиллированной воды  $\rho_1$ : 998,2 кг/м<sup>3</sup>;

Объемная доля этилового спирта  $q_2$  в водно-спиртовом растворе: 96 %;

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

А.1.2 Объемные доли спирта переводят в массовые. Дистиллированную воду принимают за водно-спиртовой раствор с нулевой концентрацией (объемная доля  $q_1$ : 0% , соответствующая массовой доле  $P_1$ : 0 %).

Из приложения Г находят, что объемная доля 85,0 % соответствует массовой доле 79,40 %, а объемная доля 96,0 % - массовой доле 93,84 %.

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

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{P - P_2}{P_1 - P} * \frac{\rho_1}{\rho_2} ,$$

где  $\rho_1$  и  $\rho_2$  - соответственно плотности водно-спиртовых растворов концентрации  $q_1$  и  $q_2$  или  $P_1$  и  $P_2$  (находят из приложения В).

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{79,40 - 93,84}{0,00 - 79,40} * \frac{807,5}{998,2} \approx \frac{1}{7} .$$

Следовательно, для получения водно-спиртового раствора с заданной объемной долей спирта берут одну объемную часть дистиллированной воды и семь объемных частей этилового спирта.

#### **А.2 Расчет объемов смешиваемых компонентов для составления серно-винных растворов**

##### А.2.1 Исходные данные

Заданная плотность водно-спиртового раствора  $\rho_2$  с объемной долей спирта 85 %: 844,9 кг/м<sup>3</sup> (находят из приложения Б);

Плотность серной кислоты  $\rho_1$ : 1840,0 кг/м<sup>3</sup>;

Заданная плотность серно-винного раствора  $\rho$ : 1000 кг/м<sup>3</sup>.

Д.2.2 Объемы (в частях) спирта и серной кислоты вычисляют из соотношения

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\rho - \rho_2}{\rho_1 - \rho} = \frac{1000 - 844,9}{1840 - 1000} \approx \frac{1}{5} .$$

Следовательно, для получения серно-винного раствора заданной плотности берут одну часть серной кислоты и пять частей этилового спирта.

### **А.3 Расчет объемов смешиваемых компонентов для составления смеси петролейного эфира и спирта**

#### **А.3.1 Исходные данные**

Плотность петролейного эфира  $\rho_1$ : 650 кг/м<sup>3</sup>;

Плотность этилового спирта  $\rho_2$  в водно-спиртовом растворе с объемной долей  $q$ : 96 % составляет 807,5 кг/м<sup>3</sup> (находят из приложения Б);

Заданная плотность поверочной смеси  $\rho$ : 770 кг/м<sup>3</sup>.

А.3.2 Объемы (в частях) эфира  $V_1$  и спирта  $V_2$  вычисляют из соотношения

$$\frac{V_2}{V_1} = \frac{\rho - \rho_1}{\rho_2 - \rho} = \frac{770 - 650}{807,5 - 770} = \frac{120}{37,5} \approx \frac{3}{1}.$$

Следовательно, для получения поверочной смеси заданной плотности на 3 части спирта берут одну объемную часть эфира.

**Зависимость плотности водно-спиртовых растворов от концентрации спирта  
в объемных долях при 20 °С и нормальном атмосферном давлении**

Таблица Б.1 - Зависимость плотности водно-спиртовых растворов ( $\rho$ , кг/м<sup>3</sup>) от концентрации спирта в объемных долях ( $q$ , %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении

$q$ , %	$\rho_{20}$ , кг/м <sup>3</sup>	$q$ , %	$\rho_{20}$ , кг/м <sup>3</sup>	$q$ , %	$\rho_{20}$ , кг/м <sup>3</sup>	$q$ , %	$\rho_{20}$ , кг/м <sup>3</sup>
0	998,2	26	967,0	52	926,2	78	864,8
1	996,7	27	965,8	23	924,2	79	862,0
2	995,3	28	964,6	54	922,1	80	859,3
3	993,8	29	963,4	55	920,0	81	856,5
4	992,4	30	962,2	56	917,9	82	853,7
5	991,0	31	961,0	57	915,7	83	850,8
6	989,7	32	959,7	58	913,6	84	847,9
7	988,4	33	958,4	59	911,4	85	844,9
8	987,2	34	957,0	60	909,1	86	841,9
9	985,9	35	955,6	61	906,9	87	838,9
10	984,7	36	954,2	62	904,6	88	835,7
11	983,6	37	952,7	63	902,3	89	832,5
12	982,4	38	951,2	64	900,0	90	829,2
13	981,2	39	949,6	65	897,6	91	825,9
14	980,0	40	948,0	66	895,2	92	822,4
15	978,9	41	946,4	67	892,8	93	818,9
16	977,8	42	944,8	68	890,4	94	815,2
17	976,8	43	943,1	69	888,0	95	811,4
18	975,9	44	941,3	70	885,5	96	807,5
19	974,6	45	939,5	71	883,0	97	803,3
20	973,6	46	937,7	72	880,5	98	799,0
21	972,5	47	935,9	73	877,9	99	794,2
22	971,4	48	934,0	74	875,4	100	789,2
23	970,3	49	932,1	75	872,8		
24	969,2	50	930,2	76	870,1		
25	968,1	51	928,2	77	867,5		

**Зависимость концентрации спирта в объемных долях от концентрации спирта в массовых долях при 20 °С и нормальном атмосферном давлении**

Таблица В.1 - Зависимость концентрации спирта в объемных долях (q, %) от концентрации спирта в массовых долях (P, %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении

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	23	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	100,0
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		



**Зависимость концентрации спирта в массовых долях от концентрации спирта в объемных долях при 20 °С и нормальном атмосферном давлении**

Таблица Г.1 - Зависимость концентрации спирта в массовых долях (Р, %) от концентрации спирта в объемных долях (q, %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении

q, %	Р, %	q, %	Р, %	q, %	Р, %	q, %	Р, %
0	0,0	26	31,63	52	59,91	78	83,84
1	1,26	27	32,79	23	60,91	79	84,67
2	2,52	28	33,95	54	61,91	80	85,49
3	3,77	29	35,11	55	62,89	81	86,31
4	5,02	30	36,25	56	63,88	82	87,12
5	6,27	31	37,40	57	64,85	83	87,92
6	7,51	32	38,53	58	65,82	84	88,71
7	8,75	33	39,66	59	66,78	85	89,49
8	9,98	34	40,78	60	67,74	86	90,26
9	11,21	35	41,90	61	68,69	87	91,03
10	12,44	36	43,01	62	69,63	88	91,78
11	13,66	37	44,12	63	70,57	89	92,53
12	14,89	38	45,22	64	71,50	90	93,27
13	16,10	39	46,31	65	72,42	91	94,00
14	17,32	40	47,39	66	73,34	92	94,71
15	18,53	41	48,47	67	74,25	93	95,42
16	19,74	42	49,55	68	75,16	94	96,11
17	20,95	43	50,61	69	76,06	95	96,80
18	22,15	44	51,67	70	76,95	96	97,47
19	23,35	45	52,72	71	77,83	97	98,12
20	24,54	46	53,77	72	78,71	98	98,76
21	25,74	47	54,81	73	79,58	99	99,39
22	26,92	48	55,84	74	80,45	100	100,0
23	28,11	49	56,87	75	81,31		
24	29,29	50	57,89	76	82,16		
25	30,46	51	58,90	77	83,00		

### Определение плотности воздуха

Плотность воздуха  $e_B$ , г/см<sup>3</sup>, вычисляют по формуле (Д1):

$$e_B = \frac{(0,34848 \cdot P_a - 0,009024 \cdot H \cdot e^{0,0612 T_{air}}) \cdot 10^{-3}}{273,15 + T_{air}}, \quad (Д1)$$

где  $P_a$  – значение атмосферного давления, гПа

$H$  – относительная влажность воздуха, %

$T_{air}$  – температура воздуха, °С

Допускается проводить расчеты с применением программного обеспечения для поверки ареометров, входящего в состав установки

**Значения коэффициентов поверхностного натяжения для водно-спиртовых растворов в зависимости от содержания этилового спирта в объёмных долях**

Расчётные значения коэффициентов поверхностного натяжения для водно-спиртовых растворов в зависимости от содержания этилового спирта в объёмных долях определяют с помощью графика



