

ГЦИ СИ ОАО «НИИТеплоприбор»

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ГЦИ СИ

ОАО "НИИТеплоприбор"



Звенигородский Э. Г.

«07» _____ 2012 г

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ

ТЭМ-104

Методика поверки

ЭС 99556332.002.000 МП

Москва

Содержание

1. Введение	3
2. Операции поверки	3
3. Средства поверки	4
4. Требования безопасности	5
5. Условия поверки	5
6. Внешний осмотр	5
7. Проверка электрического сопротивления изоляции	5
8. Подготовка к поверке	6
9. Проведение поверки	7
10. Определение идентификационных данных программного обеспечения	14
11. Оформление результатов поверки	14
Приложение 1	15
Приложение 2	18
Приложение 3	20

1. Введение

Настоящая методика поверки распространяется на теплосчетчики ТЭМ-104, выпускаемые по ТУ 4213-002-99556332 – 2011, (в дальнейшем теплосчетчики) и устанавливает методику их первичной и периодической поверок.

Интервал между поверками - 4 года.

В состав теплосчетчика входят:

- измерительно-вычислительный блок (ИВБ) – 1 шт;
 - первичные преобразователи расхода электромагнитного типа (ППР) – до 2 шт;
 - измерительные преобразователи расхода с частотно-импульсным выходным сигналом (ИП) – до 2 шт;
 - термопреобразователи сопротивления (ТС) – от 1 до 6 шт;
 - по дополнительному заказу преобразователи давления (ДИД) – от 1 до 4 шт.
- В зависимости от состава по метрологическим характеристикам теплосчетчики соответствуют классу В или классу С по ГОСТ Р 51649-2000.

2. Операции поверки

При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 Операции поверки.

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Внешний осмотр	6	да	да
Проверка электрического сопротивления изоляции	7	да	да
Опробование	9.1	да	да
Определение относительной погрешности измерений объемного расхода теплоносителя каналов, в состав которых входят ППР	9.2	да	да
Определение относительной погрешности ИВБ при измерении объемного расхода теплоносителя для частотно-импульсных входов (каналы G_3, G_4)	9.3	да	да
Определение относительной погрешности вычисления тепловой энергии (количества теплоты) ИВБ	9.4	да	да
Определение абсолютной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ТС	9.6	да	да
Определение приведенной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ДИД	9.7	да	да
Определение относительной погрешности при измерении времени	9.8	да	да
Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА	9.9	да	да
Определение относительной погрешности вычисления объема	9.10	да	да

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при	
		первичной поверке	периодической поверке
Определение относительной погрешности вычисления массы	9.11	да	нет
Определение абсолютной погрешности вычисления разности температур	9.12	да	да
Определение относительной погрешности вычисления тепловой энергии (количества теплоты) калориметром	9.13	да	да
Определение идентификационных данных программного обеспечения	10		
Примечания:			
Операции поверки по пп. 9.2-9.4; 9.7; 9.9 проводятся при наличии соответствующих функциональных параметров (определяется по спецификации заказа); Поверка проводится для имеющихся в наличии измерительных каналов, указанных в паспорте теплосчетчика			

3. Средства поверки

3.1 При проведении поверки должны применяться средства измерений и средства испытаний, указанные в таблице 2.

Таблица 2. Средства измерений, применяемые при проведении поверки.

Наименование	Технические характеристики
Мегаомметр Е6 - 16	Диапазон измерений от 2 Ом до 200 МОм при U=500 В. Пределы допускаемой основной приведенной погрешности $\pm 1,5\%$
Установка поверочная для поверки и градуировки расходомеров-счетчиков жидкости	Диапазон расходов от 0,015 до 600 м ³ /ч. Пределы допускаемой относительной погрешности измерения объемного расхода $\pm 0,25\%$.
Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-54	Пределы допускаемой относительной погрешности $\sigma_T = \pm 5 \cdot 10^{-7}$
Секундомер электронный СТЦ 2	Пределы допускаемой погрешности измерения интервалов времени не превышают $\Delta = \pm(15 \cdot 10^{-7} \cdot T + C)$, где T значение измеряемого интервала времени, C=1 при цене деления 1с, C=0,01 при цене деления 0,01 с
Генератор прямоугольных импульсов Г5-60	Пределы погрешности установки периода следования импульсов $\pm(3 \text{ нс} + 0,1\tau)$
Источник питания постоянного тока Б5-31	Выходное напряжение от 0 до 15 В
Магазин сопротивлений Р3026/2	Класс точности 0,005/1,5*10 ⁻⁶
Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000	Диапазон измеряемых и воспроизводимых токов от 0 до 25 мА, основная погрешность измерения и воспроизведения тока не более $\pm 0,006 \text{ мА}$

3.2 Допускается применение других средств поверки с метрологическими характеристиками, не хуже указанных в таблице 2.

4. Требования безопасности

4.1 К проведению поверки допускаются лица, изучившие эксплуатационную документацию на теплосчетчик, применяемые средства измерений и испытаний и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4.2 Все подключения средств поверки к теплосчетчику необходимо производить при отключенном напряжении питания.

4.3 При проведении поверки должны соблюдаться требования ГОСТ 12.2.007, ГОСТ 12.3.019, «Правил устройства электроустановок», «Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей» и «Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей».

5. Условия поверки

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- поверочная жидкость (теплоноситель) - вода;
- температура поверочной жидкости от +15 °С до +50 °С;
- температура окружающего воздуха от +15 °С до +35 °С;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 86,0 кПа до 106,7 кПа;
- напряжение питания ИВБ от 187 В до 242 В;
- частота сети питания от 49 Гц до 51 Гц;
- внешние электрические и магнитные поля (кроме поля Земли), влияющие на работу теплосчётчиков, отсутствуют;
- вибрация и тряска, влияющие на работу теплосчетчиков и средств измерений, отсутствуют;
- прямолинейный участок трубопровода не менее трех диаметров условного прохода до плоскости электродов установленного ИПР и одного - после.

6. Внешний осмотр

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- отсутствие крупных дефектов в окраске корпуса и дефектов, затрудняющих отсчет показаний и манипуляции органами управления, отсутствие внутри составных частей теплосчетчика незакрепленных деталей и посторонних предметов;
- соответствие маркировки на теплосчетчике и маркировки, приведенной в РЭ;
- отсутствие осадка на электродах и на внутреннем покрытии трубы ИПР, отсутствие трещин фторопласта;
- отсутствие повреждений сетевого шнура, герметичных вводов и отсутствие поврежденных элементов коммутации;
- наличие действующего свидетельства о поверке комплектов ТС и/или ТС (в зависимости от комплектации).

7. Проверка электрического сопротивления изоляции

7.1. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчиков относительно корпуса проводить при температуре окружающего воздуха (20 ±5) °С и относительной влажности не более 80 % мегаомметром с номинальным напряжением 500 В.

Отсчет показаний по мегаомметру производить по истечении 1 мин. после приложения напряжения.

Теплосчетчики считаются выдержавшими проверку, если электрическое сопротивление изоляции цепей питания относительно корпуса не менее 40 МОм.

7.2. Проверка электрического сопротивления изоляции цепей электродов ППР

Операция проводится при наличии ППР в составе теплосчетчика.

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей электродов ППР относительно корпуса проводить мегаомметром с номинальным напряжением 500 В при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности от 30 % до 80 %. При проверке ППР должен быть отключен от ИВБ.

Один зажим мегаомметра с обозначением «земля» соединить с корпусом первичного преобразователя, а другой – с каждым из электродов первичного преобразователя.

Теплосчетчики считаются выдержавшими проверку, если сопротивление изоляции электродов первичного преобразователя относительно корпуса не менее 100 МОм.

8. Подготовка к поверке

8.1. Проверка готовности СИ к поверке

Перед проведением поверки необходимо выполнить следующие операции:

- проверить наличие паспорта с отметкой ОТК,
 - проверить наличие СИ и вспомогательного оборудования в соответствии с таблицей 2,
 - проверить наличие действующих свидетельств или отметок о поверке СИ,
 - проверить соблюдение условий п.4. настоящей методики.
- Перед проведением поверки СИ, входящие в состав поверочного оборудования, должны быть подготовлены к работе в соответствии с эксплуатационной документацией на них.
- 8.2. Выбор контрольных точек поверки
- Характеристики контрольных точек поверки приведены в таблицах 3 и 4.
- Таблица 3. Контрольные значения объемного расхода, частоты входных импульсных сигналов и температур для точек поверки

№ контрольной точки	Объемный расход, м ³ /ч	Частота, Гц	t ₁ , °C	t ₂ , °C	Δt, °C
1	От G _Н до 1,1·G _Н	100÷110	145	10	135
2	от 0,2·G _В до 0,22·G _В	2 000÷2 200	80	65	15
3	от 0,9·G _В до 1,0·G _В	9 000÷10 000	60	58	2

Значения верхнего G_В и нижнего G_Н пределов измерений расходов приводятся в паспорте поверяемого теплосчетчика.

Таблица 4. Значения сопротивлений термопреобразователей, соответствующих температурам в контрольных точках

Номер контрольной точки	Значение температуры теплоносителя в трубопроводе		Разность температур теплоносителя в трубопроводах Δt, °C	Тепловой коэффициент K, кВт·ч/м ³ (МДж/м ³)	Значения сопротивления термопреобразователей, соответствующие значениям температуры, с номинальной статической характеристикой типа			
	подающая, t _п , °C	обратная, t _о , °C			100 П (W ₁₀₀ =1.391) в трубопроводе	Рt 100 (W ₁₀₀ =1.385) в трубопроводе		
1	145	10	135	145,55/(523,98)	156.32	103.96	155.46	103.90
2	80	65	15	17,061/(61,4196)	131.39	125.56	130.90	125.16
3	60	58	2	2,3766/(8,5558)	123.61	122.83	123.24	122.47

9. Проведение поверки

9.1. Опробование

Опробование включает следующие операции:

- установку ППР теплосчетчика на измерительный участок образцовой расходомерной установки в соответствии с требованиями руководства по эксплуатации теплосчетчика и инструкции по эксплуатации расходомерной установки;
- заполнение внутреннего объёма измерительного участка водой и выдержку не менее 5 минут при расходе от 50 % до 90 % от наибольшего;
- подключение составных частей теплосчетчика и средств поверки в соответствии со схемой ПРИЛОЖЕНИЯ 1;
- подключение теплосчетчика к сети питания и проверку функционирования органов управления (кнопок);
- проверку индикации установленных и измеряемых параметров на индикаторе (ЖКИ) ИВБ;
- проверку работоспособности теплосчетчика при измерении температуры теплоносителя в пределах от 0 до 150 °С путем изменения устанавливаемых на магзинах значений сопротивлений;
- проверку работоспособности теплосчетчика при измерении объемного и массового расхода, объема и массы теплоносителя в пределах рабочего диапазона;
- проверку установки индикатора расхода теплосчетчика на ноль при отсутствии расхода;
- проверку работоспособности интерфейсов RS 485 и RS-232 путём сличения паспортных значений установленных параметров (D_u , G_v) на индикаторе теплосчетчика и выводимых на экран монитора ПК.

Теплосчетчики считают выдержавшими проверку, если в процессе ее проведения не обнаружено различий между информацией на индикаторе теплосчетчика и информацией, выводимой на монитор.

Примечание – опробование ИП, ТС и ДИД проводится по методикам поверки на эти изделия.

9.2. Определение относительной погрешности измерений объемного расхода теплоносителя каналов, в состав которых входят ППР.

При проведении поверки используется расходомерная поверочная установка.

Составные части теплосчетчика и средства поверки подключаются в соответствии со схемой Приложения 1 (рис.1).

Поверка проводится для каналов G_1 и G_2 при расходах, указанных в таблице 3. Если расходомерная установка не воспроизводит расходов, соответствующих $0,9 \cdot G_v$, то допускается в 3 контрольной точке выполнять измерения на максимальном воспроизводимом установкой расходе, при условии, что его значение не менее $0,7G_v$.

В каждой контрольной точке проводится по три измерения.

Относительная погрешность измерения объемного расхода теплоносителя δ_G в процентах определяется по формуле (1) при проведении операции поверки методом сличения, по формуле (2) – при поверке объемным методом.

$$\delta_G = \left(\frac{G_n}{G_0} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (1)$$

где G_n – показания, индицируемые на ЖКИ, м³/ч;

G_0 – показания расходомерной установки, усредненные за время измерения, м³/ч.

$$\delta_G = \left(\frac{G_{\text{и}}}{3600 \cdot V_0 / T_{\text{изм}}} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (2)$$

где V_0 – объем, измеренный эталонным средством (мерником), м³,

$T_{\text{изм}}$ – интервал времени однократного измерения (интервал времени между сигналами «старт» и «стоп»), с.

$T_{\text{изм}}$ рекомендуется выбирать не менее:

- 180 секунд в 1-ой контрольной точке;
- 120 секунд во 2-ой контрольной точке;
- 30 секунд в 3-ей контрольной точке.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность при измерении объемного расхода теплоносителя в каждой контрольной точке не выходит за пределы:

$$\begin{aligned} & \pm(1,5+0,01G_p/G) \% \text{ для приборов класса В;} \\ & \pm(0,8+0,004G_p/G)\% \text{ для приборов класса С.} \end{aligned}$$

9.3. Определение относительной погрешности ИВБ при измерении объемного расхода теплоносителя для частотно-импульсных входов (каналы G_3 , G_4)

Операцию поверки проводить для каждого измерительного канала. Допускается однократное проведение поверки всех измерительных каналов.

Операцию поверки рекомендуется совмещать с операциями поверки по п.9.4. Подключить средства поверки к ИВБ в соответствии с Приложением 1 (рис. 2), установить на генераторе значение частоты 10 кГц (соответствует G_B), амплитуды – 5 В положительной полярности и скважности – 2.

Относительную погрешность δ_G рассчитывать по формуле (1), при $G_0 = G_R$

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность δ_G не выходит за пределы $\pm 0,1$ %.

9.4. Определение относительной погрешности вычисления тепловой энергии (количества теплоты) ИВБ

Операцию поверки проводить для каждого измерительного канала.

Подключить средства поверки к ИВБ в соответствии с Приложением 1 (рис.2).

Поверка выполняется в контрольных точках, указанных в таблице 3.

Установить переключатели магазинов сопротивлений в положение, соответствующее значениям сопротивлений термопреобразователей в контрольной точке (табл. 4).

Установить на генераторе параметры выходного сигнала для каналов G_3 и G_4 : частота до 10 кГц, амплитуда – 5 В, положительная полярность, скважность – 2.

Перевести ИВБ в режим "Поверка".

Примечание - в режиме "Поверка" в ИВБ автоматически устанавливаются:

- значения избыточного давления равными 0,9 МПа и 0,5 МПа в подающих и обратных трубопроводах соответственно;
- значения объемных расходов в каналах G_1 и G_2 , равными значениям наибольшего расхода G_B каждого канала;
- значения частот ($f_{\text{пmax}}$), соответствующих максимальным расходам в каналах G_3 и G_4 , равными 10 кГц

Программно установить в вычислителе интервал времени наблюдения (рекомендуемый - 120 с). Перевести ИВБ в режим счета с накоплением. Счет с накоплением будет вестись по каждому измерительному каналу количества теплоты. Остановка накопления по истечении времени наблюдения производится автоматически с допуском, определяемым внутренним таймером ИВБ.

Примечание - в ИВБ имеется возможность изменять время наблюдения программно в интервале от 30 с до 600 с.

Зафиксировать накопленное значение количества теплоты $Q_{и}$ в каждом измерительном канале.

Относительная погрешность вычислителя при определении количества теплоты $\delta_{тв}$ в процентах рассчитывается по формуле

$$\delta_{тв} = \left(\frac{Q_{и}}{Q_p} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (3)$$

где $Q_{и}$ – значение количества теплоты, накопленное за время наблюдения, кВт·ч, (МДж);

Q_p – расчетное значение количества теплоты с нарастающим итогом за время наблюдения в выбранной точке, кВт·ч (МДж), определяется по формуле

$$Q_p = K \cdot V_p \quad (4)$$

где K – тепловой коэффициент, соответствующий контрольной точке, кВт·ч/м³ (МДж/м³), приведенный в таблице 4;

V_p – расчетное значение объема теплоносителя в контрольной точке, м³.

V_p в каналах G_1 и G_2 определяется по формуле

$$V_p = T \cdot G_B / 3600 \quad (5)$$

V_p в каналах G_3 и G_4 определяется по формуле

$$V_p = \frac{T \cdot G_B}{3600 \cdot f_{\max}} \cdot f_0 \quad (6)$$

где f_0 – значение частоты по показаниям образцового частотомера, Гц;

f_{\max} – значение частоты при максимальном расходе, Гц;

G_B – значение максимального расхода, м³/ч, (установлено в ИВБ программно и соответствует паспортному значению ИП, подключаемого к измерительному каналу ИВБ);

T – время наблюдения, с ($T = 120$ с).

Теплосчетчики считаются прошедшими поверку, если относительная погрешность ИВБ, определяемая по формуле (3), в каждом измерительном канале не превышает $\pm(0,5 + \Delta M / \Delta t)$, что составляет $\pm 0,5 \%$; $\pm 0,6 \%$ и $\pm 1,5 \%$ в 1, 2 и 3 контрольных точках соответственно.

9.5. Поверка измерительных преобразователей (ИП, ДИД и ТС), входящих в состав теплосчетчика.

Поверка входящих в состав теплосчетчика комплектов ТС, ДИД и ИП, зарегистрированных в Государственном реестре как средства измерения с установленными для них собственными межповерочными интервалами, выполняется в сроки и по методикам поверки на эти изделия, утвержденным и согласованным в установленном порядке.

Поверка термопреобразователей сопротивления производится на соответствие классам А или В по ГОСТ 6651-2009.

9.6. Определение абсолютной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ТС

Операцию поверки проводить для всех каналов измерения температуры. Поверку проводить путем имитации сигналов от ТС магазинами сопротивлений (см. схему ПРИЛОЖЕНИЯ 1, рис.2) в соответствии с номинальной статической характеристикой используемых термопреобразователей. Допускается совмещать с операцией поверки по п.9.4.

Установить переключатели магазинов сопротивлений в положение, соответствующее значениям сопротивлений ТС при температуре 0 °С (100,00 Ом) и зафиксировать в протоколе показания температуры, индицируемые на ЖКИ.

Повторить операцию при значениях сопротивлений ТС при температуре 60 и 145 °С (см. таблицу 4).

Абсолютную погрешность измерения сигнала от ТС вычисляют по формуле

$$\Delta_t = t_{и} - t \quad (7)$$

где $t_{и}$ – значение температуры, индицируемое на ЖКИ, °С;

t – значение температуры в контрольных точках (0, 60, 145) °С.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если абсолютная погрешность измерения каждого температурного канала, определенная по формуле (7), не превышает $\pm(0,2+0,001 \cdot t)$ °С.

9.7. Определение приведенной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ДИД

Установить в ИВБ режим измерения сигналов от датчиков избыточного давления в диапазоне от 4 до 20 мА и войти в меню индикации избыточного давления.

Операцию поверки проводить в контрольных точках согласно таблице 5.

Подать с калибратора тока на вход ДИД1 ток, пропорциональный значениям избыточного давления (см. табл.5).

Таблица 5 Контрольные точки определения приведенной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ДИД

Диапазон измерения, МПа	Диапазон выходных токов ДИД, мА	Номер контрольной точки		
		1	2	3
0 ÷ 1,6	4 ÷ 20	Ток, I, мА	Ток, I, мА	Ток, I, мА
		4,800	12,00	20,00
		$P_{избP}$, МПа	$P_{избP}$, МПа	$P_{избP}$, МПа
		0,08	0,80	1,60

Зафиксировать индицируемые на ЖКИ теплосчетчика показания избыточного давления в каждом канале. Приведенная погрешность измерения избыточного давления γ_p в процентах рассчитывается по формуле

$$\gamma_p = \left(\frac{P_{и} - P_p}{P_{max}} \right) \cdot 100\% \quad (8)$$

где $P_{и}$ – значение давления, индицируемое на ЖКИ, МПа;

P_p – расчетное значение давления, приведенное в таблице 5, МПа,

P_{max} – максимальное значение измеряемого давления ($P_{max} = 1,6$ МПа).

Повторить операцию поверки для каналов ДИД2 – ДИД4.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если приведенная погрешность измерения каждого канала во всех контрольных точках не превышает $\pm 0,15$ %.

9.8. Определение относительной погрешности измерения времени

Включить ИВБ теплосчетчика в сеть.

По сигналам точного времени зафиксировать по индикатору ИВБ показания текущего времени, после чего можно выключить ИВБ.

По истечении 24 часов вновь включить ИВБ и по сигналам точного времени зафиксировать показания текущего времени.

Относительная погрешность при измерении времени определяется по формуле

$$\delta_T = \left(\frac{T_{И} - 1}{T_0} \right) \times 100\%, \quad (9)$$

где: $T_{И}$ – промежуток времени между сигналами точного времени по индикатору ИВБ,

с

T_0 – промежуток времени по сигналам точного времени, с.

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность измерения времени, определенная по формуле (9), не превышает $\pm 0,01\%$.

9.9. Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА

На магазине сопротивлений установить значение R_0 согласно таблице 6 и зафиксировать значение тока на токовом выходе в контрольных точках.

Таблица 6

Контрольная точка	100П	Pt100	$t, ^\circ\text{C}$
	$R_0, \text{ Ом}$	$R_0, \text{ Ом}$	
1	156,32	155,46	145
2	103,96	103,90	10

Приведенная погрешность преобразования измеренного значения температуры в унифицированный сигнал постоянного тока определяется по формуле

$$\gamma_I = \left(\frac{I_{И} - I_{\min}}{I_{\max} - I_{\min}} - \frac{t_{И}}{t_{\max}} \right) \times 100\% \quad (10)$$

где $I_{И}$ – измеренное значение тока в выбранной точке, мА;

I_{\max}, I_{\min} – максимальное и минимальное значения выходного тока (20 мА и 4 мА соответственно);

$t_{И}$ – температура по показаниям индикатора теплосчётчика, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{\max} = 150^{\circ}\text{C}$.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если погрешность, определённая по формуле (10), не превышает $\pm 0,5\%$ в каждой контрольной точке.

9.10. Определение относительной погрешности вычисления объема

Рекомендуется совмещать с операцией поверки по п.9.4. Поверку проводить в контрольных точках 1, 2 и 3 (см. табл.3).

При выполнении п.9.4 зафиксировать показания объема $V_{И}$ для каждого измерительного канала.

Относительную погрешность ИВБ при измерении объема теплоносителя (δ_V) рассчитывают по формуле

$$\delta_V = \left(\frac{V_{\text{н}}}{V_{\text{р}}} - 1 \right) \cdot 100 \% \quad (11)$$

где $V_{\text{н}}$ – значение объема теплоносителя, накопленное за время наблюдения, л;
 $V_{\text{р}}$ – расчётное значение объема теплоносителя за время наблюдения, л.
 При программировании входов вычислителя на измерение частотных сигналов $V_{\text{р}}$ определяют по формуле

$$V_{\text{р}} = \frac{T \cdot G_{\text{в}}}{3600 \cdot f_{\text{max}}} \cdot f_0 \quad (12)$$

где f_0 – значение частоты по показаниям образцового частотомера, Гц;
 f_{max} – значение частоты при максимальном расходе, Гц

(в режиме «Поверка» $f_{\text{max}} = 10000$ Гц);

$G_{\text{в}}$ – значение максимального расхода, м³/ч, (установлено в ИВБ программно для каждого канала измерения расхода и соответствует паспортным значениям применяемых ИП);

T – время наблюдения, с ($T = 120$ с).

При программировании входов вычислителя на измерение импульсных сигналов $V_{\text{р}}$ определяют по формуле

$$V_{\text{р}} = 0,001 \cdot K_{\text{V}} \cdot T / \tau_{\text{и}} \quad (13)$$

где $\tau_{\text{и}}$ – период следования импульсов по показаниям образцового частотомера, с;

K_{V} – значение весового коэффициента импульса, л/имп. (в режиме «Поверка» $K_{\text{V}} = 1$ л/имп).

В каналах с ППР $V_{\text{р}}$ определяют по формуле

$$V_{\text{р}} = G_{\text{в}} \cdot T / 3600 \quad (14)$$

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если относительная погрешность не выходит за пределы $\pm 0,1$ %.

9.11. Определение относительной погрешности вычисления массы

Операция поверки выполняется в 3-ей контрольной точке таблицы 3 для всех каналов измерения расхода.

Рекомендуется совмещать с операцией поверки по п.9.4. При выполнении п.9.4 зафиксировать показания объема $M_{\text{н}}$ для каждого измерительного канала.

Относительная погрешность ИВБ при измерении массы теплоносителя ($\delta_{\text{М}}$) рассчитывается по формуле

$$\delta_{\text{М}} = \left(\frac{M_{\text{н}}}{M_{\text{р}}} - 1 \right) \cdot 100 \% , \quad (15)$$

где: $M_{\text{н}}$ – значение массы теплоносителя, накопленное за время наблюдения, т;

$M_{\text{р}}$ – расчетное значение, определяется по формуле

$$M_{\text{р}} = 0,001 \cdot \rho \cdot V_{\text{р}} \quad (16)$$

где ρ [кг/м³] – табл. значение плотности воды при температуре t_1 и $P_{\text{абс}} = 1,0$ МПа.

Примечание - значения ρ в контрольных точках приведены в Приложении 3.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если относительная погрешность $\delta_{\text{М}}$ не выходит за пределы $\pm 0,15$ %.

9.12. Определение абсолютной погрешности вычисления разности температур

Допускается совмещать с операцией поверки по п.9.6.

Операция поверки проводится в 3-ей контрольной точке (точка с минимальным значением разности температур Δt) для каждого измерительного канала.

Подключить к входам $T_1 - T_6$ блока ИВБ магазины сопротивлений (схема электрических соединений приведена в Приложении 1, Рис. 2).

Установить на магазинах значения сопротивлений, соответствующие температурам t_1 и t_2 в контрольной точке (см табл. 4)

Перевести ИВБ в режим «Поверка».

Зафиксировать в протоколе значения температур $t_{1и}$ и $t_{2и}$, индицируемые на ЖКИ, для каждого измерительного канала.

Определить абсолютную погрешность теплосчетчика при измерении разности температур теплоносителя по формуле:

$$\Delta_{\Delta t} = (t_{1и} - t_{2и}) - (t_1 - t_2), \quad (17)$$

где: $t_{1и}$, $t_{2и}$ – зафиксированные значения температур по показания ЖКИ, °С,

t_1 , t_2 – значение температур в контрольной точке (см. таблицу 4), °С,

Теплосчетчики считают прошедшими поверку, если для каждого измерительного канала выполняется условие:

$$|\Delta_{\Delta t}| \leq 0,03 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (18)$$

9.13. Определение относительной погрешности вычисления тепловой энергии (количества теплоты) каналом теплосчетчика

Определение относительной погрешности вычисления количества теплоты δ_T каналом теплосчетчика в процентах производить путем расчёта по формуле

$$\delta_T = (\delta_{ТВ\text{max}} + \delta_{G\text{max}} + \delta_{\Delta t}) \quad (19)$$

где $\delta_{ТВ\text{max}}$ – погрешность ИВБ при вычислении количества теплоты %;

$\delta_{G\text{max}}$ – погрешность канала измерений расхода с ППР, для каналов G_1 и G_2 , %;

– погрешность ИП, для каналов G_3 и G_4 , %;

$\delta_{\Delta t}$ – относительной погрешность комплекта ТС при измерении разности температур теплоносителя в трубопроводах, %.

Так как у теплосчетчиков измерение количества теплоты может производиться по нескольким независимым каналам, то определение относительной погрешности вычисления количества теплоты рассчитывается для каждого канала отдельно.

Относительная погрешность вычисления количества теплоты δ_T , определяемая по формуле (19), не должна превышать пределов $\delta_{T\text{max}}$:

– для класса В: $\delta_{T\text{max}} = \pm(3+8/\Delta+0,02G_B/G)$, что состав-

- в 1 точке $\pm 8,0 \%$;

ляет:

- во 2 точке $\pm 3,7 \%$;

- в 3 точке $\pm 7,0 \%$.

- в 1 точке $\pm 7,0 \%$;

- во 2 точке $\pm 2,7 \%$;

- в 3 точке $\pm 6,0 \%$.

ляет:

10. Определение идентификационных данных программного обеспечения

Подключить Теплосчетчик к сервисному компьютеру в соответствии с инструкцией по эксплуатации.

Включить питание теплосчетчика.

Запустить на компьютере программу «TEM-info» (алгоритм вычисления цифрового идентификатора CRC32).

В окне «Соединение» выставить номер COM-порта, к которому подключен теплосчетчик и выставить скорость обмена аналогичную той, которая установлена в теплосчетчике (9600 или 19200).

В окне «Тип прибора» выставить тип теплосчетчика ТЭМ-104.

Нажать кнопку «Прочитать».

Считать идентификационные данные в окне «Идентификация».

Результаты определения идентификационных параметров ПО должны совпадать с приведенными в Таблице 7.

Таблица 7.

Наименование ПО	Идентификационное наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма)	Алгоритм вычисления цифрового идентификатора
Микропрограмма теплосчетчика ТЭМ-104	TEM-104	2.12	E1C397B7	CRC32

11. Оформление результатов поверки

При положительных результатах поверки:

– оформляется протокол поверки по форме Приложения 2;

– оформляется свидетельство о поверке установленной формы;

– наносится подпись и оттиск клейма поверителя, а также наносится оттиск клейма поверителя в месте, предназначенном для пломбы, расположенном на экране, защищающем платы ИВБ от несанкционированного доступа.

В случае отрицательных результатов первичной поверки теплосчетчик бракуется.

При отрицательных результатах периодической поверки теплосчетчик к применению не допускается, в его паспорте производится запись о непригодности, а оттиск клейма гасится.

Приложение 1
(обязательное)

Схема электрических соединений нижней платы теплосчетчика

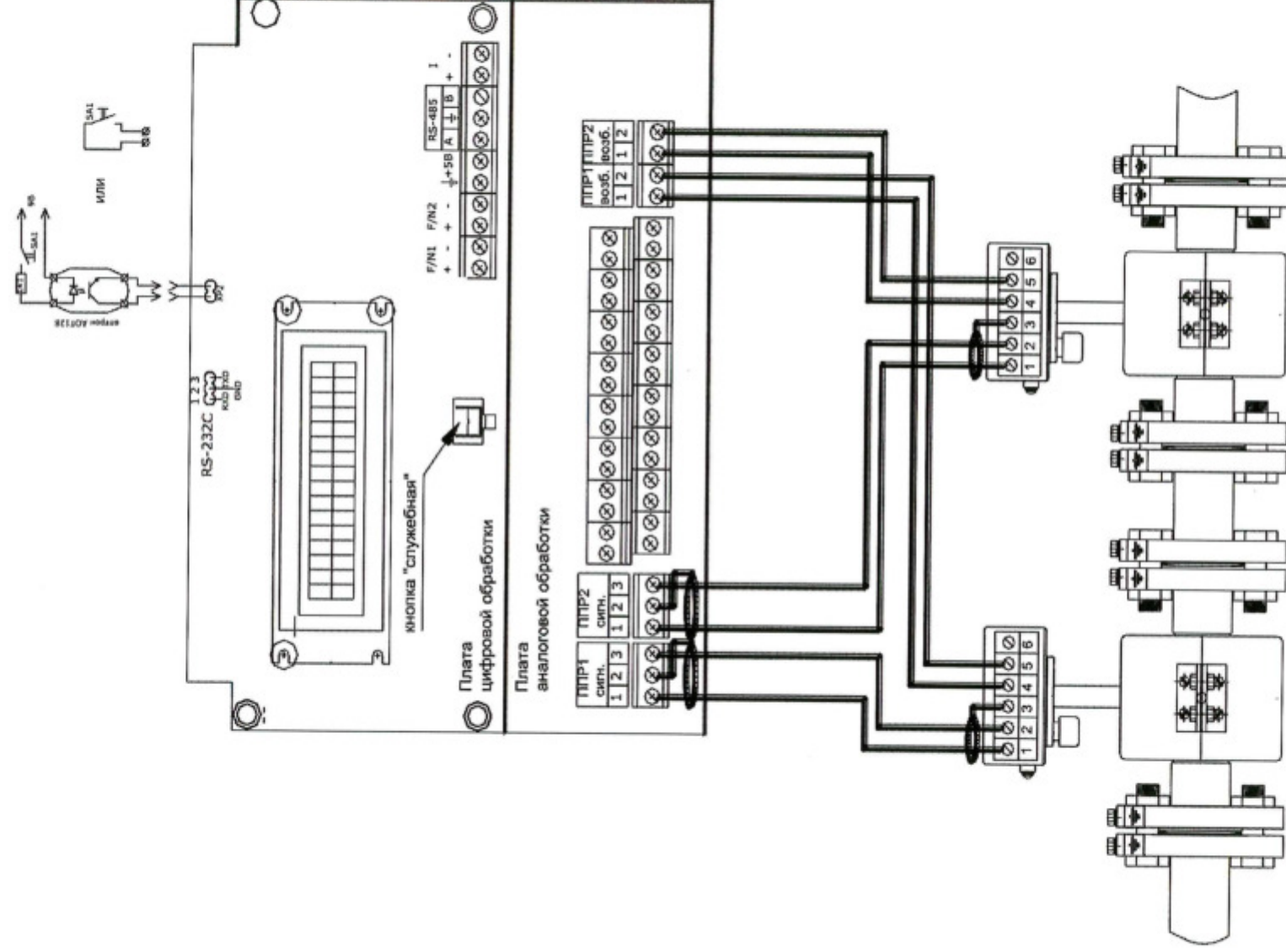
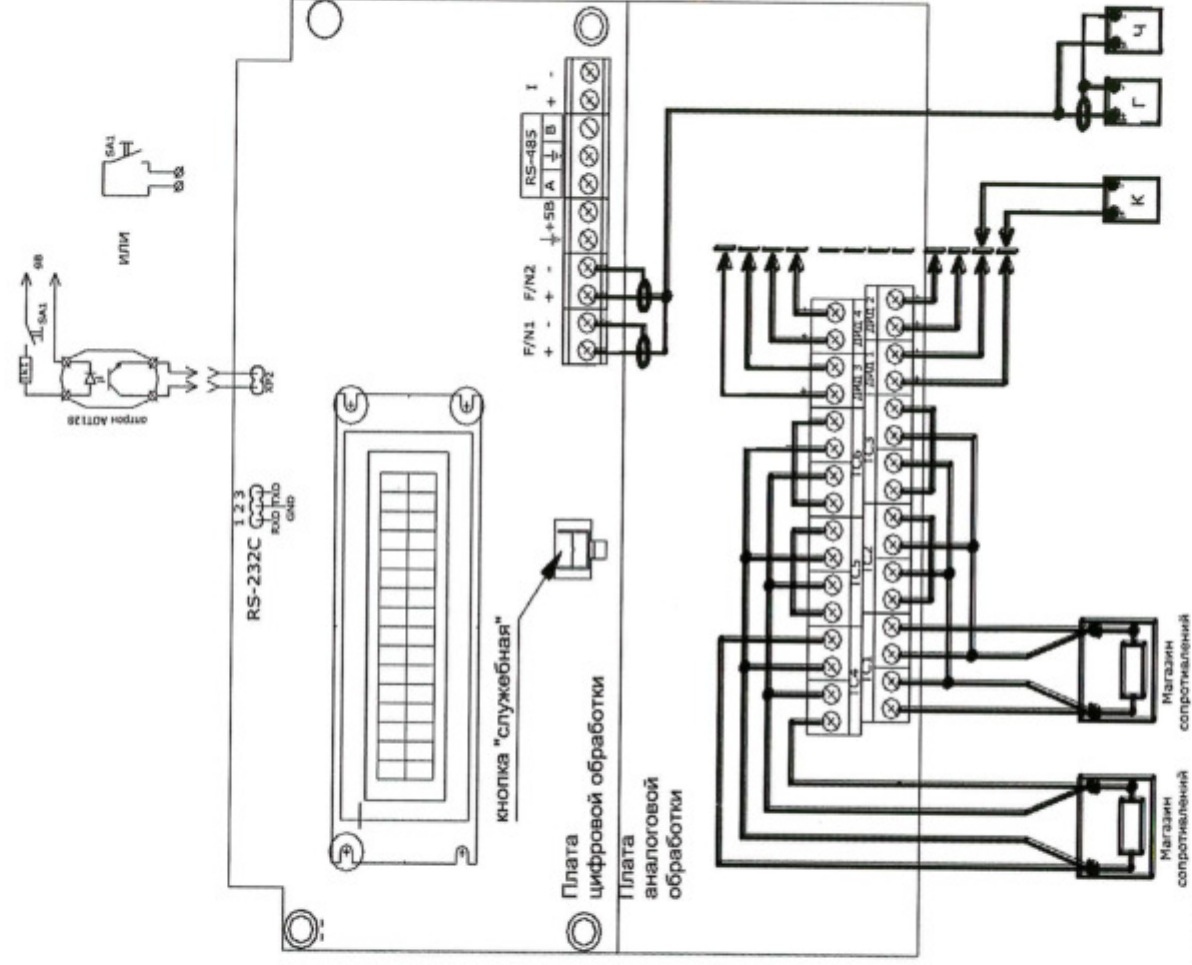


Рис.1



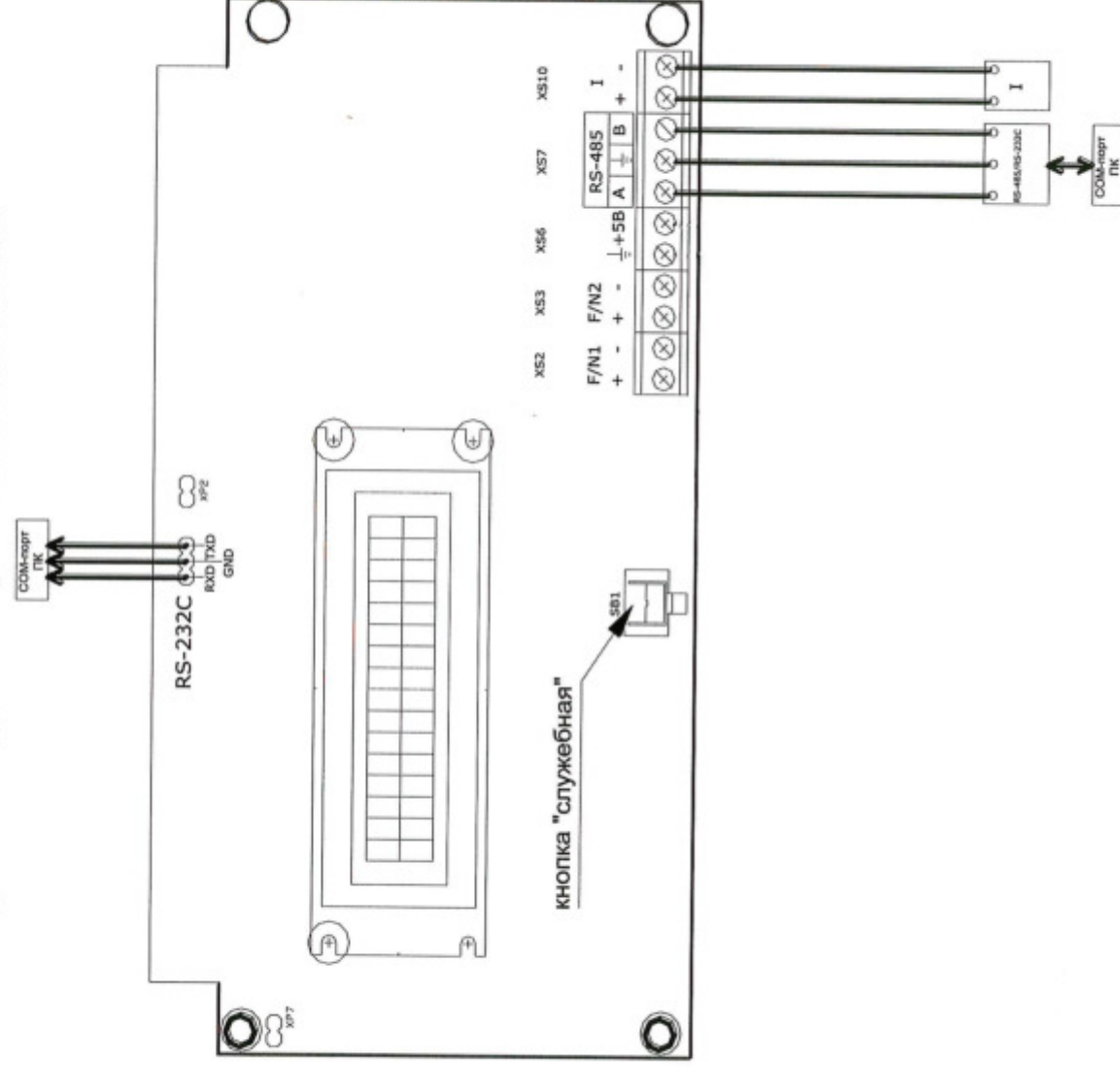
Примечания:

1. На схеме использованы следующие сокращения:
 - К – калибратор (П 320);
 - Г – генератор;
 - Ч - частотомер
2. Допускается входы F/N 1, F/N 2 (G_3 , G_4) подключать параллельно к одному генератору. При этом генератор должен обеспечивать выходной ток не менее 60мА.

Рис.2

Приложение 1
(продолжение)

Схема электрических соединений верхней платы теплосчетчика



Примечание - на схеме использованы следующие сокращения:

- I – миллиамперметр (Щ-300);
- RS 232 / RS 485 – преобразователь (конвертер) интерфейса RS 232 / RS 485 (I-7520);
- ПК – персональный компьютер

Рис.3

Форма протокола поверки теплосчетчика
ПРОТОКОЛ
поверки теплосчетчика ТЭМ – 104 № _____

Предприятие изготовитель.....

Предприятие, проводившее поверку.....

Внешний осмотр теплосчетчика: соответствует требованиям

Условия проведения поверки:

- температура окружающего воздуха

- относительная влажность окружающего воздуха

- атмосферное давление

Результаты опробования: соответствует требованиям

Определение относительной погрешности при измерении расхода теплоносителя

Канал	% Gв		л.	% Gв		л.	% Gв		л.	% Gв		л.
	Gи, м ³ /ч	T изм, сек		Gо, м ³ /ч	δG, %		Gи, м ³ /ч	T изм, сек		Gо, м ³ /ч	δG, %	
1 изм.												
2 изм.												
3 изм.												

Канал	% Gв		л.	% Gв		л.	% Gв		л.	% Gв		л.
	Gи, м ³ /ч	T изм, сек		Gо, м ³ /ч	δG, %		Gи, м ³ /ч	T изм, сек		Gо, м ³ /ч	δG, %	
1 изм.												
2 изм.												
3 изм.												

Определение относительной погрешности ИВБ при вычислении количества теплоты

№ точки поверки	№ измерительного канала количества теплоты	Количество теплоты, Q,		δ _{ТВ} max, %
		Qр	Qi	
1	1			±1,5
	2			
	3			
	4			
2	1			±0,6
	2			
	3			
	4			
3	1			±0,5
	2			
	3			
	4			

Приложение 2
(продолжение)

Определение относительной погрешности ИВБ при вычислении объема и массы

Канал измерения расхода	Объем, м ³		δ _v , %	δv _{max} , %	Масса, м ³		δ _m max, %
	V _p	V _и			M _p	M _и	
G1							
G2							
G3			±0,1				±0,15
G4							

Определение абсолютной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ТС

№ канала	t = 0 °C				t = 60 °C				t = 145 °C			
	t _и , °C	Δt _и , °C	Δt _{и max} , °C	γ _и , %	t _и , °C	Δt _и , °C	Δt _{и max} , °C	γ _и , %	t _и , °C	Δt _и , °C	Δt _{и max} , °C	γ _и , %
1												
2												
3												
4			±0,2					±0,26				±0,34
5												
6												

Определение приведенной погрешности ИВБ при измерении сигналов от ДИД.

№ канала	R _{избp} =0.08 МПа (4,8 мА)		R _{избp} =0.8 МПа (12,0 мА)		R _{избp} =1.6 МПа (20,0 мА)	
	R _{изб} , МПа	γ _p , %	R _{избИ} , МПа	γ _{p max} , %	R _{избИ} , МПа	γ _{p max} , %
1						
		±0,15		±0,15		±0,15

Определение приведенной погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне от 4 до 20 мА

t = 145 °C				t = 10 °C			
t _и , °C	I _{иb} , мА	γ ₁ , %	γ _{1 max} , %	t _и , °C	I _{иb} , мА	γ ₁ , %	γ _{1 max} , %
			±0,5				±0,5

Относительная погрешность при измерении времени ≤ 0.01 %

Теплосчетчик

классу ___ по ГОСТ Р 51649-2000

Госповеритель

соответствует _____
не соответствует _____

Ф.И.О. _____

подпись _____

Приложение 3
(обязательное)

Значения плотности и энтальпии теплоносителя в контрольных (поверочных) точках

Теплоноситель	Температура	Абсолютное давление $P_{\text{абс.}}$, МПа	Плотность ρ , кг/м ³	Энтальпия	
	t , °С			h , кДж/кг	h , ккал/кг
Вода	145	1,0	921,95	611,064	145,950
	100		958,77	419,774	100,261
	80		972,20	335,707	80,1822
	60		983,60	251,977	60,1838
	58		984,62	243,617	58,1868
	30		996,05	126,653	30,2506
	10		1000,13	42,9948	10,2691
Вода	145	0,6	921,73	610,811	145,890
	100		958,59	419,474	100,190
	80		972,03	335,388	80,1062
	60		983,43	251,642	60,1035
	58		984,44	243,279	58,1062
	30		995,87	126,288	30,1635
	10		999,94	42,6050	10,1760
0	1000,10	0,56879	0,13585		