

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель генерального директора

ФБУ «Тест-С-Петербург»

Т.М. Козлякова

2017 г.



АРЕОМЕТРЫ СТЕКЛЯННЫЕ

L20, L50, L50SP, M50, M50SP, M100, S50, S50SP, АНТ-1,  
АН-1, АНТ-2, АН-2, АН, АОН, АМК, АСО-1, АСО-2, АУК-1, АУК-2,  
АУК-3, АУК-4, АМВ, АЭГ

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

**436-135-2017МП**

Санкт-Петербург

2017

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Область применения.....	3
2. Нормативные ссылки.....	3
3. Общие положения.....	3
4. Поверка ареометров методом гидростатического взвешивания.....	4
5. Поверка ареометров методом непосредственных сличений показаний поверяемого ареометра с показаниями эталонного ареометра.....	10
6. Приложение А " Зависимость плотности водных растворов соли (NaCl) ( $\rho$ кг/м <sup>3</sup> ) от концентрации соли в массовых долях (Р %) при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении ".....	15
7. Приложение Б " Зависимость плотности ( $\rho$ кг/м <sup>3</sup> ) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$ мН/м) водных растворов этиленгликоля от концентрации этиленгликоля в объемных долях (q %) при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении".....	15
8. Приложение В " Зависимость плотности ( $\rho$ кг/м <sup>3</sup> ) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$ мН/м) морской воды при температуре 15°С и нормальном атмосферном давлении ".....	15
9. Приложение Г Зависимость плотности ( $\rho$ кг/м <sup>3</sup> ) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$ мН/м) водных растворов уксусной кислоты от концентрации уксусной кислоты в массовых долях (Р %) при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении.....	16
10 Приложение Д Зависимость плотности ( $\rho$ кг/м <sup>3</sup> ) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$ мН/м) молозива при 37°С и нормальном атмосферном давлении.....	16

## **1 Область применения**

Настоящая методика поверки распространяется на ареометры стеклянные производства фирмы ООО ПФ «ШАТЛЫГИН И КО», изготовленные по ТУ 26.51.53-002-05664383-2017, и устанавливает методику их первичной и периодической поверки.

Интервал между поверками - 4 года.

## **2 Нормативные ссылки**

В настоящих рекомендациях использованы ссылки на следующие нормативные документы:

Р 50.2.041-2004 «Ареометры стеклянные. Методика поверки»

ГОСТ 8.428-81 «Ареометры. Значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей».

ГОСТ 166-89 Штангенциркули. Технические условия

ГОСТ 6709-72 Вода дистиллированная. Технические условия

ГОСТ 13546-68 Термометры стеклянные ртутные для точных измерений. Технические условия

ГОСТ 18300-72 Спирт этиловый ректифицированный. Технические условия

ГОСТ 18481-81 Ареометры и цилиндры стеклянные. Технические условия

ГОСТ 25706-83 Лупы. Типы, основные параметры. Общие технические требования

ГОСТ 28498-90 Термометры жидкостные стеклянные. Общие технические требования.

Методы испытаний.

## **3 Общие положения**

Настоящая методика разработана с учетом рекомендаций Р 50.2.041.2004 «ГСИ. Ареометры стеклянные. Методика поверки» и предусматривает два метода проведения поверки ареометров.

Первый - весовой метод поверки, основан на гидростатическом взвешивании поверяемого ареометра в одной нетоксичной жидкости, с установкой уровня жидкости на проверяемой отметке шкалы.

Второй метод поверки основан на непосредственном сличении показаний поверяемого ареометра с показаниями эталонного ареометра, погруженных в одну поверочную жидкость.

Основным и предпочтительным методом поверки является метод гидростатического взвешивания. При отсутствии в регионе полной номенклатуры представляемых на поверку ареометров и наличии, в подавляющем большинстве одного-двух наименований, допускается проводить поверку методом непосредственного сличения показаний поверяемого ареометра с эталонным ареометром.

## **4 Поверка ареометров методом гидростатического взвешивания**

### **4.1 Операции поверки**

4.1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п. 4.7.1);

- определение основной абсолютной погрешности (п. 4.7.2).

### **4.2 Средства поверки**

4.2.1 Основными средствами поверки являются следующие:

- установка гидростатического взвешивания, укомплектованная весами 1-го класса точности с наибольшим пределом взвешивания не менее 200 г, погрешностью не более  $\pm 0,15$  мг и жидкостным циркуляционным термостатом с погрешностью поддержания температуры не более  $\pm 0,1$  °С;

- аттестованные меры плотности (поплавки);
- термометр для точных измерений по ГОСТ 13646, с ценой деления 0,01 °С и диапазоном измерения от 16 °С до 20 °С или от 20 °С до 24 °С;
- жидкостной стеклянный термометр типа А по ГОСТ 28498, с ценой деления 1 °С и диапазоном измерения от 0 °С до 50 °С;
- метеорологический барометр с абсолютной погрешностью не более  $\pm 133,3$  Па ( $\pm 1$  мм рт.ст.);
- штангенциркуль с пределами измерения от 0 до 200 мм, с отсчётным устройством по нониусу 0,05 мм, по ГОСТ 166;
- гигрометр с абсолютной погрешностью определения относительной влажности не более  $\pm 3$  %.

#### 4.2.1.1 Поверочная жидкость:

- этиловый ректифицированный спирт высшей очистки по ГОСТ 5962 или ГОСТ 18300.

#### 4.2.1.2 Вспомогательное оборудование и материалы – в соответствии с МП Р 50.2.041-2004:

#### 4.2.1.3 Промывочные жидкости:

- этиловый спирт 1-го сорта по ГОСТ 18300;
- дистиллированная вода однократной перегонки по ГОСТ 6709.

Допускается применять другие или вновь разработанные средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящих рекомендаций.

### 4.3 Требования к квалификации операторов – в соответствии с Р 50.2.041-2004

### 4.4 Требования безопасности – в соответствии с Р 50.2.041-2004

### 4.5 Условия поверки

#### 4.5.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха ( $20 \pm 5$ ) °С;
- давление окружающего воздуха от 84 до 106 кПа;
- относительная влажность окружающего воздуха при указанной температуре от 30 % до 80 %;
- температура поверочной жидкости должна соответствовать температуре градуировки ареометра -  $T_{\text{град}} [+20 / +15 / +37 \text{ °С и т.д.}] (T_{\text{град}} \pm 0,1) \text{ °С}$ . Либо температура поверочной жидкости должна составлять ( $20 \pm 0,1$ ) °С, но при этом, в формуле (4) расчета действительной плотности, должен применяться поправочный коэффициент, учитывающий объемное температурное расширение стекла ( $K_{\beta, \text{ареометра}}$ );
- нестабильность температуры поверочной жидкости не более  $\pm 0,02$  °С;
- помещение, в котором проводят поверку должно быть оборудовано приточно-вытяжной вентиляцией.
- освещённость рабочего места поверителя не менее 300 лк.
- вибрация и тряска не допускаются.

### 4.6 Подготовка к поверке

#### 4.6.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие процедуры:

4.6.1.1 Поверяемые ареометры и вспомогательное стеклянное оборудование моют тёплой водой с использованием моющих средств, ополаскивают тёплой проточной, а затем дистиллированной водой и протирают этиловым спиртом. Вымытые ареометры помещают в приспособления для сушки ареометров до полного их высыхания. Для сокращения времени высыхания допускается протирать ареометры полотенцем из хлопчатобумажной ткани типа мадаполам. Вымытое вспомогательное стеклянное оборудование сушат на воздухе или в сушильном шкафу.

После промывки и сушки не допускается касаться руками внутренних поверхностей стеклянного оборудования, а ареометры допускается брать только за верхнюю, свободную от шкалы часть стержня.

4.6.1.2 В качестве поверочной жидкости используется этиловый ректифицированный спирт высшей очистки по ГОСТ 5962 или по ГОСТ 18300. Допускается использовать водно-спиртовой раствор с объёмной долей спирта не ниже 90 %. Перед заливкой во внутренний цилиндр термостатной ванны поверочную жидкость фильтруют. Для предупреждения образования воздушных пузырьков на внутренней поверхности цилиндра при заливке поверочной жидкости, струю направляют не на дно цилиндра, а на боковую поверхность.

#### 4.7 Проведение поверки

##### 4.7.1 Внешний осмотр.

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемых ареометров требованиям технических условий. Результаты осмотра заносят в протокол поверки.

##### 4.7.2 Определение абсолютной погрешности.

Абсолютную погрешность определяют в трёх числовых отметках, расположенных в нижней, средней и верхней части шкалы ареометра. Определение абсолютной погрешности начинают с нижней выбранной отметки. У ареометров типа АОН-1 с пределами измерения 1780 – 1840 кг/м<sup>3</sup> и типа АОН-2 с пределами измерения 1750 – 1840 кг/м<sup>3</sup> в нижней части шкалы подлежит проверке числовая отметка 1830 кг/м<sup>3</sup>. У ареометров типа АСП-3 (0–40 %) и АС-3 (0–10 % / 0–25 %) в нижней части шкалы подлежит проверке оцифрованная числовая отметка следующая после 0 %.

##### 4.7.2.1 Определение плотности поверочной жидкости.

Плотность поверочной жидкости определяют методом гидростатического взвешивания при помощи аттестованной меры плотности (далее поплавок) из комплекта установки гидростатического взвешивания. Предварительно вымытый и высушенный поплавок крепят к нижнему подвесу весов и производят его взвешивание в поверочной жидкости, в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации на установку гидростатического взвешивания. Результат взвешивания поплавок – показания весов ( $M_{пж}$ ) заносят в протокол поверки.

Плотность поверочной жидкости вычисляют по формуле:

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

где:

$\rho_{пж}$  – плотность поверочной жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$M_{пж}$  – результат взвешивания поплавок в поверочной жидкости, кг.;

$e_{в}$  – плотность воздуха с учётом атмосферного давления и температуры, кг/м<sup>3</sup>;

8000 – условная плотность материала гирь.

$M_{п}$  и  $V_{п}$  – масса и объём поплавок, определяемые из сертификата на поплавок, кг и м<sup>3</sup>.

Массу и объём поплавок из сертификата необходимо брать в соответствии с температурой, при которой производится взвешивание поплавок в поверочной жидкости;

Если поверочная жидкость имеет температуру отличную от температуры аттестации поплавок (например температура жидкости 15 °С, а поплавок аттестован только при 20 °С), то при определении плотности поверочной жидкости должен учитываться поправочный коэффициент  $K_{\beta}$ , учитывающий объемное температурное расширение стекла из которого изготовлен поплавок (как правило меры плотности изготавливаются из боросиликатных стекол со средним коэффициентом объемного температурного расширения стекла  $\beta_{мп} = (9,9 \pm 0,2) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ ).

$$K_{\beta} = 1 + \beta_{мп} \cdot (t_{пж} - t_{аттестации \text{ мп}}),$$

где:

$\beta_{мп}$  – коэффициент объемного расширения стекла меры плотности;

$t_{пж}$  – текущая температура поверочной жидкости, плотность которой определяют;

$t_{аттестации \text{ мп}}$  – температура, при которой аттестован масса и объём поплавок (меры плотности)

Полученное значение плотности жидкости заносят в протокол поверки.

### Примечание

В случае использования в составе установки электронных весов, значение выражения  $(1 - \epsilon_v/8000)$  принимают равным 1.

В процессе работы поплавков должен постоянно находиться в поверочной жидкости и извлекается из цилиндра термостатной ванны только для проведения профилактических работ.

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

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

Массу мениска поверочной жидкости вычисляют по формуле

$$m = (\pi \cdot d \cdot \sigma_{пж})/g, \text{ кг}, \quad (2)$$

где:

$g$  – ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ ;

$d$  – диаметр стержня ареометра на поверяемой отметке шкалы,  $\text{м}$ ;

$\sigma_{пж}$  – коэффициент поверхностного натяжения поверочной жидкости [ $\text{мН/м}$ ], соответствующий текущей температуре поверочной жидкости;

Массу мениска жидкости, в которой эксплуатируется ареометр, вычисляют по формуле:

$$m' = (\pi \cdot d \cdot \sigma_{рж})/g, \text{ кг}, \quad (3)$$

где:

$\sigma_{рж}$  – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, в которой эксплуатируется ареометр [ $\text{мН/м}$ ], соответствующий температуре градуировки ареометра.

Примечание – Значения коэффициентов поверхностного натяжения жидкостей приведены в ГОСТ 8.428 или непосредственно указаны на ареометре. Формулы для определения массы мениска указаны с допущением, что жидкости, в которых эксплуатируется ареометр, полностью смачивают стержень ареометра и  $\cos\theta=1$  (косинус краевого угла смачивания равен 1).

4.7.2.3 Взвешивание ареометра в воздухе.

При помощи держателя из комплекта установки гидростатического взвешивания крепят ареометр к нижнему подвесу весов так, чтобы нижний конец ареометра был на 8-12 мм выше уровня поверочной жидкости. Производят взвешивание и определяют массу ареометра в воздухе ( $M_{ав}$ ). Все операции выполняют в соответствии с требованиями Руководства по эксплуатации на установку гидростатического взвешивания. Полученные значения заносят в протокол поверки.

Примечание - При поверке ареометра с диапазоном измерений от 650 до 850  $\text{кг/м}^3$ , он взвешивается в воздухе вместе со специальным дополнительным грузом из комплекта установки гидростатического взвешивания. Дополнительный груз, при этом закрепляют на подвесе так, чтобы он был погружён в поверочную жидкость на глубину, равную длине половины шкалы поверяемого ареометра.

4.7.2.4 Взвешивание ареометра в поверочной жидкости.

Для взвешивания ареометра в поверочной жидкости, ареометр с держателем опускают в поверочную жидкость так, чтобы на поверяемой отметке находился верхний край мениска поверочной жидкости для ареометров с надписью на шкале: «Отсчёт по верхнему краю мениска» или нижний край мениска, если надпись на шкале ареометра отсутствует.

При отсчёте по верхнему краю мениска наблюдают место соприкосновения верхнего края мениска со стержнем ареометра. Для этого наблюдатель смотрит несколько выше поверхности поверочной жидкости. Луч зрения должен быть перпендикулярным к поверхности

стержня и совпадать с плоскостью верхней кромки мениска. Наблюдают боковые, затемнённые части мениска, так как по ним резче видны границы.

При отсчёте по нижнему краю мениска, глаза наблюдателя должны находиться ниже уровня поверочной жидкости настолько, чтобы видеть основание мениска в форме эллипса. Постепенно поднимая глаза, заметить как эллипс, суживаясь, обращается в прямую линию, проектируется на шкалу ареометра.

Линия соприкосновения поверочной жидкости со стержнем ареометра должна иметь форму окружности, лежащей в горизонтальной плоскости. Отклонение линии от окружности свидетельствует о плохой подготовке ареометра к поверке. В таких случаях поверку не проводят, а повторяют подготовку ареометра в соответствии с п.4.6.

**П р и м е ч а н и е** - При поверке ареометра с диапазоном измерений от 650 до 850 кг/м<sup>3</sup> на корпус ареометра навешивают тот же дополнительный груз, вместе с которым производилось взвешивание ареометра в воздухе.

Ареометр выдерживают в поверочной жидкости не менее трёх минут для приобретения им температуры поверочной жидкости и снимают показания весов ( $M_{аж}$ ).

Взвешивание ареометра производят последовательно в трёх точках шкалы, соответствующих началу, середине и концу шкалы ареометра. Взвешивание начинают с нижней отметки шкалы. Полученные данные заносят в протокол поверки.

4.7.2.5 Вычисление действительного значения плотности на проверяемой отметке шкалы. Действительное значения плотности на проверяемой отметке шкалы вычисляют по формуле

$$\rho_{ид} = \frac{((1 - e_v/8000) \cdot M_{ав} + m') \cdot (\rho_{пж} - e_{ж})}{((1 - e_v/8000) \cdot (M_{ав} - M_{аж}) + m) \cdot K_{\beta\_ареометра}} + 1,205, [кг/м^3] (4)$$

где:

$M_{ав}$  – масса ареометра в воздухе, кг;

$e_v$  – плотность воздуха при взвешивании ареометра в воздухе, кг/м<sup>3</sup>;

$e_{ж}$  – плотность воздуха при взвешивании ареометра в поверочной жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$m$  – масса мениска, образующегося вокруг стержня ареометра на проверяемой отметке шкалы в поверочной жидкости, кг;

$m'$  – масса мениска, образующегося вокруг стержня ареометра на проверяемой отметке шкалы для жидкости, в которой эксплуатируется ареометр;

$M_{аж}$  – масса ареометра (показания весов) в поверочной жидкости, кг;

$\rho_{пж}$  – значение плотности поверочной жидкости на момент взвешивания, кг/м<sup>3</sup>;

1,205 – усредненная плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$K_{\beta\_ареометра}$  – поправочный коэффициент, учитывающий объемное температурное расширение стекла из которого изготовлен ареометр (как правило ареометры изготавливаются из стекол со средним коэффициентом объемного температурного расширения  $\beta_{ареометра} = (25 \pm 2) \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )

$$K_{\beta\_ареометра} = 1 + \beta_{ареометра} \cdot (t_{номинальная} - t_{пж}),$$

где:

$\beta_{ареометра}$  – коэффициент объемного расширения стекла ареометра;

$t_{пж}$  – текущая температура поверочной жидкости;

$t_{номинальная}$  – температура, для которой ареометр градуирован, и при которой он должен эксплуатироваться.

**П р и м е ч а н и е** - В случае использования в составе установки электронных весов, значения выражений  $(1 - e_v^a/8000)$  и  $(1 - e_v^b/8000)$  принимают равными 1.

Результаты расчётов заносят в протокол поверки.

**П р и м е ч а н и е** - При наличии программного обеспечения с алгоритмом расчёта, соответствующим данной методике и возможности стыковки весов с персональным компьютером допускается автоматический расчёт результатов, распечатка протоколов поверки и регистрация поверяемых ареометров в электронной форме.

Если по каким-либо причинам расчет по формуле 4 затруднен, дальнейшее определение основной абсолютной погрешности ареометра градуированного при температуре отличной от температуры поверочной жидкости, производится в соответствии с п. 4.8.2.

#### 4.8 Обработка результатов измерений

4.8.1 Основную абсолютную погрешность ареометра определяют по формуле:

$$\Delta\rho = \rho_i - \rho_{ид}, \text{ кг/м}^3, \quad (5)$$

где:

$\Delta\rho$ - основная абсолютная погрешность ареометра, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_i$ - значение плотности, соответствующее значению проверяемой (оцифрованной) отметке шкалы ареометра, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_{ид}$ - действительное значение плотности на проверяемой отметке шкалы ареометра определенное по формуле 4 (п. 4.7.2.5), кг/м<sup>3</sup>.

**П р и м е ч а н и е:** благодаря введению в формулу (4) поправочных коэффициентов на объемное температурное расширение стекла из которого изготовлен ареометр ( $K_{\beta\_ареометра}$ ), абсолютная погрешность ареометра вычисляется для жидкости, в которой ареометр будет эксплуатироваться, с уже учтенной погрешностью на несоответствие температур поверочной жидкости и номинальной температурой градуировки ареометра. Если температура поверочной жидкости соответствует номинальной температуре градуировки ареометра, то  $K_{\beta\_ареометра}$  равен единице, и не влияет на расчет действительной плотности.

Если по каким-либо причинам расчет по формуле 4 затруднен, определение основной абсолютной погрешности ареометра градуированного при температуре отличной от температуры поверочной жидкости, производится в соответствии с п. 4.8.2.

4.8.2 Абсолютная погрешность ареометра градуированного при температуре отличной от температуры поверочной жидкости (в случае если это не было учтено в формуле 4, п. 4.7.2.5), определяется по формуле:

$$\Delta\rho_t = (\rho_i - \rho_{ид}) + \beta \cdot (t - t_{пж}) \cdot \rho_{ид}$$

где:

$\Delta\rho_t$ - абсолютная погрешность ареометра, кг/м<sup>3</sup>;

$\rho_i$ - значение плотности, соответствующее значению проверяемой (оцифрованной) отметке шкалы ареометра, кг/м<sup>3</sup>;

$\beta$  – коэффициент объемного расширения стекла ареометра;

$t$  – температура для которой определяется погрешность (номинальная температура градуировки ареометра), °С

$t_{пж}$  - температура поверочной жидкости, при которой проводились измерения действительной плотности на проверяемой отметке, °С

$\rho_{ид}$ - действительное значение плотности на проверяемой отметке шкалы определенное по ф-ле.4, п. 4.7.2.5, при  $K_{\beta\_ареометра} = 1$ .

4.8.3 Абсолютная погрешность во всех проверяемых отметках шкалы не должна превышать значений, указанных в технических условиях для ареометров данного типа.

4.8.4 Для ареометров АСО-1, АСО-2, шкалы которых соответствуют массовой концентрации поваренной соли (NaCl), %, зависимость плотности солевых растворов от их концентрации приведена в приложении А.

4.8.5 Для ареометров АЭГ, шкалы которых соответствуют объёмной концентрации этиленгликоля, зависимость плотности водных растворов этиленгликоля от концентрации этиленгликоля в объёмных долях приведена в приложении Б.

4.8.6 Для ареометров АУК-1, АУК-2, АУК-3, АУК-4, шкалы которых соответствуют массовой концентрации уксусной кислоты, зависимость плотности водных растворов уксусной кислоты от концентрации их концентрации в массовых долях приведена в приложении Г.

#### 4.9 Оформление результатов поверки – в соответствии с Р 50.2.041-2004

### 5 Поверка ареометров методом непосредственных сличений показаний поверяемого ареометра с показаниями эталонного ареометра

#### 5.1 Операции поверки

5.1.1 При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции:

- внешний осмотр (п. 5.7.1);
- определение основной абсолютной погрешности (п. 5.7.2);
- определение абсолютной погрешности ареометров при температуре отличной от +20 °С (п. 5.8.3).

#### 5.2 Средства поверки

5.2.1 При проведении поверки должны быть применены средства, указанные в таблице 1 методики поверки Р 50.2.041-2004, и таблице 1 данной методики.

Таблица 1 Средства поверки и их метрологические характеристики

№ п/п	Наименование средств поверки, метрологические характеристики	Наименование поверочной жидкости	Тип поверяемых рабочих ареометров
1	2	3	4
1	Эталонные ареометры общего назначения 1-го разряда, диапазон измерений 930 - 1070 кг/м <sup>3</sup> , ц.д. 0,5 кг/м <sup>3</sup> , абсолютная погрешность не более 0,1 кг/м <sup>3</sup>	Серно-водные растворы	Ареометры для морской воды АМВ
2	Эталонные ареометры общего назначения 1-го разряда, диапазон измерений 650 - 1140 кг/м <sup>3</sup> , ц.д. 0,5 кг/м <sup>3</sup> , абсолютная погрешность не более 0,1 кг/м <sup>3</sup>	Смеси петролейного эфира и бензола  Водно-спиртовые растворы  Серно-винные растворы	Ареометры для нефти АНТ-1, АН-1 и АН, L20, L50, L50SP, M50SP с диапазоном измерения от 650 до 750 кг/м <sup>3</sup> включ. Св. 750 до 850 кг/м <sup>3</sup> включ.  Св. 850 до 950 кг/м <sup>3</sup> включ.  Св. 950 до 1100 кг/м <sup>3</sup> включ.
3	Эталонные ареометры общего назначения 1-го разряда, диапазон измерений 930 – 1210 кг/м <sup>3</sup> , ц.д. 0,5 кг/м <sup>3</sup> , абсолютная погрешность не более 0,1 кг/м <sup>3</sup>	Серно-водные растворы	Ареометры для водных растворов соли АСО-1, АСО-2

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4
4	Эталонные ареометры общего назначения 1-го разряда, диапазон измерений 930 - 1070 кг/м <sup>3</sup> , ц.д. 0,5 кг/м <sup>3</sup> , абсолютная погрешность не более 0,1 кг/м <sup>3</sup>	Серно-водные растворы  Серно-винные растворы	Ареометры для водных растворов уксусной кислоты АУК-1, АУК-2, АУК-3, АУК-4 от 0% до 10% включ.  Св. 10 до 100 % включ.
5	Набор эталонных ареометров общего назначения 1-го разряда, диапазон измерений 650 - 1840 кг/м <sup>3</sup> , ц.д. 0,5 кг/м <sup>3</sup> , абсолютная погрешность не более 0,1 кг/м <sup>3</sup>	Смеси петролейного эфира и бензола  Водно-спиртовые растворы  Серно-винные растворы  Серно-водные растворы  Смеси петролейного эфира и бензола  Водно-спиртовые растворы  Серно-винные растворы	Ареометры общего назначения АОН, с диапазоном измерения от 650 до 730 кг/м <sup>3</sup> включ. Св. 730 до 850 кг/м <sup>3</sup> включ.  Св. 850 до 950 кг/м <sup>3</sup> включ.  Св. 950 до 1000 кг/м <sup>3</sup> включ.  Св. 1000 до 1840 кг/м <sup>3</sup> включ.  Ареометры для нефти АНТ-2, АН-2, М50, М100, S50, S50SP с диапазоном измерений от 670 до 750 кг/м <sup>3</sup> включ. Св. 750 до 850 кг/м <sup>3</sup> включ.  Св. 850 до 950 кг/м <sup>3</sup> включ.  Св. 950 до 1100 кг/м <sup>3</sup> включ.
6	Эталонные ареометры общего назначения 1-го разряда, диапазон измерений 1000 - 1070 кг/м <sup>3</sup> , ц.д. 0,5 кг/м <sup>3</sup> , абсолютная погрешность не более 0,1 кг/м <sup>3</sup>	Серно-винные растворы	Ареометры для молока АМК

5.2.2 Термостаты, обеспечивающие стабильность поддержания заданной температуры не более  $\pm 0,1$  °С или термостатируемое помещение с кондиционером типа БК.

5.2.3 Вспомогательные средства и материалы в соответствии с рекомендациями Р 50.2.041-2004.

5.2.4 Промывочные жидкости

- этиловый спирт высшего или первого сорта по ГОСТ 18300;
- синтетические моющие средства или мыло хозяйственное твердое по ГОСТ 790.

5.2.5 Исходные вещества для приготовления поверочных жидкостей в соответствии с рекомендациями Р 50.2.041-2004:

Допускается применять другие или вновь разработанные средства поверки, удовлетворяющие по точности требованиям настоящих рекомендаций, прошедшие испытания для целей утверждения типа и имеющие действующие свидетельства о поверке.

### **5.3 Требования к квалификации поверителей – в соответствии Р 50.2.041-2004**

### **5.4 Требования безопасности – в соответствии Р 50.2.041-2004**

### **5.5 Условия поверки**

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия:

- температура воздуха в помещении, где проводят поверку, должна быть  $(20 \pm 2)$  °С; и  $(15 \pm 2)$  °С – при поверке ареометров градуированных при 15 °С;
- температура поверочной жидкости в цилиндре не должна отличаться от температуры воздуха в помещении более чем на 2 °С;
- нестабильность температуры поверочной жидкости при поверке на данной отметке шкалы не должна превышать  $\pm 1$  °С;
- помещение, где производят поверку, должно иметь естественное или искусственное бестеневое освещение не менее 300 лк на рабочем месте.

### **5.6 Подготовка к поверке – в соответствии Р 50.2.041-2004**

### **5.7. Проведение поверки**

#### **5.7.1 Внешний осмотр**

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие поверяемых ареометров требованиям технических условий

#### **5.7.2 Определение основной абсолютной погрешности**

5.7.2.1 Абсолютную погрешность ареометров определяют сличением показаний поверяемого ареометра с показаниями эталонного, погружая их в одну и ту же поверочную жидкость. Типы эталонных ареометров и поверочные жидкости должны выбираться в соответствии с п.5.2.1 (таблица 1).

5.7.2.2 Ареометры проверяют в трех числовых отметках, расположенных в нижней, средней и верхней части шкалы. Проверку начинают с нижней выбранной отметки. Сличение показаний поверяемого ареометра с эталонным на каждой из выбранных отметок проводят не менее двух раз.

У ареометров типа АОН с пределами измерений 1780 - 1840 кг/м<sup>3</sup> в нижней части шкалы подлежит проверке числовая отметка 1830 кг/м<sup>3</sup>.

Допускается проверять 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, как указано в п.5.6.1.1, последним погружают эталонный ареометр.

5.7.2.3 Поверяемый ареометр погружают до тех пор, пока до проверяемой числовой отметки не останется 3-4 мм. Затем ареометру дают возможность свободно плавать. Показания снимают через лупу после того, как ареометр прекратит колебаться вдоль своей оси. Если ареометр погрузится больше, чем указано, его извлекают из раствора и снова готовят к про-

верке, 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.

5.7.2.4 Показания с рабочих ареометров снимают по верхнему краю мениска, если на шкале или на полоске, вложенной внутрь корпуса, имеется соответствующая надпись: «Отсчет по верхнему краю мениска», или по нижнему, если надпись о форме отсчета отсутствует. Показания снимают через 3 мин после погружения ареометра в поверочную жидкость.

5.7.2.5 Показания с эталонных ареометров всех типов снимают по нижнему краю мениска через 5 мин после их погружения в поверочную жидкость. При этом глаза поверителя должны находиться ниже уровня поверочной жидкости настолько, чтобы видеть основание мениска в форме эллипса. Постепенно поднимая глаза, замечают как эллипс, суживаясь, обращается в прямую линию, проектирующуюся на шкалу эталонного ареометра.

5.7.2.6 При отсчитывании по верхнему краю мениска наблюдают место соприкосновения верхнего края мениска со стержнем ареометра. Для этого поверитель смотрит несколько выше поверхности жидкости. Луч зрения должен быть перпендикулярен к поверхности стержня и совпадать с плоскостью верхней кромки мениска. Наблюдают боковые, затемненные части мениска, так как по ним резче видны границы.

5.7.2.7 Линия соприкосновения поверочной жидкости со стержнем ареометра должна быть в виде окружности, лежащей в горизонтальной плоскости. Отклонение линии от окружности свидетельствует о плохой подготовке ареометра к поверке или о загрязнении поверхности поверочной жидкости. В таких случаях поверку не проводят, а повторяют подготовку ареометра как указано в разделе 2.6, поверочную жидкость фильтруют.

5.7.2.8 Если при снятии показаний наблюдаемая линия мениска (нижний или верхний край его) совпадают 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 визуальнo в десятых долях наименьшего деления шкалы по сравнению с соседними и выражают в долях единицы измерения шкалы плотностей (концентраций).

У ареометров, показания которых идут сверху вниз (возрастая), снятое показание при отсчете по верхнему краю мениска прибавляют к значению, соответствующему ближайшему видимому над мениском штриху, а при отсчете по нижнему краю – отнимают от значения, соответствующего ближайшему видимому штриху под мениском.

5.7.2.9 Ось поверяемого ареометра, плавающего в поверочной жидкости, должна быть перпендикулярна к ее свободной поверхности. Отклонение от перпендикулярности проверяют на отметке, расположенной в нижней части шкалы. Оно не должно превышать 0,1 цены деления шкалы при отсчетах по концам отметки по отношению к уровню жидкости.

5.7.2.10 После проверки ареометров на первой отметке их промывают в проточной воде, протирают спиртом и сушат на воздухе, после чего приступают к проверке на следующей отметке.

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

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

## 5.8 Обработка результатов измерений

5.8.1 В случае значительной разницы между коэффициентами поверхностного натяжения жидкости в которых эксплуатируется ареометр, и жидкости в которой он поверяется в соответствии с п.5.2.1.1, к показаниям поверяемого ареометра вводят поправку на капиллярность  $\Delta\rho_k$ , вычисляемую по формуле:

$$\Delta\rho_k = \frac{(a_2 - a_1)Knd\rho^2}{M}, \quad (8)$$

где:

$a_1$  – капиллярная постоянная жидкости, для которой предназначен ареометр (молозиво, уксусная кислота, морская вода и д.р.), м<sup>2</sup> (см. справочное приложение П методики поверки Р 50.2.041-2004);

$a_2$  – капиллярная постоянная жидкости, в которой выполнена градуировка ареометра (например серно-винный раствор), м<sup>2</sup> (см. справочное приложение П методики поверки Р 50.2.041-2004);

$K$  – коэффициент перевода г/см<sup>3</sup> в кг/м<sup>3</sup>, равный 10<sup>3</sup> кг/м<sup>3</sup> для ареометров градуированных в г/см<sup>3</sup> и - равный единице ( $K=1$ ), для ареометров градуированных в кг/м<sup>3</sup>;

$\rho^2$  – отсчет по поверяемому ареометру в относительных единицах плотности;

$d$  – диаметр стержня поверяемого ареометра, м, измеряется с погрешностью не более 10<sup>-4</sup> м в месте отсчета показания;

$M$  – масса поверяемого ареометра кг, определяется с погрешностью не более 5·10<sup>-4</sup> кг

**Примечание:** капиллярную постоянную для любой жидкости можно рассчитать по формуле:

$$a = \sigma / (\rho \cdot g),$$

где:  $\sigma$  – коэффициент поверхностного натяжения жидкости, мН/м,  $\rho$  – плотность для которой определяется капиллярная постоянная, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  - ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Абсолютную погрешность ареометра на проверяемой отметке  $\Delta\rho_0$  вычисляют по формуле

$$\Delta\rho_0 = \rho_p - \rho_0, \quad (9)$$

где:

$\rho_p$  – показание поверяемого ареометра с учетом поправки на капиллярность.

$\rho_0$  – показание эталонного ареометра с учетом поправки по свидетельству аттестации.

Допускаемые абсолютные погрешности проверяемых отметок шкалы не должны превышать значений, указанных в технических условиях.

5.8.2 Во всех других случаях определение абсолютной погрешности ареометров проводят сличением с эталонными ареометрами в поверочных жидкостях, приведенных в п.5.2.1.

За погрешность показаний поверяемого ареометра на проверяемой отметке принимают разность показаний поверяемого ареометра и исправленным по свидетельству аттестации показанием эталонного ареометра. Абсолютную погрешность поверяемого ареометра вычисляют по формуле

$$\Delta\rho_0 = \rho_p - \rho_0, \quad (10)$$

Абсолютные погрешности ареометра не должны превышать значений, указанных в технических условиях.

5.8.3 Определение абсолютной погрешности ареометров при температуре отличной от +20 °С определяется методом пересчета по формуле:

$$\Delta_t = \Delta_{20} + \beta_{\text{ареометра}} \cdot (t - 20) \cdot \rho_0, \quad \text{кг/м}^3$$

где:

$\Delta_{20}$  – основная абсолютная погрешность при +20 °С;

$\beta_{\text{ареометра}}$  – коэффициент объемного температурного расширения стекла ( $25 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ );

$t$  – номинальная температура градуировки ареометра;

$\rho_0$  – показание эталонного ареометра с учетом его поправки, кг/м<sup>3</sup>.

## 5.9 Оформление результатов поверки – в соответствии Р 50.2.041-2004

**ПРИЛОЖЕНИЕ А**  
(справочное)

Таблица А1 - Зависимость плотности водных растворов соли (NaCl) ( $\rho$  кг/м<sup>3</sup>) от концентрации соли в массовых долях (Р %) при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении

Р %	$\rho_{20}$ кг/м <sup>3</sup>	Р %	$\rho_{20}$ кг/м <sup>3</sup>
0	998,2	18	1131,0
5	1033,5	20	1147,0
10	1070,0	22	1164,0
15	1108,0	25	1188,5

**ПРИЛОЖЕНИЕ Б**  
(справочное)

Таблица Б1 - Зависимость плотности ( $\rho$  кг/м<sup>3</sup>) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$  мН/м) водных растворов этиленгликоля от концентрации этиленгликоля в объемных долях (q %) при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении

q %	$\rho_{20}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma$ , мН/м	q %	$\rho_{20}$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma$ , мН/м
0	998,2	72,6	60	1078	55,21
10	1011	68,85	70	1089	52,83
20	1026	64,76	80	1098	51,35
30	1040	61,92	90	1106	49,75
40	1054	60,44	100	1113	48,4
50	1066	57,03			

**ПРИЛОЖЕНИЕ В**  
(справочное)

Таблица В1 - Зависимость плотности ( $\rho$  кг/м<sup>3</sup>) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$  мН/м) морской воды при температуре 15°С и нормальном атмосферном давлении

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{15}$ , мН/м	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{15}$ , мН/м
1000	74,62	1020	75,62
1010	75,12	1030	76,22

## ПРИЛОЖЕНИЕ Г

(справочное)

Таблица Г1 - Зависимость плотности ( $\rho$  кг/м<sup>3</sup>) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$  мН/м) водных растворов уксусной кислоты от концентрации уксусной кислоты в массовых долях (Р %) при температуре 20°С и нормальном атмосферном давлении

Р %	$\rho_{20}$ кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{20}$ мН/м	Р %	$\rho_{20}$ кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{20}$ мН/м	Р %	$\rho_{20}$ кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{20}$ мН/м	Р %	$\rho_{20}$ кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{20}$ мН/м
0	998,2	72,75	26	1033,8	37,63	52	1059	32,87	78	1070	29,79
1	999,60	66,29	27	1034,9	37,37	53	1059,7	32,73	79	1070	29,69
2	1001,20	60,89	28	1036,1	37,11	54	1060,4	32,58	80	1070	29,59
3	1002,60	57,05	29	1037,2	36,85	55	1061,1	32,45	81	1069,9	29,49
4	1004,10	54,30	30	1038,4	36,59	56	1061,8	32,33	82	1069,8	29,39
5	1005,50	51,83	31	1039,5	36,33	57	1062,4	32,21	83	1069,6	29,29
6	1006,90	50,24	32	1040,6	36,14	58	1063,1	32,09	84	1069,3	29,19
7	1008,40	48,64	33	1041,7	35,96	59	1063,7	31,97	85	1068,9	29,09
8	1009,80	47,44	34	1042,8	35,77	60	1064,2	31,85	86	1068,5	28,99
9	1011,20	46,25	35	1043,8	35,59	61	1064,8	31,73	87	1068	28,90
10	1012,60	45,32	36	1044,9	35,40	62	1065,3	31,61	88	1067,5	28,80
11	1014,00	44,42	37	1045,9	35,22	63	1065,8	31,49	89	1066,8	28,70
12	1015,40	43,70	38	1046,9	35,03	64	1066,2	31,36	90	1066,1	28,60
13	1016,80	43,11	39	1047,9	34,85	65	1066,6	31,24	91	1065,2	28,50
14	1018,2	42,52	40	1048,8	34,66	66	1067,1	31,12	92	1064,3	28,40
15	1019,5	41,93	41	1049,8	34,48	67	1067,5	31,00	93	1063,2	28,30
16	1020,9	41,33	42	1050,7	34,32	68	1067,8	30,88	94	1061,9	28,20
17	1022,3	40,80	43	1051,6	34,18	69	1068,2	30,76	95	1060,5	28,10
18	1023,6	40,40	44	1052,5	34,03	70	1068,5	30,64	96	1058,8	28,01
19	1025	40,01	45	1053,4	33,89	71	1068,7	30,52	97	1057	27,91
20	1026,3	39,61	46	1054,2	33,74	72	1069	30,40	98	1054,9	27,81
21	1027,6	39,21	47	1055,1	33,60	73	1069,3	30,28	99	1052,4	27,71
22	1028,8	38,82	48	1055,9	33,45	74	1069,4	30,18	100	1049,8	27,61
23	1030,1	38,42	49	1056,7	33,31	75	1069,6	30,08			
24	1031,3	38,15	50	1057,5	33,16	76	1069,8	29,98			
25	1032,6	37,89	51	1058,2	33,02	77	1069,9	29,88			

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

(справочное)

Таблица Д1 - Зависимость плотности ( $\rho$  кг/м<sup>3</sup>) и коэффициента поверхностного натяжения ( $\sigma$  мН/м) молозива при 37°С и нормальном атмосферном давлении

$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$\sigma_{15}$ , мН/м
1030	52,00
1070	52,00