

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ТЕХНИЧЕСКОМУ РЕГУЛИРОВАНИЮ И МЕТРОЛОГИИ

Федеральное государственное унитарное предприятие  
«Всероссийский научно-исследовательский институт расходометрии»

Государственный научный метрологический центр

ФГУП «ВНИИР»

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель директора

по развитию ФГУП «ВНИИР»

А.С. Тайбинский

М.П.

«29» 2018 г.



## ИНСТРУКЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

### УСТАНОВКИ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ АТ-С

Методика поверки

МП 0745-1-2018

Начальника НИО-1

 Р.А. Корнеев  
тел. отдела: (843) 272-12-02

г. Казань

2018

Настоящая инструкция распространяется на установки измерительные АТ-С (далее – установки), предназначенные для измерений массы сырой нефти, сырой нефти без учета воды, массы и объема нефти, нефтепродуктов, сжиженных углеводородных газов, воды и других жидкостей, и устанавливает методику и последовательность их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками – 2 года.

## 1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют следующие операции:

- внешний осмотр (пункт 6.1);
- подтверждение соответствия программного обеспечения (пункт 6.2);
- опробование (пункт 6.3);
- определение метрологических характеристик (пункт 6.4).

## 2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки применяют следующие средства поверки:

- установка поверочная универсальная УПУ-АТ (регистрационный номер 54214-13);
- весы электронные К (регистрационный номер 62833-15) (далее – весы) с классом точности II по ГОСТ ОИМЛ R76-1-2011;
- рабочий эталон единицы объема жидкости 2-го разряда в соответствии с частью 3 приказа Росстандарта от 7 февраля 2018 г. № 256 (далее – эталон объема) с пределами допускаемой относительной погрешности  $\pm 0,05\%$ ;
- термометр лабораторный электронный ЛТ-300 (регистрационный номер 61806-15);
- рабочий эталон единицы плотности 1-го разряда в соответствии с ГОСТ 8.024-2002 «Государственная система обеспечения единства измерений. Государственная поверочная схема для средств измерений плотности» (далее – эталон плотности);
- измеритель влажности и температуры ИВТМ-7 (регистрационный номер 15500-12), диапазон измерений температуры от плюс 10 до плюс 30 °C с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу температуры  $\pm 0,2$  °C, диапазон измерений влажности от 0 до 99 % с пределами допускаемой основной абсолютной погрешности по каналу относительной влажности  $\pm 2$  %, диапазон измерений давления от 84 до 106 кПа с пределами допускаемой абсолютной погрешности по каналу атмосферного давления  $\pm 0,5$  кПа.

2.2 При проведении поверки средств измерений, входящих в состав установки в соответствии с пунктом 6.4.2 должны быть применены средства поверки, в соответствии с требованиями методик поверки данных средств измерений.

2.3 Допускается применение аналогичных средств поверки, обеспечивающих определение метрологических характеристик, поверяемых СИ с требуемой точностью.

2.4 В качестве эталона плотности допускается применять плотномеры автоматические и лабораторные, ареометры общего назначения.

2.5 Все эталоны, используемые в качестве средств поверки, должны быть аттестованы в установленном порядке.

2.6 Все средства измерений, используемые в качестве средств поверки, должны быть поверены и иметь действующие свидетельства о поверке.

## 3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 Перед началом поверки необходимо выполнить требования безопасности:

- действующие на предприятии, на котором производится поверка;
- изложенные в руководстве по эксплуатации установки;
- изложенные в эксплуатационных документах средств поверки.

3.2 При проведении поверки должны соблюдаться требования «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей», «Правил пожарной безопасности в Российской Федерации» и «Правил безопасности в нефтяной и газовой промышленности».

3.3 К выполнению измерений при поверке допускаются лица, изучившие руководство по эксплуатации установки и эксплуатационные документы на средства поверки, применяемые при поверке.

#### 4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки с использованием установки поверочной универсальной УПУ-АТ или весов и эталона объема должны быть соблюдены следующие условия:

а) измеряемая среда – керосин осветительный ОСТ 38.01407-86, антифриз «Тосол-А40» ТУ 602751-86 или перекачиваемая рабочая жидкость на объекте с параметрами:

- температура, °C от минус 40 до плюс 50;
- изменение температуры в процессе поверки, °C, не более 2.

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °C от минус 30 до плюс 40;
- относительная влажность, % от 30 до 90;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 107.

б) измеряемая среда – вода по СанПиН 2.1.4.1074-2001 с параметрами:

- температура, °C (20 ± 5);
- изменение температуры в процессе поверки, °C, не более 1.

Окружающая среда – воздух с параметрами:

- температура, °C (20 ± 5);
- относительная влажность, % от 30 до 80;
- атмосферное давление, кПа от 86 до 107.

4.2 Поверку установки допускается проводить на месте эксплуатации.

4.3 Условия поверки должны соответствовать условиям эксплуатации средств поверки.

4.4 При проведении поверки средств измерений, входящих в состав установки в соответствии с пунктом 6.4.2 должны быть соблюдены условия поверки, в соответствии с требованиями методик поверки данных средств измерений.

4.5 Допускается проведение поверки отдельных измерительных каналов установки (канала измерений массы, объема, плотности) в соответствии с заявлением владельца установки, с обязательным указанием в свидетельстве о поверке информации об объеме проведенной поверки.

4.6 При проведении поверки на месте эксплуатации учет баланса нефтепродуктов ведется в соответствии с внутренним регламентом предприятия владельца установки.

#### 5 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1 При подготовке к поверке с использованием установки поверочной универсальной УПУ-АТ или весов и эталона объема должны быть выполнены следующие работы:

- проверяют выполнение условий разделов 2 – 4 настоящей инструкции;
- установку подключают к средствам поверки в соответствии с рисунками В.1 или В.2 (приложение В) – при определении метрологических характеристик по пункту 6.4.1.1, и в соответствии с рисунками Г.1 или Г.2 (приложение Г) – при определении метрологических характеристик по пункту 6.4.1.2;

- средства поверки подготавливают к работе в соответствии с требованиями их эксплуатационных документов;

- обеспечивают прохождение измеряемой среды через весь гидравлический тракт установки в течение не менее 10 минут при любом значении объемного расхода соответствующем диапазону измерений объемного расхода установки.

5.2 При проведении поверки средств измерений, входящих в состав установки в соответствии с пунктом 6.4.2 должны быть выполнены работы при подготовке к работе, в соответствии с требованиями методик поверки данных средств измерений.

## 6 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

### 6.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие установки поверочной следующим требованиям:

- комплектность, состав и маркировка должны соответствовать требованиям эксплуатационных документов;
- на установке не должно быть внешних механических повреждений, влияющих на ее работоспособность.

Результаты проверки внешнего вида считаются положительными если:

- комплектность, состав и маркировка соответствуют требованиям эксплуатационных документов;
- на установке отсутствуют механические повреждения, влияющие на ее работоспособность.

### 6.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Проверка идентификационных данных программного обеспечения (далее – ПО) «система измерений количества жидкости и газа R-AT-MM»

Подготовка к проведению подтверждения соответствия:

- запустить программное обеспечение установки.

Определение идентификационных данных программного обеспечения:

- выбрать в основном меню программы установки пункт «Справка»;
- активизировать данный пункт меню;
- в выпавшем подменю выбрать пункт «О программе» и активизировать его.

Считать пункт подменю «номер версии ПО».

Проверка идентификационных данных ПО Топаз.

Для проверки идентификационных данных ПО Топаз необходимо подключить контроллер Топаз к компьютеру, на нем запустить программу (NastrTopaz.exe). В появившемся окне (рисунок 1) выбрать обнаруженное устройство и нажать кнопку «Открыть».

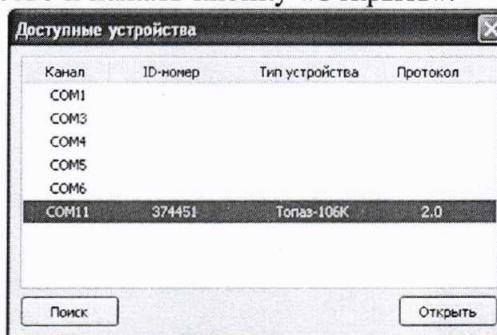


Рисунок 1

Далее в окне «Параметры подключения» (рисунок 2) выбрать «Переключиться на протокол Топаз» и ввести пароль администратора.

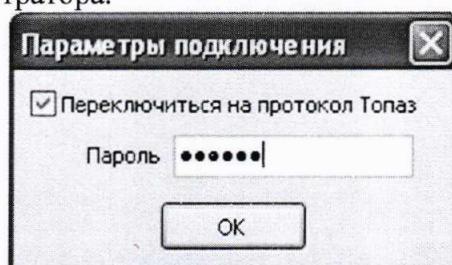


Рисунок 2

Перейти на вкладку «Параметры» и нажать кнопку «Считать все». В появившемся окне определить идентификационные данные ПО Топаз.

Проверка идентификационных данных ПО программируемых контроллеров осуществляется непосредственно с табло при его загрузке, либо следующим образом:

- выбрать в основном меню программы установки пункт «Справка»;
- активизировать данный пункт меню;
- в выпавшем подменю выбрать пункт «О программе» и активизировать его.

Считать пункт подменю «номер версии ПО».

При проведении поверки по пункту 6.4.1 проводится проверка идентификационных данных ПО средств измерений, входящих в состав установки, в соответствии с соответствующими разделами методик поверки, указанными в их описаниях типа.

Результат подтверждения соответствия программного обеспечения считается положительным, если полученные идентификационные данные программного обеспечения установки (идентификационное наименование программного обеспечения, номер версии (идентификационный номер программного обеспечения), цифровой идентификатор программного обеспечения (контрольная сумма исполняемого кода) соответствуют идентификационным данным, указанным в описаниях типа и паспорте установки.

### 6.3 Опробование

При опробовании определяют работоспособность установки и ее составных частей в соответствии с их эксплуатационными документами. Проверяют установку указателя разового учета в положение «ноль» перед каждой выдачей дозы жидкости. Проверяют автоматическое прекращение подачи испытательной жидкости после выдачи доз.

### 6.4 Определение метрологических характеристик

Определение метрологических характеристик установки проводиться в соответствии с пунктом 6.4.1 или пунктом 6.4.2 настоящего документа.

6.4.1 Определение метрологических характеристик установки с использованием установки поверочной универсальной УПУ-АТ или весов и эталона объема.

Операции при определении метрологических характеристик по пунктам 6.4.1.1 и 6.4.1.2 допускается проводить одновременно.

#### 6.4.1.1 Определение относительной погрешности установки при измерении массы

Относительную погрешность установки при измерении массы определяют массовым методом путем взвешивания дозы измеряемой среды, выданной установкой, на установке поверочной универсальной УПУ-АТ или на весах. Определение относительной погрешности установки проводят на номинальном расходе, указанном в паспорте установки. При измерении обеспечивается налив не менее 30 секунд. При измерении массы производят не менее 3-х измерений.

Определение относительной погрешности проводят в следующий последовательности:

- обнулить показания весового устройства (при использовании в качестве средства поверки установки поверочной универсальной УПУ-АТ) или весов (при использовании в качестве средства поверки весов);
- задать дозу выдачи на установке;
- произвести включение установки и при установленном значении расхода налив измеряемую среду в мерник (при использовании в качестве средства поверки установку поверочную универсальную УПУ-АТ) или в емкость, установленную на весах (при использовании в качестве средства поверки весов) или в промежуточную емкость;
- записать значение массы измеряемой среды по показывающему устройству установки;
- записать значение массы измеряемой среды по показаниям весового устройства (весов).

Относительную погрешность установки при измерении массы, %, определяют по формуле:

$$\delta_i = \left( \frac{M_{y_i} - M_{uzm\ i}}{M_{uzm\ i}} \right) \cdot 100, \quad (1)$$

$$M_{uzm\ i} = \frac{M_{\theta\ i} \cdot \rho_{\theta\ i}}{(\rho_{\theta\ i} - \rho_{boz\ i})}, \quad (2)$$

- где  $M_y$  – масса измеряемой среды по показывающему устройству установки, кг;  
 $M_{uzm}$  – масса измеряемой среды по показаниям весового устройства (весов) с учетом выталкивающей силы, кг;  
 $M_{\theta}$  – масса измеряемой среды по показаниям весового устройства (весов) без учета выталкивающей силы, кг;  
 $\rho_{\theta}$  – плотность измеряемой среды по показаниям эталона плотности, кг/м<sup>3</sup>;  
 $\rho_{\theta}$  – плотность окружающей среды, кг/м<sup>3</sup> (при температуре (20±5) °C значение плотности окружающей среды необходимо выбирать из таблицы А.1 (приложения А), а при температуре окружающей среды отличной от (20±5) °C – из справочных данных для конкретной температуры);  
 $i$  – порядковый номер измерения.

Установку считают прошедшей проверку, если значения относительной погрешности установки при измерении массы жидкости не превышают пределов погрешности ±0,15% или ±0,2% или ±0,25%, в зависимости от типа применяемого счетчика-расходомера массового и указанных в паспорте установки.

#### 6.4.1.2 Определение относительной погрешности установки при измерении объема

Относительную погрешность установки при измерении объема определяют путем сличения объема измеряемой среды, выданной установкой, измеренной установкой поверочной универсальной УПУ-АТ или эталоном объема. Определение относительной погрешности установки проводят на номинальном расходе, указанном в паспорте установки. При измерении обеспечивается налив не менее 30 секунд. При измерении объема производят не менее 3-х измерений.

Определение относительной погрешности установки при измерении объема производится следующим образом:

- перед началом проверки эталон объема или мерник установки поверочной универсальной УПУ-АТ должен быть смочен измеряемой средой;
- задать дозу выдачи на установке;
- произвести включение установки и при установленном значении расхода налив измеряемую среду в эталон объема или мерник установки поверочной универсальной УПУ-АТ;
- измерить значение объема по показаниям эталона объема или показаниям установки поверочной универсальной УПУ-АТ и измерить температуру измеряемой среды в установке и эталоне объема или мернике установки поверочной универсальной УПУ-АТ.

Относительную погрешность установки при измерении объема, %, определяют по формуле:

$$\delta_{V_i} = \left( \frac{V_{y_i} - V_{mi}}{V_{mi}} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

$$V_{mi} = V_{20} \cdot (1 + 3 \cdot \alpha_{mi} \cdot (t_{mi} - 20) + \beta \cdot (t_{y_i} - t_{mi})) \quad (4)$$

- где  $V_y$  – объем измеряемой среды по отсчетному устройству установки, дм<sup>3</sup>;  
 $V_{mi}$  – объем измеряемой среды по показаниям мерника установки поверочной универсальной УПУ-АТ или эталона объема, приведенный к рабочим условиям установки, дм<sup>3</sup>;

- $V_{20}$  – действительная вместимость мерника установки поверочной универсальной УПУ-АТ или эталона объема, соответствующая температуре плюс 20 °C, дм<sup>3</sup>;  
 $t_y$  – температура измеряемой среды в установке (по показаниям преобразователя температуры в составе установки, в случае его отсутствия, по показаниям счетчика-расходомера массового, входящего в состав установки), °C;  
 $t_m$  – температура измеряемой среды в мернике установки поверочной универсальной УПУ-АТ или эталона объема, °C;  
 $\alpha_m$  – коэффициент линейного расширения материала стенок мерника установки поверочной универсальной УПУ-АТ или эталона объема, °C<sup>-1</sup> (определяется в соответствии с эксплуатационными документами установки поверочной универсальной УПУ-АТ или эталона объема);  
 $\beta$  – коэффициент объемного расширения измеряемой жидкости, °C<sup>-1</sup> (при использовании нефтепродуктов в качестве измеряемой жидкости выбирается в соответствии с приложением Г Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программы и таблицы приведения» или определяется лабораторным методом. При использовании воды в качестве измеряемой жидкости определяется в соответствии с приложением Д настоящего документа или определяется лабораторным методом);  
 $i$  – порядковый номер измерений.

Установку считают прошедшей проверку, если значения относительной погрешности установки при измерении объема жидкости не превышают пределов погрешности  $\pm 0,15\%$  или  $\pm 0,2\%$  или  $\pm 0,25\%$ , в зависимости от типа применяемого счетчика-расходомера массового и указанных в паспорте установки.

#### 6.4.1.3 Определение абсолютной погрешности установки при измерении температуры

Определение абсолютной погрешности установки при измерении температуры производится при значении температуры измеряемой среды, установившейся на момент поверки. Измерения выполняются не менее трех раз.

Вычисляют абсолютную погрешность измерений температуры для каждого измерения, °C, по формуле

$$\Delta t_i = t_{yi} - t_{zi} \quad (5)$$

- где  $t_y$  – температура измеряемой среды по показаниям счетчика-расходомера, входящего в состав установки, °C;  
 $t_z$  – температура измеряемой среды по показаниям термометра, °C;  
 $i$  – порядковый номер измерений.

Установку считают прошедшей проверку, если значения относительной погрешности установки при измерении температуры жидкости не превышают пределов погрешности  $\pm 0,2$  °C или  $\pm (0,5 + 0,01t)$  °C в зависимости от типа применяемого счетчика-расходомера массового и указанных в паспорте установки.

Если в состав установки входит отдельный преобразователь температуры, предназначенный для измерений температуры измеряемой среды, то он поверяется по своей методике поверки, указанной в его описании типа.

#### 6.4.1.4 Определение абсолютной погрешности установки при измерении плотности

Определение абсолютной погрешности измерений плотности производится с использованием эталона плотности. Определение абсолютной погрешности установки при измерении плотности производится при значении плотности измеряемой среды установившейся на момент поверки. Измерения эталоном плотности измеряемой жидкости допускается проводить методом непосредственных измерений плотности в потоке измеряемой жидкости в трубопроводе или методом измерений плотности измеряемой жидкости эталоном плотности после отбора пробы измеряемой жидкости. Производят не менее трех измерений. При каждом измерении производят измерение температуры измеряемой жидкости в установке и в месте измерений плотности

измеряемой жидкости эталоном плотности (для метода измерений плотности в потоке измеряемой жидкости).

Вычисляют абсолютную погрешность измерений плотности для каждого измерения,  $^{\circ}\text{C}$ , по формуле:

$$\Delta\rho_i = \rho_{yi} - \rho_{\vartheta i} \quad (6)$$

где  $\rho_y$  – плотность измеряемой жидкости по показаниям установки, усредненной за время измерений,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $\rho_{\vartheta}$  – плотность измеряемой жидкости по показаниям эталона плотности, приведенная к температуре и давлению измеряемой жидкости в установке в момент измерений плотности,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  
 $i$  – порядковый номер измерений.

Плотность нефтепродуктов по показаниям эталона плотности,  $\text{кг}/\text{м}^3$ , приводится к температуре измеряемой жидкости в установке в момент измерения плотности в соответствии с формулой (12) и приложением Г документа Р 50.2.076-2010 «ГСИ. Плотность нефти и нефтепродуктов. Методы расчета. Программы и таблицы приведения».

Приведение плотности воды к температуре воды в установке осуществляют посредством приведения (нагрева или охлаждения в измерительной ячейке эталона плотности) температуры, отобранный измеряемой жидкости к температуре измеряемой жидкости в установке в момент измерений.

Установку считают прошедшей проверку, если значения абсолютной погрешности установки при измерении плотности не превышают пределов погрешности  $\pm 0,5 \text{ кг}/\text{м}^3$  или  $\pm 1 \text{ кг}/\text{м}^3$  в зависимости от типа применяемого счетчика-расходомера массового и указанных в паспорте установки.

#### 6.4.1.5 Определение метрологических характеристик средств измерений, входящих в состав установки

Если в состав установки входит влагомер поточный, предназначенный для измерений объемной доли воды в нефти, то он поверяется по своей методике поверки, указанной в описании типа.

Проверку влагомера поточного, входящего в состав установки, допускается не проводить, если срок действия его свидетельства о поверке 2 года или более.

Установку считают прошедшей проверку, если влагомера поточного, входящего в состав установки имеет действующее свидетельство о поверке со сроком действия 2 года или более.

#### 6.4.2 Определение метрологических характеристик установки поэлементным способом

6.4.2.1 Метрологические характеристики установки определяют путем поэлементного определения метрологических характеристик средств измерений, входящих в состав установки, в соответствии с документами на методики их поверки, приведенных в таблице 1 или в их описаниях типа.

Таблица 1

Наименование средства измерений	Наименование документа на поверку
Расходомер массовый Promass	«ГСИ. Расходомеры массовые Promass. Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ФГУП «ВНИИМС» в апреле 2011 г.
Счетчик-расходомер массовый Micro Motion	МП 45115-16 «ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые Micro Motion. Методика поверки» с изменением №1, утвержденная ФГУП «ВНИИМС» 22.12.2016.
Счетчик-расходомер массовый ЭМИС-МАСС 260	ЭМ-260.000.000.000.01 МП «Инструкция. ГСИ. Счетчик-расходомер массовый «ЭМИС-МАСС 260». Методика поверки», утвержденная ГЦИ СИ ЗАО КИП «МЦЭ» 20 октября 2014 г.

Продолжение таблицы 1

Наименование средства измерений	Наименование документа на поверку
Счетчик-расходомер массовый ЭЛМЕТРО-Фломак	3124.0000.00-01 МП «Счетчики-расходомеры массовые ЭЛМЕТРО-Фломак Методика поверки», утвержденная ФГУП «ВНИИМС» 28.06.2016
Счетчики-расходомеры массовые СКАТ	МП 0249-1-2015 «Инструкция. ГСИ. Счетчики-расходомеры массовые СКАТ. Методика поверки», утвержденная ФГУП «ВНИИР» 31.03.2015.
Влагомер поточный ВСН-АТ	МП 0310-6-2015 «Инструкция. ГСИ. Влагомеры поточные ВСН-АТ. Методика поверки», утвержденная ФГУП «ВНИИР» 08.09.2015.
Влагомер сырой нефти ВСН-2	«Инструкция. ГСИ. Влагомеры сырой нефти ВСН-2. Методика поверки. МП 0016-2-2012», утвержденная ГЦИ СИ ФГУП ВНИИР 15.10.2012.
Контроллер измерительный АТ-8000	МИ 2539-99 «ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки».
Контроллер измерительный ОЗНА-К15	МИ 2539-99 «ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки».
Контроллер программируемый SIMATIC S7-1200	МИ 2539-99 «ГСИ. Измерительные каналы контроллеров, измерительно-вычислительных, управляющих, программно-технических комплексов. Методика поверки».
Контроллер программируемый DirectLOGIC	МП 201-001-2016 «Контроллеры программируемые DirectLOGIC, CLICK, Productivity 2000, Productivity 3000, Protos X, Terminator. Методика поверки», утвержденная ФГУП «ВНИИМС» 19.08.2016.

Поверку средства измерений, входящего в состав установки, допускается не проводить, если срок действия его свидетельства о поверке 2 года или более.

## 7.ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.

7.1 Результаты поверки, измерений и вычислений вносят в протокол поверки произвольной формы.

7.2 При положительных результатах поверки оформляют свидетельство о поверке установки в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке». Наносят знак поверки на свидетельство о поверке установки.

7.3 На оборотной стороне свидетельства о поверке или в протоколе поверки указывают наименования и типы средств измерений, входящих в состав установки, их заводские номера и данные об их поверке, а также значение номинального расхода, на котором проводилось определение метрологических характеристик.

7.4 При отрицательных результатах поверки установку к эксплуатации не допускают и выдают «Извещение о непригодности к применению» с указанием причин в соответствии с приказом Минпромторга России от 02 июля 2015 г. № 1815 «Об утверждении Порядка проведения поверки средств измерений, требования к знаку поверки и содержанию свидетельства о поверке».

**Приложение А**  
**(справочное)**  
**Плотность воздуха**

A.1 Плотность воздуха определяют исходя из значений температуры и атмосферного давления окружающей среды в соответствии с таблицей А.1.

Таблица А.1 – Плотность воздуха

Давле- ние, мм рт. ст.	Температура $t$ , °C									
	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Плотность, кг/м <sup>3</sup>									
630	1,016	1,012	1,009	1,005	1,002	0,998	0,995	0,991	0,988	0,985
635	1,024	1,020	1,017	1,013	1,010	1,006	1,003	0,999	0,996	0,993
640	1,032	1,028	1,025	1,021	1,018	1,014	1,011	1,007	1,004	1,000
645	1,040	1,036	1,033	1,029	1,026	1,022	1,019	1,015	1,012	1,008
650	1,048	1,044	1,041	1,037	1,033	1,030	1,026	1,023	1,019	1,016
655	1,056	1,052	1,049	1,045	1,041	1,038	1,034	1,031	1,027	1,024
660	1,064	1,060	1,057	1,053	1,049	1,046	1,042	1,039	1,035	1,032
665	1,072	1,068	1,065	1,061	1,057	1,054	1,050	1,047	1,043	1,040
670	1,080	1,076	1,073	1,069	1,065	1,062	1,058	1,054	1,051	1,047
675	1,088	1,084	1,081	1,077	1,073	1,070	1,066	1,062	1,059	1,055
680	1,096	1,092	1,089	1,085	1,081	1,077	1,074	1,070	1,067	1,063
685	1,104	1,100	1,097	1,093	1,089	1,085	1,082	1,078	1,074	1,071
690	1,112	1,108	1,105	1,101	1,097	1,093	1,090	1,086	1,082	1,079
695	1,120	1,117	1,113	1,109	1,105	1,101	1,098	1,094	1,090	1,086
700	1,128	1,125	1,121	1,117	1,113	1,109	1,105	1,102	1,098	1,094
705	1,137	1,133	1,129	1,125	1,121	1,117	1,113	1,110	1,106	1,102
710	1,145	1,141	1,137	1,133	1,129	1,125	1,121	1,117	1,114	1,110
715	1,153	1,149	1,145	1,141	1,137	1,133	1,129	1,125	1,121	1,118
720	1,161	1,157	1,153	1,149	1,145	1,141	1,138	1,134	1,130	1,126
725	1,169	1,165	1,161	1,157	1,153	1,149	1,145	1,142	1,138	1,134
730	1,177	1,173	1,169	1,165	1,161	1,157	1,153	1,149	1,146	1,142
735	1,185	1,181	1,177	1,173	1,169	1,165	1,161	1,157	1,153	1,149
740	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177	1,173	1,169	1,165	1,161	1,157
745	1,202	1,197	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177	1,173	1,169	1,165
750	1,210	1,205	1,201	1,197	1,193	1,189	1,185	1,181	1,177	1,173
755	1,218	1,213	1,209	1,205	1,201	1,197	1,193	1,189	1,185	1,181
760	1,226	1,221	1,217	1,213	1,209	1,205	1,201	1,197	1,193	1,189
765	1,234	1,230	1,225	1,221	1,217	1,213	1,209	1,205	1,200	1,196
770	1,242	1,238	1,233	1,229	1,225	1,221	1,217	1,212	1,208	1,204
775	1,249	1,245	1,241	1,237	1,232	1,228	1,224	1,220	1,216	1,212
780	1,258	1,254	1,249	1,245	1,241	1,236	1,232	1,228	1,224	1,220
785	1,266	1,261	1,257	1,252	1,248	1,244	1,240	1,236	1,231	1,227
790	1,274	1,269	1,265	1,260	1,256	1,252	1,248	1,243	1,239	1,235
795	1,282	1,277	1,273	1,268	1,264	1,260	1,256	1,251	1,247	1,243
										1,239

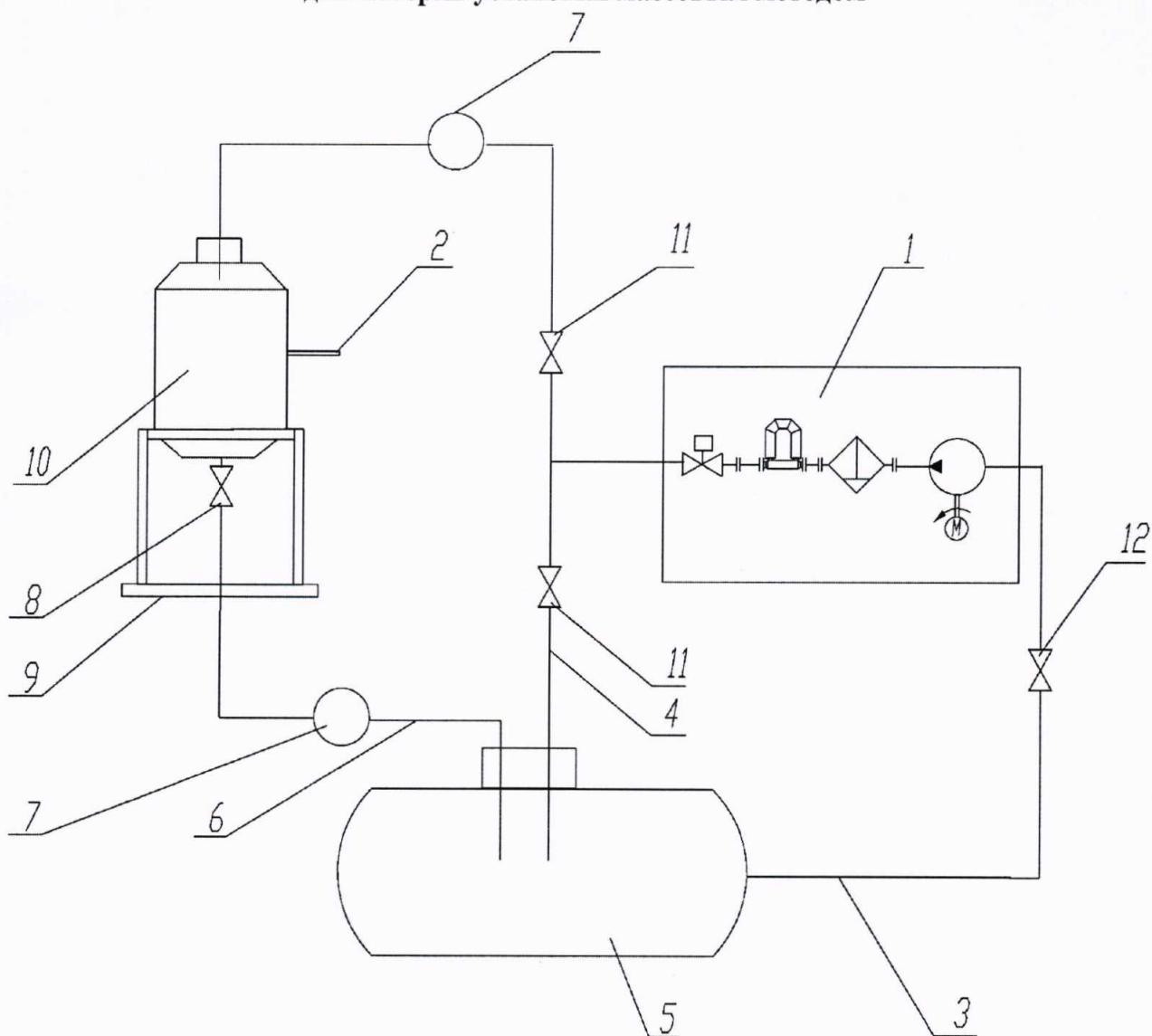
**Приложение Б**  
(справочное)  
**Коэффициент линейного расширения материала стенок мерника**

Б.1 Коэффициент линейного расширения материала стенок мерника определяют в соответствии с таблицей Б.1.

Таблица Б.1 – Коэффициент линейного расширения материала стенок мерника

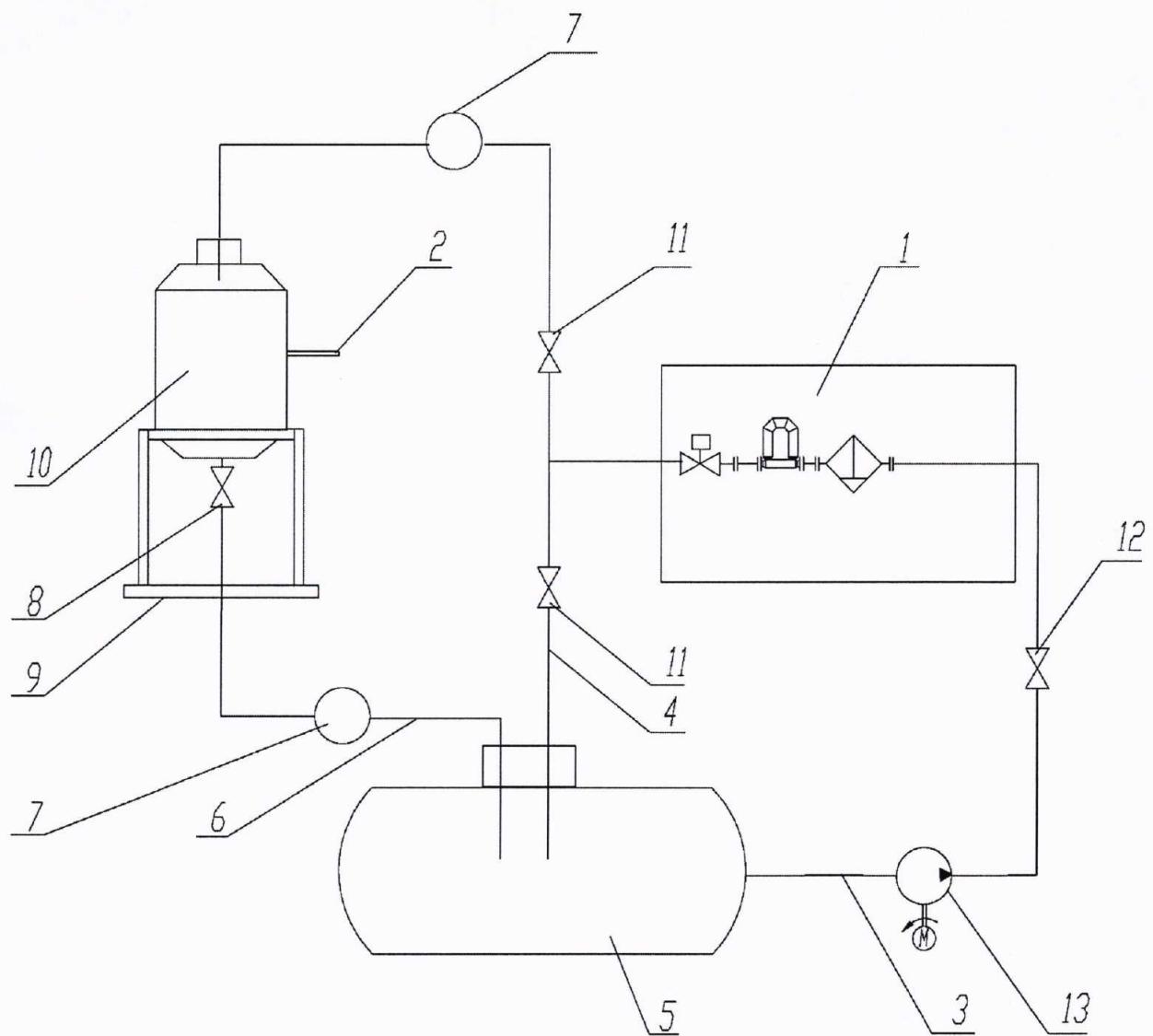
Материал стенок мерника	Коэффициент линейного расширения, $^{\circ}\text{C}^{-1}$
Сталь углеродистая	$11,2 \cdot 10^{-6}$
Сталь легированная	$11,0 \cdot 10^{-6}$
Сталь нержавеющая	$16,6 \cdot 10^{-6}$
Латунь	$17,8 \cdot 10^{-6}$
Алюминий	$24,5 \cdot 10^{-6}$
Медь	$17,4 \cdot 10^{-6}$

## Приложение В (справочное)



1 – установка, 2 – термометр, 3 – трубопровод подводящий, 4 – трубопровод, 5 – резервуар, 6 – трубопровод сливной, 7 – смотровое стекло, 8 – кран, 9 – весы, 10 – емкость, 11 – кран, 12 – кран регулирующий.

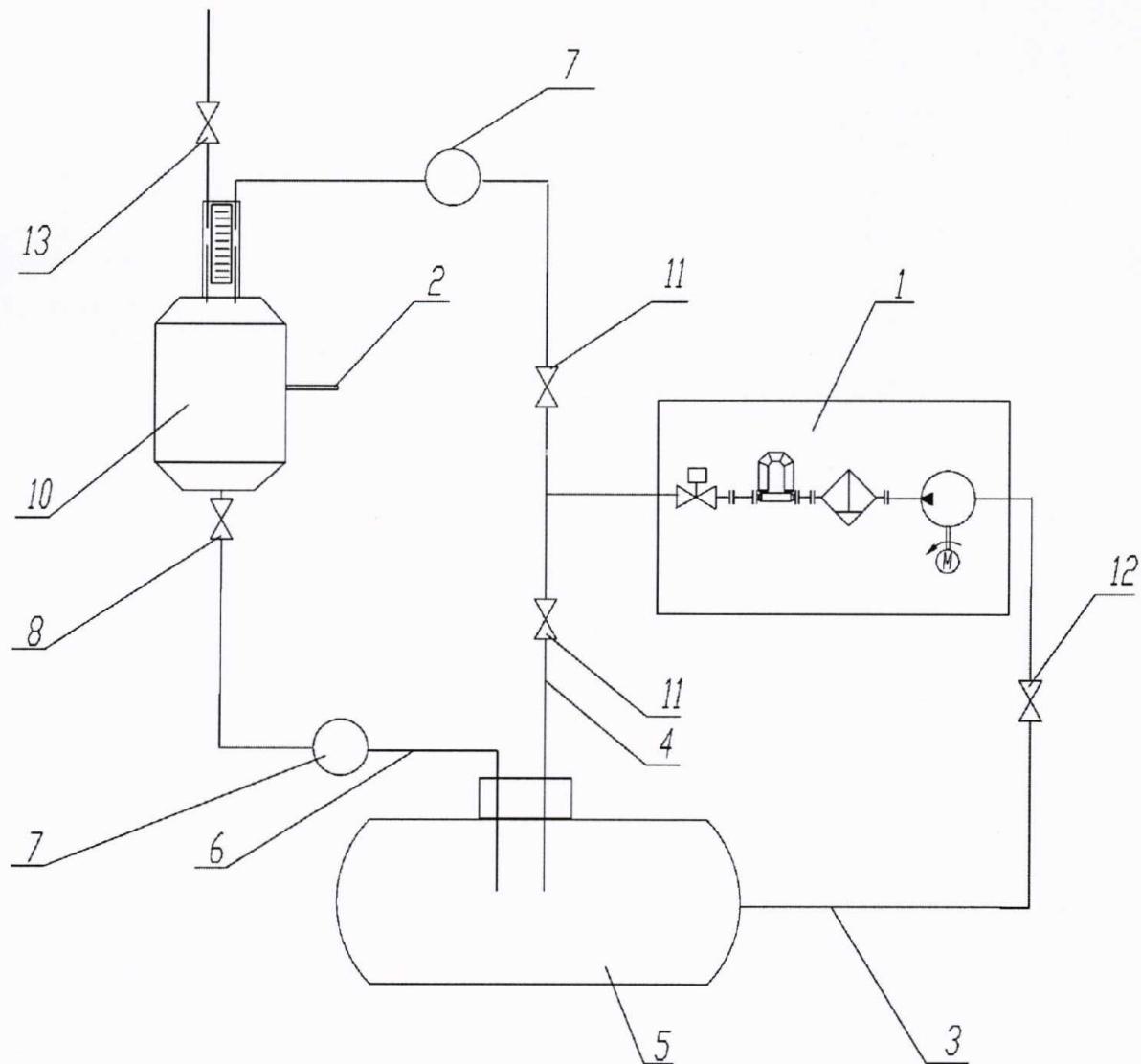
Рисунок В.1 – Схема подключения средств поверки и установки с насосом для поверки установки массовым методом



1 – установка, 2 – термометр, 3 – трубопровод подводящий, 4 – трубопровод, 5 – резервуар, 6 – трубопровод сливной, 7 – смотровое стекло, 8 – кран, 9 - весы, 10 – емкость, 11 – кран, 12 – кран регулирующий, 13 – насос подачи.

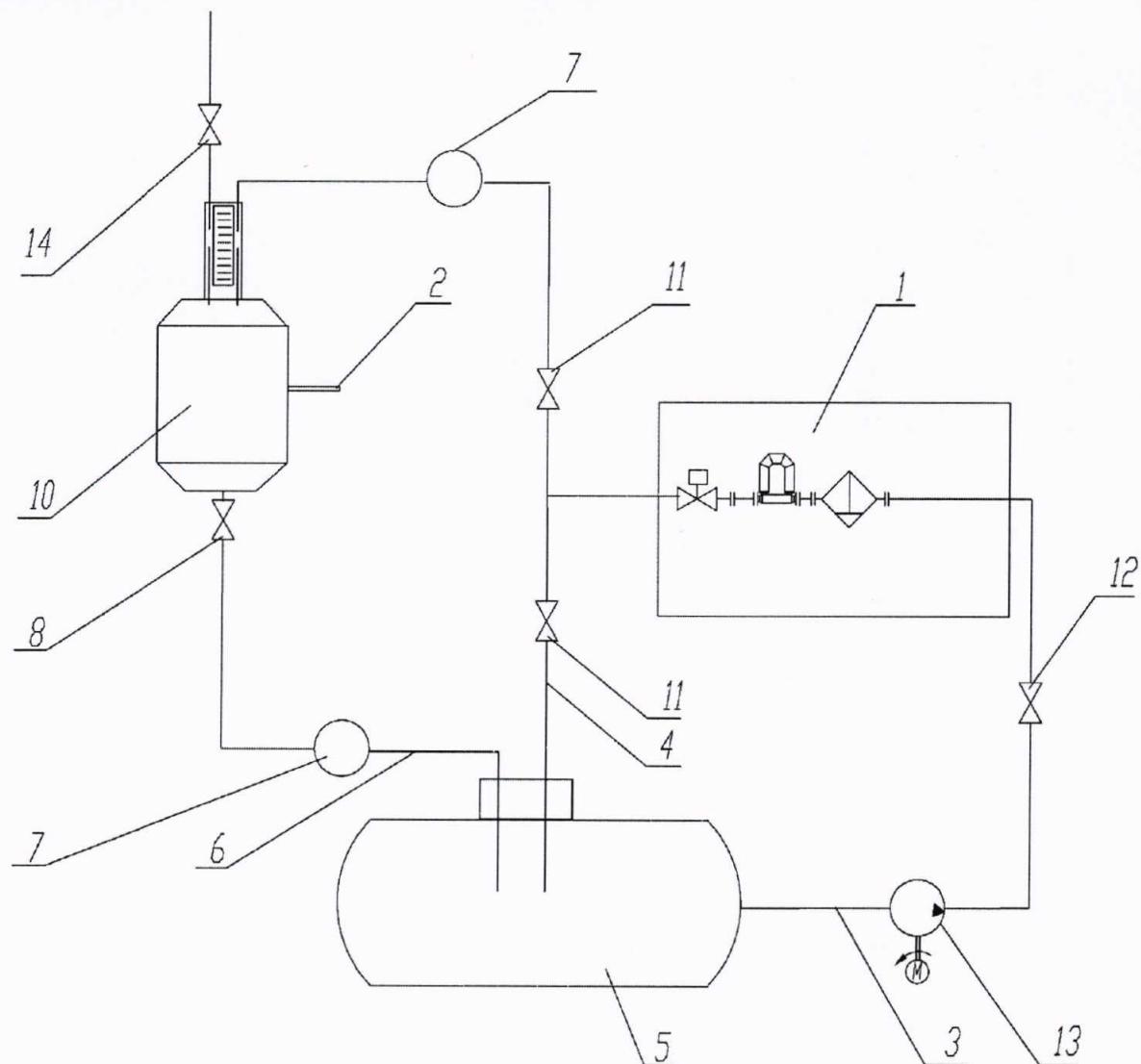
Рисунок В.2 – Схема подключения средств поверки и установки без насоса для поверки установки массовым методом

**Приложение Г**  
 (справочное)  
**Схема подключения средств поверки и установки**  
**для поверки установки объемным методом**



1 – установка 2 – термометр, 3 – трубопровод подводящий, 4 – трубопровод, 5 – резервуар, 6 – трубопровод сливной, 7 – смотровое стекло, 8 – кран, 10 – мерник, 11 – кран, 12 – кран регулирующий, 13 – трубопровод воздухоотводящий.

Рисунок Г.1 – Схема подключения средств поверки и установки с насосом  
 для поверки установки объемным методом



1 – установка, 2 – термометр, 3 – трубопровод подводящий, 4 – трубопровод, 5 – резервуар, 6 – трубопровод сливной, 7 – смотровое стекло, 8 – кран, 10 – мерник, 11 – кран, 12 – кран регулирующий, 13 – насос подачи, 14 – трубопровод воздухоотводящий.

Рисунок Г.2 – Схема подключения средств поверки и установки без насоса для поверки установки объемным методом

## ПРИЛОЖЕНИЕ Д (обязательное)

## Определение значения коэффициента объемного расширения воды

Коэффициент объемного расширения воды,  $\beta$ ,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , определяется для отобранный воды в лабораторных условиях в соответствии с аттестованными методиками (методами) измерений. Допускается коэффициент объемного расширения воды  $\beta$  определять по формуле:

$$\beta = \frac{\beta_{ty} + \beta_{t3}}{2},$$

где:

— значение коэффициента объемного расширения воды,  ${}^{\circ}\text{C}^{-1}$ , определенное в соответствии с таблицей Б.1 при температуре  $t_1$ .

- значение коэффициента объемного расширения воды,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , определенное в соответствии с таблицей Б.1 при температуре  $t_{\text{в}}$ .

Таблица Д.1 – значение коэффициентов объемного расширения воды,  $^{\circ}\text{C}^{-1}$ , при значениях температурах волны.

Температура, °C	Значение коэффициентов объемного расширения воды, °C⁻¹						
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
15	0,0001501	0,0001501	0,0001501	0,0001501	0,0001602	0,0001602	0,0001602
16	0,0001502	0,0001702	0,0001602	0,0001602	0,0001702	0,0001702	0,0001702
17	0,0001702	0,0001802	0,0001702	0,0001802	0,0001802	0,0001802	0,0001802
18	0,0001903	0,0001803	0,0001903	0,0001903	0,0001803	0,0001803	0,0001803
19	0,0002003	0,0002003	0,0001903	0,0002003	0,0002003	0,0002003	0,0001903
20	0,0002004	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002104	0,0002004
21	0,0002204	0,0002104	0,0002205	0,0002205	0,0002205	0,0002305	0,0002205
22	0,0002305	0,0002305	0,0002205	0,0002305	0,0002305	0,0002406	0,0002306
23	0,0002406	0,0002306	0,0002406	0,0002406	0,0002406	0,0002406	0,0002406
24	0,0002507	0,0002407	0,0002507	0,0002507	0,0002507	0,0002607	0,0002507
25	0,0002507	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002608	0,0002608
26	0,0002709	0,0002608	0,0002709	0,0002709	0,0002709	0,0002709	0,0002709
27	0,0002709	0,0002810	0,0002710	0,0002810	0,0002810	0,0002810	0,0002810
28	0,0002911	0,0002811	0,0002911	0,0002811	0,0002911	0,0002911	0,0002912
29	0,0002912	0,0003012	0,0002912	0,0003012	0,0003013	0,0003013	0,0003013
30	0,0003013	0,0003013	0,0003114	0,0003013	0,0003114	0,0003014	0,0003014