



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



« 29 » апреля 2019 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

АРЕОМЕТРЫ – РАБОЧИЕ ЭТАЛОНЫ 1 РАЗРЯДА

Методика поверки

МП РТ 923-2019

г. Москва
2019 г.

Настоящая методика распространяется на ареометры – рабочие эталоны 1 разряда и устанавливает порядок проведения первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 4 года.

1 Операции поверки

1.1 При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр - п.6.1;
- определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы ареометров – п.6.5;
- определение абсолютной погрешности измерений плотности – п.7.1.

1.2 В случае отрицательных результатов при проведении перечисленных в п.1.1 операций, дальнейшее проведение поверки прекращается.

2 Средства поверки

2.1 При проведении поверки применяют следующие основные и вспомогательные средства поверки:

2.1.1 Установка гидростатического взвешивания в составе:

- эталонная мера плотности – вторичный эталон по ГОСТ 8.024-2002;
- весы лабораторные I (специального) класса точности по ГОСТ OIML R 76-1-2011 с пределом взвешивания не менее 300 г;
- термостатирующая ванна с точностью поддержания температуры $\pm 0,02$ °С;
- термометр сопротивления платиновый вибропрочный 2 разряда по ГОСТ 8.558-2009.

2.1.2 Барометр – anerоид М-67, погрешность $\pm 0,8$ мм рт.ст.

2.1.3 Термогигрометр типа Testo 622, с диапазоном измерений относительной влажности от 10 до 95 %, пределами допускаемой основной абсолютной погрешности $\pm 3,0$ %.

2.1.4 Штангенциркуль по ГОСТ 166-89 с пределами измерения от 0 до 125 мм и шагом дискретности 0,01 мм, типа ШЦЦ-I-125-0,01

2.1.44 Секундомер электронный типа Интеграл С-01

2.1.5 Промывочные жидкости:

- этиловый спирт 1-го сорта по ГОСТ 5962-2013;
- дистиллированная вода по ГОСТ Р 58144-2018.

2.1.6 Поверочная жидкость:

- этиловый ректифицированный спирт высшей очистки по ГОСТ 5962-2013.

2.2 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик поверяемых средств измерений с требуемой точностью.

3 Требования к квалификации поверителей

К выполнению поверки допускается инженерно-технический персонал, имеющий опыт работы в области измерений физико-химического состава и свойств веществ, ознакомленный с руководствами по эксплуатации на основные и вспомогательные средства поверки.

4 Требования безопасности

Помещение для проведения поверки должно быть оборудовано устройствами приточно-вытяжной вентиляции.

Помещение, в котором проводят поверку, должно иметь естественное или искусственное освещение.

Поверители должны быть проинструктированы о мерах безопасности при работе с приборами в соответствии с инструкциями, прилагаемыми к приборам.

5 Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С20 \pm 5;
- атмосферное давление, кПа.....от 84 до 106;
- относительная влажность воздуха, % до 80;
- температура поверочной жидкости, °С.....20 \pm 0,05;

- нестабильность температуры поверочной жидкости за время поверки одного ареометра не должно превышать, °С.....±0,01

6 Подготовка к поверке

6.1 Внешний осмотр

Ареометры, не удовлетворяющие данным требованиям, к дальнейшей поверке не допускаются.

6.1.1 При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемых ареометров следующим требованиям:

- на поверхности и в толще стекла ареометров не допускаются:
- мошка в сосредоточенном виде в месте спая корпуса и стержня ареометра;
- пузыри, продавливаемые острием из материала одинаковой со стеклом твердости или менее твердого;
- пузыри размером более 0,8 мм;
- капилляры шириной более 0,2 мм;
- на поверхности стекла, где расположена шкала, не допускаются дефекты, затрудняющие отсчет по шкале;
- в ареометрах не должно быть незакрепленного связующего или балластного вещества, а также разрывов между ними, влияющих на точность показаний ареометров;
- отметки шкалы ареометров должны быть прямыми, перпендикулярными к оси ареометра, отчетливыми, чёрного цвета;
- числа на шкалах должны быть отчетливыми, поставленными у соответствующих отметок так, чтобы не вызывать сомнений при отсчёте.

6.2 Подготовка средств поверки и вспомогательного оборудования

Перед проведением поверки выполняют следующие работы:

- средства поверки и вспомогательное оборудование, указанные в разделе 2 настоящей методики поверки, подготавливают к работе в соответствии с требованиями нормативных документов и эксплуатационной документацией (ЭД) или паспортом;
- в процессе работы эталонная мера плотности постоянно находится в жидкости, ее извлекают из термостатируемой ванны только для проведения профилактических работ, связанных с заменой поверочной жидкости;
- устанавливают в термостатируемой ванне температурный режим (20±0,05) °С;
- поверяемые ареометры моют теплой водой с использованием моющих средств (например, хозяйственное мыло), ополаскивают теплой проточной, а затем дистиллированной водой и, при необходимости, промывают этиловым спиртом;
- вымытые ареометры помещают в приспособления для сушки ареометров до полного их высыхания, для сокращения времени высыхания допускается протирать ареометры этиловым спиртом с использованием безворсной хлопчатобумажной ткани типа мадаполам;
- после промывки и сушки ареометры берут только за верхнюю свободную от шкалы часть стержня.

6.3 Определение плотности поверочной жидкости

Определение плотности поверочной жидкости выполняют на установке гидростатического взвешивания с использованием эталонной меры плотности - вторичного эталона в соответствии с ГОСТ 8.024-2002.

К нижнему подвесу весов закрепляют цепочку и подвес для эталонной меры из комплекта к установке гидростатического взвешивания. На цепочку закрепляют подвес так, чтобы крючок и проволочная скрутка находились ниже уровня жидкости. Проводят сброс тары весов в соответствии с эксплуатационной документацией. На нижний крючок подвеса закрепляют эталонную меру плотности и выдерживают примерно 10-15 минут при установленном температурном режиме. Проводят взвешивание. Результат ($M_{ПЖ}$) и температуру поверочной жидкости ($t_{ПЖ}$) заносят в протокол.

Плотность поверочной жидкости $\rho_{пж}$ рассчитывают по формуле:

$$\rho_{пж} = \frac{M_{п} - (1 - \frac{e_{в}}{8000}) \cdot M_{пж}}{V_{п}}, \quad \text{кг/м}^3 \quad (1)$$

где $M_{п}$ – масса эталонной меры плотности (из сертификата о калибровке), кг;
 $e_{в}$ – плотность воздуха, рассчитанная по формуле (А.17) в Приложении А, кг/м³;
 8000 – условная плотность материала гирь, кг/м³;
 $M_{пж}$ – показание весов при взвешивании эталонной меры плотности в поверочной жидкости, кг;
 $V_{п}$ – объем эталонной меры плотности (из сертификата о калибровке), м³.

6.4 Определение массы мениска, образующегося вокруг стержня поверяемого ареометра, при погружении его в поверочную жидкость и жидкость, в которой его применяют

Для определения массы мениска штангенциркулем измеряют диаметр стержня ареометра на поверяемых отметках шкалы (d).

Массу мениска поверочной жидкости m , кг, вычисляют по формуле

$$m = \frac{\pi \cdot d \cdot \sigma}{g}, \quad \text{кг} \quad (2)$$

где d – диаметр стержня ареометра на поверяемой отметке шкалы, м;
 σ – коэффициент поверхностного натяжения поверочной жидкости, мН/м;
 g – ускорение силы тяжести, м/с²

Массу мениска жидкости m' , в которой применяют ареометр, вычисляют по формуле:

$$m' = \frac{\pi \cdot d \cdot \sigma'}{g}, \quad \text{кг} \quad (3)$$

где σ' – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, в которой применяют ареометр, мН/м

Значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей 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 представлены в Приложении Б;

- типы основных и дополнительных растворов, в которых ареометр эксплуатируется в зависимости от диапазона измерений и типа ареометра, представлены в Приложении В.

6.5 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы ареометра

Данный пункт является обязательным только при проведении первичной поверки и, в случае, если, с учетом действующих поправок, абсолютная погрешность превышает предельно допускаемые значения.

6.5.1 Взвешивание поверяемого ареометра в воздухе

Подвес для ареометров из нержавеющей проволоки снимают и вместо него подвешивают на цепочку держатель ареометров.

В соответствии с эксплуатационной документацией весов производят сброс тары.

Подготовленный к поверке ареометр с помощью держателя, закреплённого 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.

Производят взвешивание и определяют массу ареометра в воздухе (M_{AB}). Полученные данные заносят в протокол поверки согласно.

Примечание: при поверке ареометров с диапазоном измерений от 650 до 860 кг/м³ к весам вместе с держателем подвешивают дополнительный груз и производят сброс тары. Груз подвешивают так, чтобы он был погружён в поверочную жидкость на глубину, соответствующую приблизительно середине шкалы поверяемого ареометра.

6.5.2 Взвешивание поверяемого ареометра в поверочной жидкости

Поверяемый ареометр с держателем опускают в поверочную жидкость так, чтобы уровень поверочной жидкости находился ниже поверяемой отметки на 1-2 деления шкалы, и подвешивают на цепочку, прикреплённую к чашке весов. Производят точную установку уровня поверочной жидкости на поверяемой отметке шкалы по нижнему краю мениска.

Ареометр выдерживают на нижней отметке шкалы в поверочной жидкости до установления показаний (примерно 5-7 минут на нижней отметке шкалы и до установления показаний весов на остальных отметках шкалы) для достижения им температуры поверочной жидкости. Затем снимают показания весов (M_{AJK}).

Взвешивание ареометра в поверочной жидкости производят последовательно на всех оцифрованных точках шкалы ареометра.

Полученные данные заносят в протокол поверки.

Примечание: при поверке ареометров с диапазоном измерений от 650 до 860 кг/м³ дополнительный груз устанавливают на корпус ареометра, так чтобы он не мешал проводить измерения; во время взвешивания ареометра в поверочной жидкости дополнительный груз находится на корпусе ареометра и погружен в поверочную жидкость вместе с ним.

6.5.3 Вычисление действительного значения плотности на поверяемой отметке шкалы

Действительное значение плотности ρ_{Di} на поверяемой отметке шкалы вычисляют по формуле:

$$\rho_{Di} = \frac{(1 - \frac{e^a_B}{8000}) \cdot M_{AB} + m'}{(1 - \frac{e^a_{жi}}{8000}) \cdot (M_{AB} - M_{AJKi}) + m} \cdot (\rho_{ПЖ} - e^a_{жi}) + e_B, \text{ кг/м}^3 \quad (4)$$

где e^a_B - плотность воздуха при взвешивании ареометра в воздухе, кг/м³;

M_{AB} - масса ареометра в воздухе (показание весов), кг;

m' - масса мениска жидкости, в которой ареометр эксплуатируется, кг;

$e^a_{жi}$ - плотность воздуха при взвешивании ареометра в жидкости на поверяемых отметках, кг/м³ (см. Приложение А);

M_{AJKi} - масса ареометра (показание весов) в поверочной жидкости на i -ой отметке шкалы, кг;

m - масса мениска поверочной жидкости, кг;

$\rho_{ПЖ}$ - значение плотности поверочной жидкости, кг/м³;

e_B - плотность воздуха, рассчитанная по формуле (А.17) в Приложении А, кг/м³.

Результаты расчётов заносят в протокол поверки.

Измерения проводят не менее двух раз в разные дни, либо в один день двумя разными поверителями.

6.5.4 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы ареометра, градуированного на 20 °С

Определение поправок производят на всех оцифрованных отметках шкалы ареометра. Величину поправки для 20 °С на i -ой поверяемой отметке шкалы вычисляют по формуле:

$$x_{i20} = \rho_{Di} - \rho_i, \quad (5)$$

где ρ_{Di} - действительное значение плотности на i -ой поверяемой отметке шкалы, кг/м³ (см п.п. 6.5.3.);

ρ_i - значение плотности, соответствующее значению поверяемой (оцифрованной) отметки шкалы, кг/м³.

Величина поправки по основному раствору не должна превышать значений, приведенных в Приложении Г.

При наличии программного обеспечения и стыковки весов с ПК протоколы поверки и регистрация поверяемых ареометров ведётся в электронной форме.

6.5.5 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы ареометра, градуированного при температуре 15 °С

Поправки для ареометров, градуированных при температуре 15 °С, определяют для ареометров общего назначения АОН в диапазонах измерений от 650 до 720 включ., св. 720 до 790 кг/м³ включ., св. 790 до 860 кг/м³ включ., св. 860 до 930 кг/м³ включ., св. 930 до 1000 кг/м³ включ., св. 1000 до 1070 кг/м³.

Проводят определение поправок в соответствии с п.п. 6.3-6.5.4

Полученные при 20 °С значения поправок пересчитывают в поправки для 15 °С по формуле:

$$x_{i15} = x_{i20} - \beta \cdot (15 - 20) \cdot \rho_i, \quad (6)$$

где x_{i20} - поправка к показаниям ареометра при 20 °С, кг/м³;

β - коэффициент объемного теплового расширения стекла, 1/°С (числовые значения коэффициентов указаны в Приложении Д);

ρ_i - значение плотности, соответствующее значению поверяемой (оцифрованной) отметки шкалы, кг/м³.

Величина поправки по основному раствору не должна превышать значений, приведенных в Приложении Г.

6.5.6 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы ареометра АМВ, градуированного при температуре 17,5 °С

Для определения поправок поверяемого ареометра необходимо сделать перевод значений поверяемых отметок шкалы ареометра из единиц относительной плотности в основную единицу плотности кг/м³.

Перевод единиц осуществляется по формуле:

$$\rho_{\Pi} = \rho_{ед.отн.пл.} \cdot \rho_{д.в.(17,5)}, \quad (7)$$

где ρ_{Π} - значение плотности на поверяемой отметке шкалы ареометра, кг/м³;

$\rho_{ед.отн.пл.}$ - значение поверяемой отметки шкалы ареометра;

$\rho_{д.в.(17,5)}$ - плотность дистиллированной воды при температуре 17,5 °С (Приложение Е).

Проводят определение поправок в соответствии с п.п. 6.3-6.5.4

Полученные при температуре 20 °С значения поправок пересчитывают в поправки для температуры 17,5 °С по формуле:

$$x_{i17,5} = x_{i20} - \beta \cdot (17,5 - 20) \cdot \rho_i, \quad (8)$$

где x_{i20} - поправка к показаниям ареометра при температуре 20 °С, кг/м³;

β - коэффициент объемного теплового расширения стекла, 1/°С (числовые значения коэффициентов указаны в Приложении Д);

ρ_i - значение плотности, соответствующее значению поверяемой (оцифрованной) отметки шкалы, кг/м³.

После определения поправки в кг/м³ необходимо сделать перевод ее в единицы относительной плотности по формуле:

$$x_{ied.отн.пл.17,5} = x_{17,5} / \rho_{д.в.(17,5)}, \quad (9)$$

Величина поправки по основному раствору не должна превышать значений, приведенных в Приложении Г.

6.5.7 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы ареометра АОН в диапазоне от 810 до 950 кг/м³, градуированного при температуре 20 °С, по водно-спиртовым растворам

Проводят определение поправок в соответствии с п.п. 6.3-6.5.4 по растворам нефтепродуктов. Полученные поправки по нефтепродуктам пересчитывают в поправки по водно-спиртовым растворам, используя поправку на капиллярность, по формуле:

$$x_{iв-с} = x_{iв.20} + \Delta_{ик}, \quad (10)$$

где $x_{iв-с}$ - поправка к показаниям ареометра при температуре 20 °С по водно-спиртовым растворам, кг/м³;

$x_{iв.20}$ - поправка к показаниям ареометра при температуре 20 °С по нефтепродуктам, кг/м³;

$\Delta_{ик}$ - поправка на капиллярность, соответствующая поверяемой отметке шкалы. Расчет поправки на капиллярность приведен в Приложении Ж.

6.5.8 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы ареометра АОН в диапазоне от 810 до 950 кг/м³, градуированного на 15 °С, по водно-спиртовым растворам

Проводят определение поправок в соответствии с п. 6.3-6.5.4, п. 6.5.7.

Полученные поправки по водно-спиртовым растворам для 20 °С пересчитывают в поправки для температуры 15 °С в соответствии с п. 6.5.5.

6.5.9 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы для ареометра АСП

Проводят определение поправок в соответствии с п.п. 6.3-6.5.4. После определения поправки в кг/м³, необходимо перевести ее в объемную долю, %. Зависимость плотности водно-спиртовых растворов спирта в кг/м³ от концентрации спирта в объемных долях, %, приведена в Приложении З.

6.5.10 Определение поправок к оцифрованным отметкам шкалы для ареометра АС

Проводят определение поправок в соответствии с п. 6.5. После определения поправки в кг/м³ необходимо перевести ее в массовую долю, %. Зависимость плотности водных растворов сахара в кг/м³ от концентрации сахара в массовых долях, %, приведена в Приложении И.

7 Проведение поверки

7.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности.

7.1.1 Определение абсолютной погрешности измерений плотности проводят в день, не совпадающий с определением поправок к оцифрованным отметкам шкалы. Абсолютную погрешность определяют только по основным растворам для каждого конкретного ареометра, в соответствии с Приложением Г. Полученное значение абсолютной погрешности не должно превышать значений, указанных в Приложении Г (таблица Г.2).

7.1.2 В случае периодической поверки, при наличии действующих значений поправок для ареометров, градуированных при температуре, отличной от 20 °С, необходимо произвести пересчет¹ действующих поправок в поправки для 20 °С:

$$x_{i20} = x_{it} - \beta \cdot (20 - t) \cdot \rho_i \quad (11)$$

Где x_{i20} - поправка к показаниям ареометра при 20 °С, кг/м³;

x_{it} - поправка к показаниям ареометра при температуре градуирования ареометра, кг/м³;

β - коэффициент объемного теплового расширения стекла, $1/^\circ\text{C}$ (числовые значения коэффициентов указаны в Приложении Д);
 t - температура градуирования ареометра, $^\circ\text{C}$
 ρ_i - значение плотности, соответствующее значению поверяемой (оцифрованной) отметки шкалы, кг/м^3 .

¹ - для ареометров для морской воды АМВ значения поправок в ед.отн.плотн. должны быть переведены в кг/м^3 по формуле:

$$x_{i20} = x_{\text{ее.отн.пл.}} \cdot \rho_{\text{д.в.}(20)} \quad (12)$$

где x_{i20} - значение поправки на поверяемой отметке шкалы ареометра, кг/м^3 ;

$x_{\text{ее.отн.пл.}}$ - значение поправки на поверяемой отметке шкалы ареометра, ед.отн.плотн.;

$\rho_{\text{д.в.}(20)}$ - плотность дистиллированной воды при температуре 20°C (Приложение Е)

далее необходимо перевести значения отметок шкалы ареометра из ед.отн.плотн. в кг/м^3 по формуле (7).

7.1.3 Проводят измерения в соответствии с п.п. 6.3 - 6.5. При вычислении действительного значения плотности на i' -ой поверяемой отметке шкалы за i' -ую поверяемую отметку шкалы принимают значение, полученное по формуле:

$$\rho_{i'} = \rho_i + x_{i20} \quad (13)$$

где $\rho_{i'}$ - значение i' -ой поверяемой отметки шкалы с учетом поправки, вводимое для вычисления абсолютной погрешности, кг/м^3 ;

ρ_i - значение плотности, соответствующее значению поверяемой (оцифрованной) отметки шкалы, кг/м^3 ;

x_{i20} - поправка к показаниям ареометра при 20°C , кг/м^3 .

7.1.4 Действительное значение плотности на i' -ой поверяемой отметке шкалы $\rho_{\text{д}i'}$ рассчитывается по формуле:

$$\rho_{\text{д}i'} = \frac{\left(1 - \frac{e^a_B}{8000}\right) \cdot M_{AB} + m'}{\left(1 - \frac{e^a_{\text{ж}i'}}{8000}\right) \cdot (M_{AB} - M_{\text{АЖ}i'}) + m} \cdot (\rho_{\text{ПЖ}} - e^a_{\text{ж}i'}) + e_B \quad (14)$$

где e^a_B - плотность воздуха при взвешивании ареометра в воздухе, кг/м^3 ;

M_{AB} - масса ареометра в воздухе (показание весов), кг;

m' - масса мениска жидкости, в которой ареометр эксплуатируется, кг;

$e^a_{\text{ж}i'}$ - плотность воздуха при взвешивании ареометра в жидкости на i' -ой отметке шкалы, кг/м^3 (Приложение А);

$M_{\text{АЖ}i'}$ - масса ареометра (показание весов) в поверочной жидкости на i' -ой отметке шкалы, кг;

m - масса мениска поверочной жидкости, кг;

$\rho_{\text{ПЖ}}$ - значение плотности поверочной жидкости, кг/м^3 ;

e_B - плотность воздуха, рассчитанная по формуле (А.16) в Приложении А, кг/м^3 .

7.1.5 Абсолютная погрешность Δ_i рассчитывается по формуле:

$$\Delta_i = \rho_{i'} - \rho_{\text{д}i'} \quad (15)$$

7.1.6 Для ареометров для спирта АСП значение абсолютной погрешности должно

быть пересчитано в объемные доли. Зависимость плотности водно-спиртовых растворов в кг/м^3 спирта от концентрации спирта, %, в объемных долях приведена в Приложении З.

7.1.7 Для ареометров-сахарометров АС значение абсолютной погрешности должно быть пересчитано в массовые доли. Зависимость плотности водных растворов сахара в кг/м^3 от концентрации сахара в массовых долях, %, приведена в Приложении И.

7.1.8 Для ареометров для морской воды АМВ полученное значение абсолютной погрешности в кг/м^3 должно быть пересчитано в ед.отн.плотн. :

$$\Delta_{\text{ед.отн.пл.}} = \Delta_i \cdot \rho_{\text{д.в.}(20)} \quad (16)$$

где $\Delta_{\text{ед.отн.пл.}}$ – значение абсолютной погрешности на поверяемой отметке шкалы ареометра, ед.отн.плотн.;

Δ_i – значение абсолютной погрешности на поверяемой отметке шкалы ареометра, кг/м^3 ;

$\rho_{\text{д.в.}(20)}$ – плотность дистиллированной воды при температуре 20 °С (Приложение Е)

8 Оформление результатов поверки

8.1. Положительные результаты поверки оформляют свидетельством о поверке в соответствии с действующими правовыми нормативными документами.

Знак поверки наносится на свидетельство о поверке

Оформляется протокол поверки на оборотной стороне свидетельства о поверке. Если протокол поверки невозможно разместить на оборотной стороне свидетельства о поверке, то он оформляется как обязательное приложение к свидетельству о поверке. Рекомендуемая форма протокола поверки указана в Приложении К.

8.2. В протоколе поверки указываются поправки как по основным, так и по дополнительным растворам.

8.3. При отрицательных результатах поверки выдается извещение о непригодности с указанием причины.

Начальник лаборатории № 448
ФБУ "Ростест-Москва"



А.Г. Дубинчик

Инженер по метрологии лаборатории № 448
ФБУ "Ростест-Москва"



А.Я. Мартышова

Приложение А

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОТНОСТИ ВОЗДУХА

Плотность воздуха e вычисляют по формуле:

$$e = \frac{e_0 \cdot (B - P_{ВП} \cdot \varphi)}{760 \cdot (1 + 0,00366 \cdot t)} + \varphi \cdot \rho_{ВП}, \text{ кг/м}^3 \quad (\text{A.17})$$

где e_0 - плотность воздуха при температуре 0 °С и нормальном атмосферном давлении (1,294 кг/м³);

B - атмосферное давление воздуха во время поверки ареометра, мм рт.ст.;

$P_{ВП}$ - парциальное давление водяного пара при температуре t , мм рт.ст.;

φ - относительная влажность воздуха, доли единицы;

$\rho_{ВП}$ - плотность насыщенного водяного пара при температуре t , кг/м³;

t - температура воздуха, °С

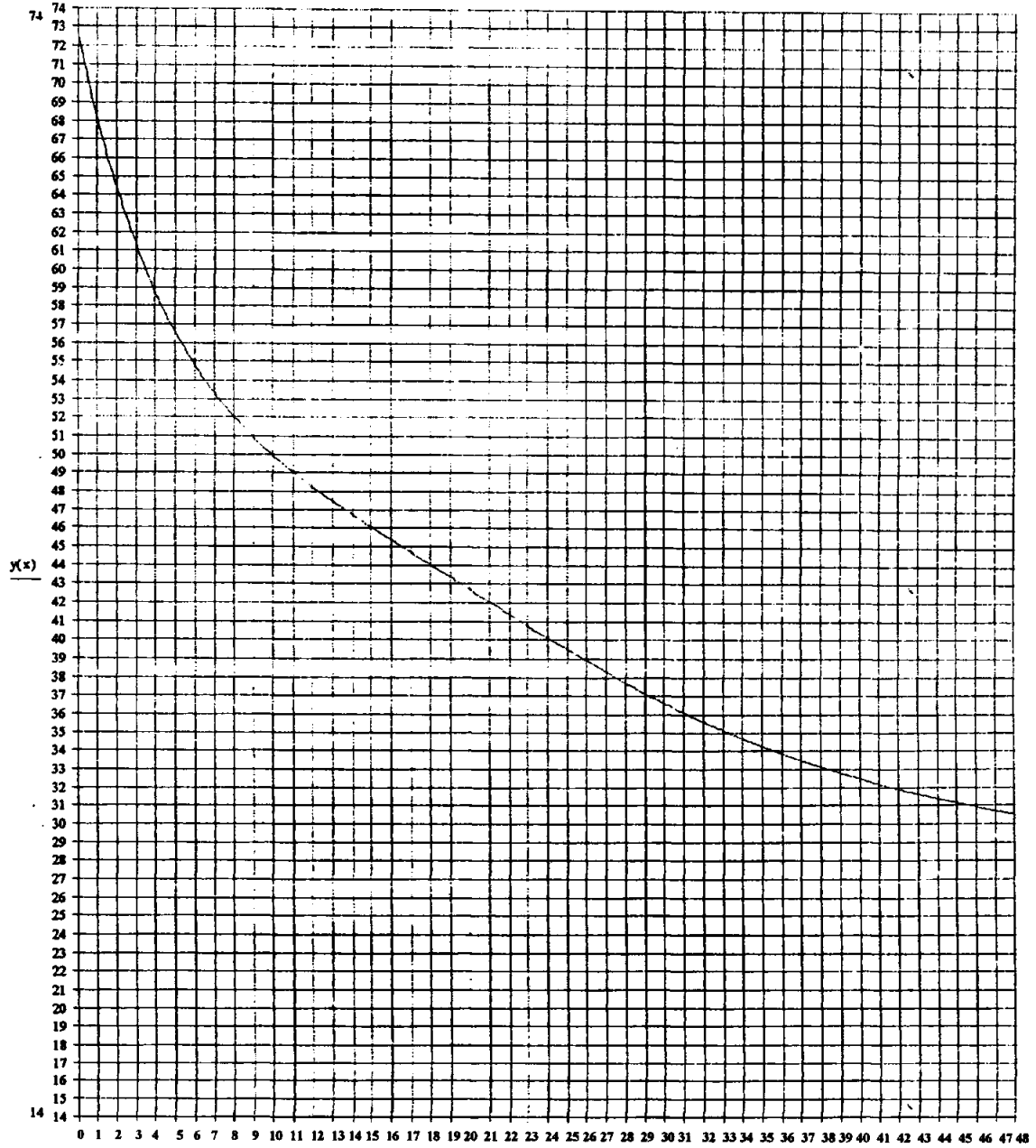
Значения $P_{ВП}$ и $\rho_{ВП}$ приведены в таблице А.1

Таблица А.1

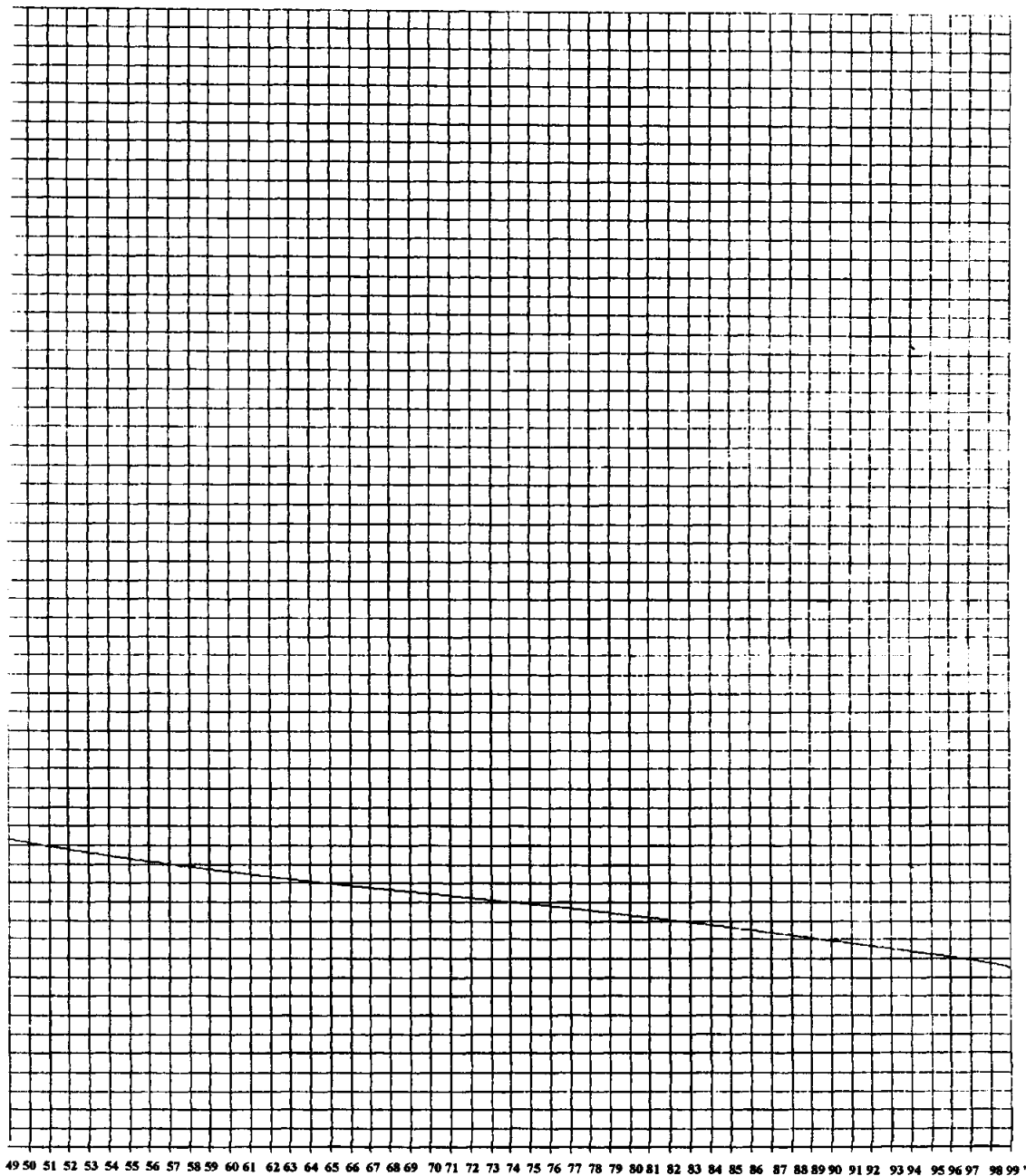
$t, ^\circ\text{C}$	$P_{ВП}, \text{ мм рт. ст.}$	$\rho_{ВП}, \text{ кг/м}^3$	$t, ^\circ\text{C}$	$P_{ВП}, \text{ мм рт. ст.}$	$\rho_{ВП}, \text{ кг/м}^3$
15	12,8	0,013	21	18,6	0,018
16	13,6	0,014	22	19,8	0,019
17	14,5	0,014	23	21,1	0,021
18	15,5	0,015	24	22,4	0,022
19	16,5	0,016	25	23,8	0,023
20	17,5	0,017	—	—	—

Приложение Б

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



Продолжение Приложения Б



Приложение В

Таблица В.1 – Типы основных и дополнительных растворов

Тип ареометра	Диапазон измерений	Наименование основного раствора	Наименование дополнительного раствора
Ареометры для спирта - АСП	0 – 100 об. доля %	Водно-спиртовые растворы	—
Ареометры общего назначения АОН ¹	650 – 810 кг/м ³	Нефтепродукты	—
	810– 850 кг/м ³	Нефтепродукты	Водно-спиртовые растворы
	850 – 950 кг/м ³	Водно-спиртовые растворы	Нефтепродукты
	950 – 1000 кг/м ³	Смесь этилового спирта, серной кислоты и воды	Нефтепродукты
	1000 – 1070 кг/м ³	Смесь этилового спирта, серной кислоты и воды	Водные растворы серной кислоты
	1070 – 1840 кг/м ³	Водные растворы серной кислоты	—
Ареометры для молока АМ	1010 – 1040 кг/м ³	Смесь этилового спирта, серной кислоты и воды	—
Ареометры-сахаромеры АС	0 – 75 масс. доля %	Водные растворы серной кислоты	—
Ареометры для морской воды АМВ	1,000 – 1,036 ед. отн. плотн.	Смесь этилового спирта, серной кислоты и воды	—
Ареометры для кислот АК	1556 – 1624 кг/м ³	Водные растворы серной кислоты	—

¹ - Основной раствор для ареометров общего назначения может быть изменен по согласованию с заказчиком

Приложение Г
(справочное)

Таблица Г.1 – Максимально допускаемые значения поправок

Тип ареометра	Температура градуирования, °С	Диапазон измерений	Значение поправки
АСП	20	0 – 20 объем. доля %	0,2 объем. доля %
АСП	20	20 – 100 объем. доля %	0,1 объем. доля %
АОН	20	650-1840 кг/м ³	0,5 кг/м ³
АОН	15	650-1070 кг/м ³	0,5 кг/м ³
АМ	20	1010 – 1040 кг/м ³	0,5 кг/м ³
АС	20	0 – 75 масс.доля %	0,1 масс.доля %
АМВ	17,5	1,000 – 1,036 ед.отн.плотн.	0,0005 ед.отн.плотн.
АК	20	1556-1624 кг/м ³	0,2 кг/м ³

Таблица Г.2 – Допускаемые значения абсолютной погрешности

Тип ареометра	Температура градуирования, °С	Диапазон измерений	Предельно допускаемое значение абсолютной погрешности
АСП	20	0 – 20 объем. доля %	± 0,02 объем. доля %
АСП	20	20 – 100 объем. доля %	± 0,01 объем. доля %
АОН	20	650-1840 кг/м ³	± 0,1 кг/м ³
АОН	15	650-1070 кг/м ³	± 0,1 кг/м ³
АМ	20	1010 – 1040 кг/м ³	± 0,1 кг/м ³
АС	20	0 – 75 масс.доля %	± 0,01 масс.доля %
АМВ	17,5	1,000 – 1,036 ед.отн.плотн.	± 0,00003 ед.отн.плотн.
АК	20	1556-1624 кг/м ³	± 0,1 кг/м ³

Приложение Д
(справочное)

Таблица Д.1 – Значения коэффициентов объемного теплового расширения стекла

Марка стекла	Обозначение документа	Значение коэффициента β, 1/°С
ХС-3	ГОСТ 21400-75	$(25 \pm 2) \cdot 10^{-6}$
НС-3	ГОСТ 19808-86	$(19,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-6}$
СН-1	По документации ПАО «Химлаборприбор»	$(17 \pm 1) \cdot 10^{-6}$

Приложение Е
(справочное)

Плотность дистиллированной воды при температуре 17,5 °С составляет 998,68 кг/м³.
Плотность дистиллированной воды при температуре 20 °С составляет 998,20 кг/м³.

Приложение Ж
(справочное)

ПОПРАВКА НА КАПИЛЛЯРНОСТЬ

Поправка на капиллярность Δ_{iK} определяется по формуле:

$$\Delta_{iK} = \frac{(\alpha_{w-c} - \alpha_{in}) \cdot \pi \cdot d \cdot \rho_i^2}{1000 \cdot M_{AB}} \quad (\text{Ж.18})$$

где α_{w-c} – капиллярная постоянная водно-спиртового раствора, соответствующая поверяемой отметке, м²;

α_{in} – капиллярная постоянная раствора нефтепродуктов, соответствующая поверяемой отметке, м²;

d – диаметр стержня ареометра у оцифрованной отметки шкалы, мм;

ρ_i – значение плотности, соответствующее значению поверяемой (оцифрованной) отметки шкалы, кг/м³;

M_{AB} – масса ареометра в воздухе, г

Капиллярная постоянная α определяется по формуле:

$$\alpha = \frac{\sigma}{\rho \cdot g} \quad (\text{Ж.19})$$

где α – капиллярная постоянная жидкости, м²;

σ – коэффициент поверхностного натяжения (ГОСТ 8.428-81), мН/м;

ρ – значение плотности, соответствующее значению поверяемой (оцифрованной) отметки шкалы, кг/м³;

g – ускорение свободного падения, м/с²

Приложение 3
(справочное)

Таблица 3.1 - Зависимость плотности водно-спиртовых растворов, ρ , кг/м³, от концентрации спирта q в объемных долях, в %, при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении

q , %	ρ_{20} , кг/м ³
0	998,2
1	996,7
2	995,3
3	993,8
4	992,4
5	991,0
6	989,7
7	988,4
8	987,2
9	985,9
10	984,7
11	983,6
12	982,4
13	981,2
14	980,0
15	978,9
16	977,8
17	976,8
18	975,9
19	974,6
20	973,6
21	972,5
22	971,4
23	970,3
24	969,2

25	968,1
26	967,0
27	965,8
28	964,6
29	963,4
30	962,2
31	961,0
32	959,7
33	958,4
34	957,0
35	955,6
36	954,2
37	952,7
38	951,2
39	949,6
40	948,0
41	946,4
42	944,8
43	943,1
44	941,3
45	939,5
46	937,7
47	935,9
48	934,0
49	932,1
50	930,2
51	928,2
52	926,2
53	924,2
54	922,1

55	920,0
56	917,9
57	915,7
58	913,6
59	911,4
60	909,1
61	906,9
62	904,6
63	902,3
64	900,0
65	897,6
66	895,2
67	892,8
68	890,4
69	888,0
70	885,5
71	883,0
72	880,5
73	877,9
74	875,4
75	872,8
76	870,1
77	867,5
78	864,8
79	862,0
80	859,3
81	856,5
82	853,7
83	850,8
84	847,9

85	844,9
86	841,9
87	838,9
88	835,7
89	832,5
90	829,2
91	825,9
92	822,4
93	818,9
94	815,2
95	811,4
96	807,5
97	803,3
98	799,0
99	794,2
100	789,2

Приложение И
(справочное)

Таблица И.1 - Зависимость плотности, ρ_{20} , кг/м³, водных растворов сахара от концентрации сахара в массовых долях P , %, при температуре 20 °С и нормальном атмосферном давлении

P , %	ρ_{20} , кг/м ³
0	998,2
1	1002,1
2	1006,0
3	1009,9
4	1013,8
5	1017,8
6	1021,8
7	1025,9
8	1029,9
9	1034,0
10	1038,1
11	1042,3
12	1046,5
13	1050,6
14	1054,9
15	1059,1
16	1063,4
17	1067,8
18	1072,1
19	1076,5
20	1080,9
21	1085,4
22	1089,9
23	1094,4
24	1098,9

25	1103,5
26	1108,2
27	1112,8
28	1117,5
29	1122,2
30	1127,0
31	1131,7
32	1136,6
33	1141,4
34	1146,3
35	1151,2
36	1156,2
37	1161,2
38	1166,2
39	1171,3
40	1176,4
41	1181,6
42	1186,7
43	1192,0
44	1197,2
45	1202,5
46	1207,8
47	1213,2
48	1218,6
49	1224,1
50	1229,5
51	1235,1
52	1240,6
53	1246,2
54	1251,8

55	1257,5
56	1263,2
57	1269,0
58	1274,7
59	1280,6
60	1286,4
61	1292,3
62	1298,3
63	1304,2
64	1310,2
65	1316,3
66	1322,4
67	1328,5
68	1334,7
69	1340,9
70	1347,1
71	1353,4
72	1359,7
73	1366,1
74	1372,5
75	1378,9
76	1385,4
77	1391,9
78	1398,5
79	1405,1
80	1411,7
81	1418,3
82	1425,0
83	1431,8
84	1438,5

85	1443,4
86	1452,2
87	1459,1
88	1466,0
89	1473,0
90	1480,0
91	1487,0
92	1494,0
93	1501,1
94	1508,3
95	1515,4
96	1522,6
97	1529,9
98	1537,1
99	1544,4
100	1551,8

Приложение К
(рекомендуемое)

ПРИЛОЖЕНИЕ К СВИДЕТЕЛЬСТВУ О ПОВЕРКЕ № _____

ПРОТОКОЛ ПОВЕРКИ

№ _____ от « ДД » ММ _____ ГГ г.

Наименование, тип (модификация) средства измерений,
регистрационный номер в ФИФ:

Основные метрологические характеристики СИ:

Заводской номер:

Наименование документа, на основании которого вы-
полнена поверка:

Условия проведения поверки:

температура окружающей среды, °С _____

влажность, % _____

давление, кПа _____

температура поверочной жидкости, °С _____

Применяемые эталоны:

_____ регистрационный номер эталона

Результаты поверки:

1. Внешний осмотр:

2. Определение абсолютной погрешности к оцифрованным отметкам шкалы:

плотность поверочной жид-
кости, 10^3 кг/м^3 _____

диаметр стержня ареометра,
мм _____

масса ареометра в воздухе, г _____

Поверяемая отметка шкалы, ед.изм.шкалы	Поправка по дополнительным растворам, ед.изм.шкалы	Поправка по основным растворам, ед.изм.шкалы
Поверяемая отметка шкалы, ед.изм.шкалы	Абсолютная погрешность по основным растворам, ед.изм.шкалы	Допускаемая абсолютная по- грешность, ед.изм.шкалы

Заключение: на основании результатов поверки признано пригодным к применению.

Начальник подразделения

_____ подпись

_____ ФИО

Поверитель

_____ подпись

_____ ФИО