



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

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

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

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

- нестабильность температуры поверочной жидкости за время поверки одного ареометра не должна превышать, °С ± 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 ^x , 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 $\pm 0,03$ мм;</p> <p>Средства измерений абсолютного давления в диапазоне от 840 до 1060 гПа, с абсолютной погрешностью ± 33 Па;</p> <p>Средства измерений относительной влажности воздуха в диапазоне от 30 % до 80 %, с абсолютной погрешностью ± 1 %;</p> <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 15 °С до 25°С с абсолютной погрешностью $\pm 0,2$ °С</p> <p>Средства измерений времени в диапазоне от 0 до 1 ч, с абсолютной погрешностью $\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ с, где T_x-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/м³, отградуированные при 15 °С;</p> <p>Средства измерений температуры в диапазоне от 13 °С до 17 °С, с абсолютной погрешностью $\pm 0,05$ °С</p> <p>Средства измерений температуры окружающей среды в диапазоне от 13 °С до 25 °С, с абсолютной погрешностью $\pm 0,5$ °С.</p> <p>Средства измерений времени в диапазоне от 0 до 1 ч, с абсолютной погрешностью $\pm(9,6 \cdot 10^{-6} \cdot T_x + 0,01)$ с, где T_x-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 Мера 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 поверяемых ареометров используют поверочные жидкости, указанные в таблице 4.

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

Диапазон измерений поверяемых ареометров, кг/м ³	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/м³, в отношении

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

где ρ_1 и ρ_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 ρ_j^d , 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, кг/м^3 ;

8000 – условная плотность материала гирь, кг/м^3 ;

V_n – объем меры плотности (из протокола аттестации эталона), 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;
 σ – коэффициент поверхностного натяжения поверочной жидкости, мН/м;
 g – ускорение силы тяжести, м/с².

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 σ' – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, в которой ареометр эксплуатируется, мН/м.

9.1.3.4 Значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей (σ и σ') 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 проверки 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 проверке 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 проверке ареометров с диапазоном измерения от 650 до 860 кг/м³ 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 проверке ареометров с диапазоном измерения от 650 до 860 кг/м³ 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 (ρ_{di}), 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), 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), 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), кг/м^3 .
 e_B – плотность воздуха (рассчитанная по формуле (Д1), приведенной в Приложении Д), 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 $20\text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta_{\rho 20}$), 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), кг/м^3 ;
 ρ_{di} – значение оцифрованной отметки шкалы, кг/м^3 .

9.1.7.2 Рассчитывают абсолютную погрешность ареометра при температуре градуировки ареометра $15\text{ }^\circ\text{C}$ ($\Delta_{\rho 15}$), 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 $20\text{ }^\circ\text{C}$;
 β – 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 $20\text{ }^\circ\text{C}$.
 ρ – значение плотности, соответствующее значению поверяемой отметки шкалы ареометра, 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/м³ определяют по формуле:

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

где ρ_{ai} – показание поверяемого ареометра на i -ой отметке шкалы, кг/м³;

$\rho_{эi}$ – показание ареометра – рабочего эталона с учетом поправки из протокола поверки, кг/м³.

9.2.12 Определение поправок к показаниям

Поправку к показаниям ареометра на поверяемой отметке шкалы (Π , кг/м³), определяют по формуле:

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

где $\Delta_{\rho 15}$ – абсолютная погрешность ареометра на поверяемой отметке шкалы, кг/м³.

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, кг/м ³
АНТ-1	±0,5
АНТ-2	±1,0
АН	±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 ρ_1 : 998,2 кг/м³;

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 ρ_1 и ρ_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 ρ_2 с объемной долей спирта 85 %: 844,9 кг/м³ (находят из приложения Б);

Плотность серной кислоты ρ_1 : 1840,0 кг/м³;

Заданная плотность серно-винного раствора ρ : 1000 кг/м³.

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 ρ_1 : 650 кг/м³;

Плотность этилового спирта ρ_2 в водно-спиртовом растворе с объемной долей q : 96 % составляет 807,5 кг/м³ (находят из приложения Б);

Заданная плотность поверочной смеси ρ : 770 кг/м³.

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 (ρ , кг/м³) от концентрации спирта в объемных долях (q , %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении

q , %	ρ_{20} , кг/м ³	q , %	ρ_{20} , кг/м ³	q , %	ρ_{20} , кг/м ³	q , %	ρ_{20} , кг/м ³
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 (Р, %) при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении

q, %	Р, %	q, %	Р, %	q, %	Р, %	q, %	Р, %
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/см³, 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

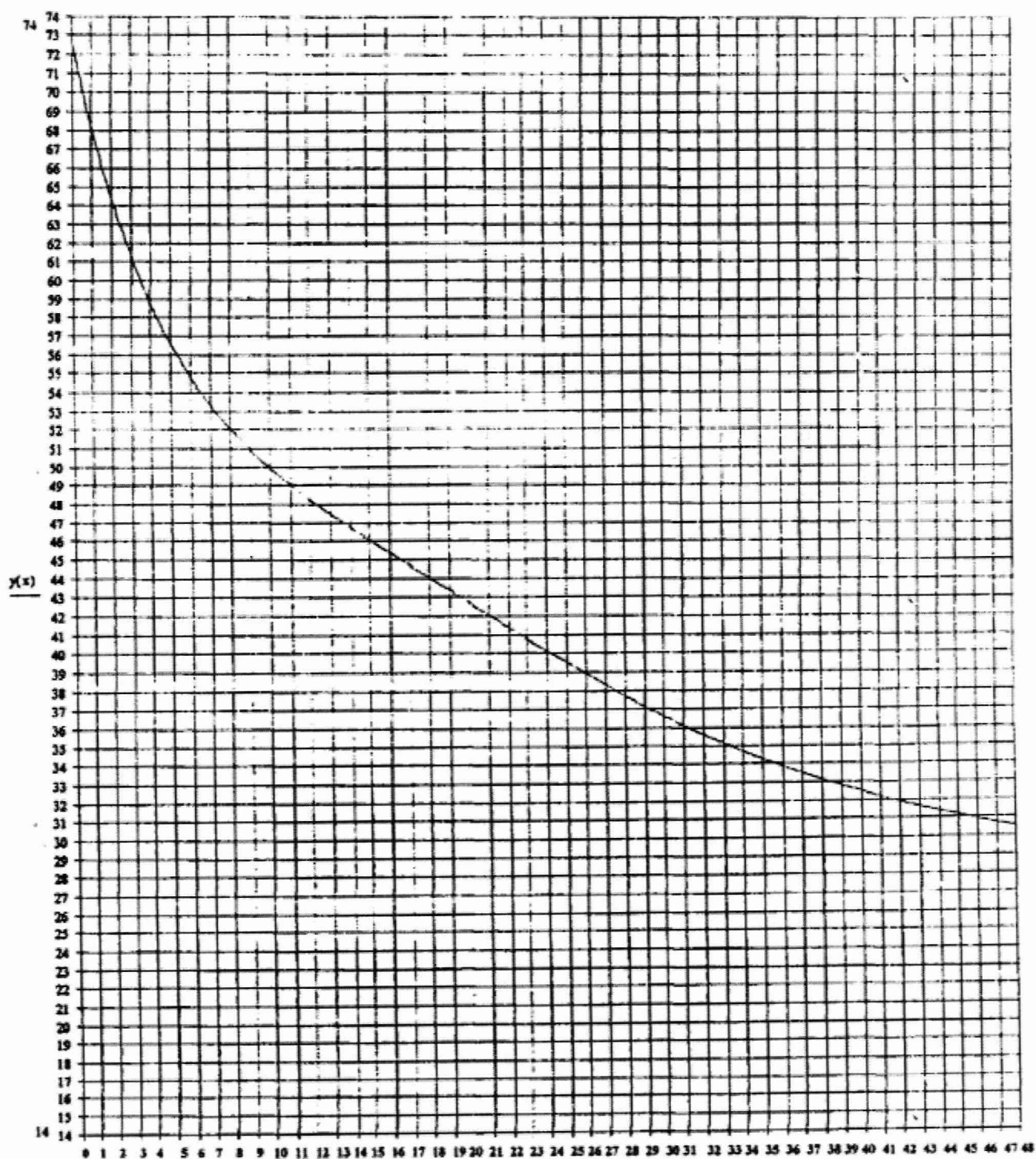
H – относительная влажность воздуха, %

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



49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80 81 82 83 84 85 86 87 88 89 90 91 92 93 94 95 96 97 98 99

