

СОГЛАСОВАНО

Руководитель ГЦИ СИ

**Зам. Генерального директора
ФГУ «РЕСТЕСТ-МОСКВА»**

А.С. Евдокимов

2009 г.



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУ «ТЭМ-прибор»

С.В. Коселянский

2009 г.



РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства измерений

Теплосчетчики ТЭМ-106

Методика поверки

АРВС.746967.037.300 МП

(взамен АРВС.746967.037.000 МП)

н.р. 26998-09

2009 г

СОДЕРЖАНИЕ

ВВОДНАЯ ЧАСТЬ.....	3
1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ.....	4
2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	5
3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	5
5. ВНЕШНИЙ ОСМОТР.....	6
6. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ.....	6
7. ОПРОБОВАНИЕ И ВЫБОР КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК.....	7
8. ПОВЕРКА ПРОСТЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ.....	8
9. ПОВЕРКА СЛОЖНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ.....	11
10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ.....	15
Приложение А Электрическая схема подключения измерительных приборов при поверке	16
Приложение Б Значения плотности и энтальпии теплоносителя в контрольных (поверочных) точках.....	19
Приложение В Перечень документов, на которые даны ссылки в методике поверки	19

Настоящая рекомендация распространяется на теплосчетчики ТЭМ-106 и устанавливает методику и средства их первичной и периодической поверок.

Межповерочный интервал - 4 года.

Теплосчетчик ТЭМ-106 (далее – теплосчетчик) предназначен для измерения, индикации, регистрации, коммерческого и технологического учета количеств теплоты (тепловой энергии) и теплоносителя. Теплосчетчик имеет также функции измерения, индикации, регистрации технологических параметров систем теплоснабжения и горячего водоснабжения.

Теплосчетчик ТЭМ-106 является многоканальным, ориентированным на обслуживание систем и групп систем теплоснабжения. По классификации ГОСТ Р 8.596-2002 теплосчетчик ТЭМ-106 является измерительной системой тепловой энергии, количества теплоносителя и технологических параметров вида ИС-1.

Принцип работы сложного канала теплосчетчика основан на измерении параметров теплоносителя в трубопроводе и последующем определении и накоплении во времени потребленного (отпущенного) количества теплоты (тепловой энергии) и количества теплоносителя. Комбинирование измерительных каналов тепловой энергии из набора первичных датчиков расхода, температуры, давления и каналов вычислителя осуществляется программно на предприятии-изготовителе в соответствии с картой заказа, описывающей схемы систем теплоснабжения, подлежащих контролю. Число возможных каналов тепловой энергии определяется их типом и ограничено числом измерительных каналов расхода (8 каналов) и температуры (7 каналов).

Вычислитель теплосчетчика производит обработку (алгебраическое суммирование, архивирование, ведение журнала событий) результатов измерений для сконфигурированных систем теплоснабжения.

По метрологическим характеристикам теплосчетчики соответствуют классу В или С по ГОСТ Р 51649.

В состав теплосчетчика входят:

- измерительно-вычислительный блок (ИВБ);
- расходомеры – до 6 шт;
- электромагнитные первичные преобразователи расхода (ППР) – до 2 шт;
- комплекты термопреобразователей сопротивления (КТС) или термопреобразователи сопротивления (ТС) - до 7 шт.
- по дополнительному заказу измерительные преобразователи давления (ДИД) – до 6 шт.

Перечень документов, на которые даны ссылки в настоящей методике, приведен в Приложении В.

В методике приняты следующие сокращения и условные обозначения:

ИВБ – измерительно-вычислительный блок;

ППР – первичный преобразователь расхода;

Ду – диаметр условного прохода ППР;

ТС – термопреобразователь сопротивления;

КТС – комплект термопреобразователей сопротивления;

ДИД – датчик избыточного давления;

ОСИ – образцовое средство измерений;

Гв – максимальное значение расхода, при котором теплосчетчик обеспечивает свои метрологические характеристики при непрерывной работе;

Гн – минимальное значение расхода, при котором теплосчетчик обеспечивает свои метрологические характеристики при непрерывной работе;

$\Delta t_{\text{н}}$ – минимальное измеряемое значение разности температур в подающем и обратном трубопроводах;

$t_1, t_2, t_{\text{хв}}$ – температура теплоносителя,

ПК – IBM совместимый персональный компьютер.

Теплосчетчик должен представляться на периодическую поверку вместе с паспортом.

При выполнении операций поверки настройку и переключения поверяемого теплосчетчика выполнять в соответствии с указаниями, приведенными в руководстве по эксплуатации АРВС.746967.037.000 РЭ (модификация 200) [5] или АРВС.746967.037.300 РЭ(модификация 300) [6] (далее РЭ).

Методика поверки поэлементная. Термопреобразователи сопротивления (ТС) и комплекты термопреобразователей сопротивления (КТС) поверять по распространяющимся на них методикам поверки с периодичностью, указанной в их технической документации.

1. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

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

Таблица 1

Наименование операции	Номер пункта методики поверки	Обязательность проведения операций при:	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	5	да	да
2. Проверка электрического сопротивления изоляции	6	да	да
3. Опробование и выбор контрольных точек	7	да	да
4. Поверка простых измерительных каналов	8	да	да
4.1. Поверка каналов измерения объемного расхода	8.1	да	да
4.1.1. Поверка каналов, в состав которых входят ППР	8.1.1	да	да
4.1.2. Поверка каналов, в состав которых входят расходомеры	8.1.2	да	да
4.2. Поверка каналов измерения температуры	8.2	да	да
4.2.1. Поверка ТСП	8.2.1	да	да
4.2.2. Поверка канала измерения температуры ИВБ	8.2.2	да	да
4.3. Поверка каналов измерения давления	8.3	да	да
4.3.1. Поверка ДИД	8.3.1	да	да
4.3.2. Поверка каналов измерения давления ИВБ	8.3.2	да	да
4.4. Поверка канала измерения текущего времени	8.4	да	да
4.5. Определение приведённой погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне 4-20 мА	8.5	да	да
5. Поверка сложных измерительных каналов	9	да	да
5.1. Поверка каналов измерения объема	9.1	да	да
5.2. Поверка каналов измерения массы	9.2	да	нет
5.3. Поверка каналов измерения разности температур	9.3	да	нет
5.4. Поверка каналов измерения тепловой энергии	9.4	да	да
6. Оформление результатов поверки	10	да	да

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

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

Таблица 2

Наименование	Технические характеристики
Установка поверочная для счётчиков жидкости проливная	Допускаемая основная относительная погрешность не более $\pm 0,3 \%$, диапазон воспроизведения расходов $0,015 - 180 \text{ м}^3/\text{ч}$
Секундомер электронный СТЦ 2	Погрешность измерения интервалов времени не превышает $\Delta = \pm(15 \cdot 10^{-7} \cdot T + 0,01) \text{ с}$, где T - значение измеряемого интервала времени
Генератор прямоугольных импульсов Г5-60	Погрешность установки периода следования импульсов $\pm(3 \text{ нс} + 0,1\tau)$
Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64	Пределы допускаемой относительной погрешности $\sigma_f = \pm 5 \cdot 10^{-7}$
Мегаомметр М4109/3	Диапазон измерения от 1 до 500 МОм при $U=500 \text{ В}$, основная погрешность не более $\pm 1,0 \%$
Магазин сопротивлений Р3026/2	К. т. 0,005; 0,01- 99 999,99 Ом
Калибратор – измеритель унифицированных сигналов эталонный ИКСУ-2000	Диапазон измеряемых и воспроизводимых токов 0-25 мА, основная погрешность измерения и воспроизведения тока не более $\pm 0,006 \text{ мА}$
Калибратор программируемый ПЗ20	Диапазон калиброванных выходных напряжений от 10^{-5} до 10^3 В , токов - от 10^{-9} до 10^{-1} А
Миллиамперметр Щ-300	Диапазон измерений: $100 \text{ нА} \div 1 \text{ А}$; Погрешность $(0,05 \div 0,2) \%$

Примечание: допускается применение других средств поверки с аналогичными характеристиками, разрешенных к применению в Российской Федерации.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

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

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

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».

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающего воздуха от $+15$ до $+25 \text{ }^\circ\text{C}$;
- относительная влажность окружающего воздуха от 30 до 80 %;

- атмосферное давление от 86,0 до 106,7 кПа (от 630 до 800 мм.рт.ст.);
- напряжение питания ИВБ от 187 до 242 В;
- частота сети питания от 49 до 51 Гц;
- внешние электрические и магнитные поля (кроме поля Земли), влияющие на работу теплосчетчиков, отсутствуют;
- вибрация и тряска, влияющие на работу теплосчетчиков и средств измерений, отсутствуют.

5. ВНЕШНИЙ ОСМОТР

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- 1) наличие паспорта у теплосчетчика. В паспорте теплосчетчика, находящегося в эксплуатации, должна быть запись о результатах предыдущей поверки с подписью поверителя и оттиском поверительного клейма;
- 2) 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;
- 3) соответствие маркировки на теплосчетчике и маркировки, приведенной в РЭ;
- 4) отсутствие осадка на электродах и на внутреннем покрытии трубы ППР, отсутствие трещин фторопласта;
- 5) отсутствие повреждений сетевого шнура, герметичных вводов и отсутствие повреждений элементов коммутации;
- 6) наличие действующего свидетельства о поверке КТС и/или ТС (в зависимости от комплектации).

6. ПРОВЕРКА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ

6.1 Проверка электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика

Проверку электрического сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчиков относительно корпуса проводить при температуре окружающего воздуха $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и относительной влажности не более 80 % мегаомметром с номинальным напряжением 500 В.

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

Теплосчетчик считается выдержавшим проверку, если электрическое сопротивление изоляции цепей питания относительно корпуса не менее 40 МОм.

6.2 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.

7. ОПРОБОВАНИЕ И ВЫБОР КОНТРОЛЬНЫХ ТОЧЕК

7.1 Опробование

Для проведения опробования и дальнейшей поверки необходимо собрать схему в соответствии с Приложением А (рис. А1 и рис. А2).

Опробование включает следующие операции:

- проверка индикации установленных и измеряемых параметров на индикаторе (ЖКИ) ИВБ;

- проверка работоспособности кнопок управления ИВБ;

- проверка установки индикатора расхода теплосчетчика на ноль при отсутствии сигнала с генератора;

- проверка работоспособности импульсных выходов ИВБ (при их наличии). Частотомер устанавливается в режим счета импульсов. Импульсы на каждом из выходов N1, N2, N3 должны следовать с весом, соответствующим младшему индицируемому на ЖКИ разряду накапливаемого параметра (количества теплоты или массы);

- проверка работоспособности интерфейсов RS-485 и RS-232 путём сличения паспортных значений установленных параметров (D_u , G_B) на индикаторе теплосчетчика и выводимых на экран монитора ПК. Теплосчетчик считают прошедшим проверку, если в процессе ее проведения не обнаружено разночтений между информацией на индикаторе теплосчетчика и информацией, выводимой на монитор.

При наличии в составе теплосчетчика ППР опробование включает в себя дополнительные операции на расходомерной поверочной установке. Составные части теплосчетчика и средства поверки подключаются в соответствии со схемой Приложения А (рис. А3).

Дополнительные операции:

- установка 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 50 - 90 % от наибольшего;

- проверка работоспособности теплосчетчика при измерении объемного и массового расхода, объема и массы теплоносителя в пределах рабочего диапазона;

- проверка установки индикатора расхода теплосчетчика на ноль при отсутствии расхода.

После выполнения указанных выше операций, не сливая воду, оставить испытуемые ППР на 30 минут для стабилизации характеристик.

7.2 Выбор контрольных точек

Относительную погрешность теплосчетчика по показаниям количества теплоты, объема, объемного расхода теплоносителя, а также абсолютную погрешность при измерении температуры теплоносителя, разности температур определять в контрольных точках, указанных в таблице 3а (теплоноситель – вода).

Значения G_B и G_H приводятся в паспорте поверяемого теплосчетчика.

Таблица 3а

№ контрольной точки	Объемный расход, $m^3/ч$	Частота, Гц	t_1 , °C	t_2 , °C	Δt , °C
1	$G_H \dots 1,1 \cdot G_H$	100-110	145	10	135
2	$0,2 \cdot G_B \dots 0,22 \cdot G_B$	2 000-2 200	80	10	70
3	$0,9 \cdot G_B \dots 1,0 \cdot G_B$	9 000-10 000	60	58	2

Значения сопротивления, соответствующие указанным температурам для платиновых ТС с HСХ 100П и Pt100 по ГОСТ Р 8.625-2006, приведены в таблице 36.

Таблица 36

Температура t, °С	Значение сопротивления R, Ом	
	НСХ 100П, W ₁₀₀ = 1,3910	НСХ Pt100, W ₁₀₀ = 1,3850
145	156,32	155,46
100	139,11	138,51
80	131,38	130,90
65	125,56	125,16
60	123,61	123,24
58	122,83	122,47
10	103,96	103,90

8. ПОВЕРКА ПРОСТЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

8.1 Поверка каналов измерения объемного расхода

8.1.1 Поверка каналов измерения объемного расхода, в состав которых входят ППР

Поверка каналов производится комплектно с ИВБ.

При проведении операции поверки используется расходомерная поверочная установка. Составные части теплосчетчика и средства поверки подключаются в соответствии со схемой Приложения А (рис.А3).

Операция поверки проводится в каждой контрольной точке (1-я, 2-я и 3-я контрольная точка) согласно таблице 3а. Если расходомерная установка не воспроизводит расходов, соответствующих 90 % G_в, то допускается в 3-й контрольной точке выполнять измерения на максимальном расходе, воспроизводимом установкой, при условии, что его значение не менее 30 % G_в.

В каждой контрольной точке проводится по три измерения.

Относительная погрешность при измерении расхода теплоносителя δ_G в процентах определяется по формуле (8.1) при проведении операции поверки методом сличения, по формуле (8.2) - при поверке объемным методом.

$$\delta_G = \left(\frac{G_u}{G_o} - 1 \right) \times 100 \%, \quad (8.1)$$

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

G_o – показания ОСИ (в п.8.1.1 это показания расхода поверочной установки, усредненные за время измерения), м³/ч.

$$\delta_G = \left(\frac{G_u}{3600 \cdot V_o / T_{изм}} - 1 \right) \times 100 \%, \quad (8.2)$$

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

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

$T_{изм}$ рекомендуется выбирать не менее:

- 180 секунд в 1-ой контрольной точке;
- 60 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:

$\pm(1,5+0,01G_v/G) \%$ для приборов класса В;

$\pm(0,8+0,004G_v/G)\%$ для приборов класса С.

8.1.2 Поверка каналов измерения объемного расхода, в состав которых входят расходомеры

Поверка каналов производится поэлементно.

8.1.2.1 Поверка расходомеров

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

8.1.2.2 Поверка частотно-импульсных входов ИВБ

Операцию поверки проводить для каждого измерительного канала. Допускается одновременное 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 А (рис.А1), установить на генераторе значение частоты 10 кГц, амплитуды - 5 В, положительной полярности и скважности - 2.

Относительную погрешность δ_G рассчитывать по формуле (8.1).

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

8.2 Поверка каналов измерения температуры

Поверка каналов производится поэлементно.

8.2.1 Поверка ТС

Поверка термопреобразователей сопротивления производится по ГОСТ 8.624-2006 на соответствие классам А или В по ГОСТ 8.625-2006.

8.2.2 Поверка канала измерения температуры ИВБ

Операцию поверки проводить для всех каналов измерения температуры. Поверку проводить путем имитации сигналов от ТС магазинами сопротивлений (см. схему Приложения А, рис.А1) в соответствии с номинальной статической характеристикой используемых термопреобразователей. Допускается совмещать с операцией поверки по п.9.4.2.

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, соответствующих температуре 60 и 145 °С (см. таблицу 36).

Абсолютную погрешность при измерении сигнала от ТС вычислять по формуле (8.3).

$$\Delta_{\text{ти}} = t_{\text{и}} - t \quad (8.3)$$

где $t_{\text{и}}$ - значение температуры, индицируемое на ЖКИ, °С;
 t - значение температуры в контрольных точках (0, 60, 145), °С.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если абсолютная погрешность измерений каждого температурного канала, определенная по формуле (8.3), не выходит за пределы $\pm(0,2+0,001t)$ °С.

8.3 Поверка каналов измерения давления

8.3.1 Поверка ДИД

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

8.3.2 Поверка канала измерения давления ИВБ

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

Поверку проводить в контрольных точках согласно таблице 4.

Подать с калибратора тока на вход Р1 ток, пропорциональный значениям избыточного давления (см. табл.4).

Таблица 4

Диапазон измерения датчика давления, МПа	Диапазон входных токов выбранного датчика, мА	Номер контрольной точки					
		1		2		3	
		Ток, I, мА	Расчётное давление, $P_{\text{избР}}$, МПа	Ток, I, мА	Расчётное давление, $P_{\text{избР}}$, МПа	Ток, I, мА	Расчётное давление, $P_{\text{избР}}$, МПа
0 – 1,6	4 - 20	4,800	0,08	12,00	0,80	20,00	1,60

Зафиксировать индицируемые на ЖКИ теплосчетчика показания избыточного давления в каждом канале. Приведенную погрешность измерения избыточного давления γ_p в процентах рассчитывать по формуле (8.4).

$$\gamma_p = \left(\frac{P_{\text{избИ}} - P_{\text{избР}}}{P_{\text{max}}} \right) \times 100\% \quad (8.4)$$

где $P_{\text{избИ}}$ – значение давления, индицируемое на ЖКИ, МПа;
 $P_{\text{избР}}$ – расчетное значение давления, приведенное в таблице 4, МПа,
 P_{max} – максимальное значение измеряемого давления ($P_{\text{max}} = 1,6$ МПа).

Повторить операцию поверки для каналов Р2-Р6.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если приведенная погрешность измерений каждого канала во всех контрольных точках не выходит за пределы $\pm 0,15\%$.

8.4 Поверка канала 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.

Абсолютную погрешность измерения времени наработки Δ_T рассчитать по формуле:

$$\Delta_T = T_{\text{и}} - T_{\text{с}}, \quad (8.5)$$

где: $T_{\text{и}}$ - промежуток времени между сигналами точного времени по индикатору ИВБ, с;

$T_{\text{с}}$ - промежуток времени по сигналам точного времени, с.

Результат поверки считать положительным, если рассчитанная по формуле (8.5) погрешность измерений времени наработки Δ_T не выходит за пределы ± 8 с.

8.5 Определение приведённой погрешности преобразования измеренного значения температуры в сигнал постоянного тока в диапазоне 4-20 мА

На магазине сопротивлений установить значение R_0 согласно таблице 5 и зафиксировать значение тока на токовом выходе в контрольных точках.

Таблица 5

Контрольная точка	100П	Pt100	t, °C
	R_0 , Ом	R_0 , 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 (8.6).

$$\gamma_I = \left(\frac{I_{\text{и}} - I_{\text{min}}}{I_{\text{max}} - I_{\text{min}}} - \frac{t_{\text{и}}}{t_{\text{max}}} \right) \times 100\% \quad (8.6)$$

где: $I_{\text{и}}$ - измеренное значение тока в выбранной точке, мА;

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

$t_{\text{и}}$ - температура по показаниям индикатора теплосчётчика, °C;

$t_{\text{max}} = 150$ °C.

Теплосчётчики считают прошедшими поверку, если погрешность, определённая по формуле 8.6, не выходит за пределы $\pm 0,5$ % в каждой контрольной точке.

9. ПОВЕРКА СЛОЖНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ

9.1 Поверка каналов измерения объема

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

Относительную погрешность ИВБ при измерении объема теплоносителя (δ_v) рассчитывать по формуле (9.1), %.

$$\delta_v = \left(\frac{V_{\text{и}}}{V_{\text{р}}} - 1 \right) \cdot 100\% \quad (9.1)$$

где $V_{\text{и}}$ - значение объема теплоносителя, накопленное за время наблюдения, л;

$V_{\text{р}}$ - расчётное значение объема теплоносителя за время наблюдения, л.

При программировании входов вычислителя на прием частотных сигналов $V_{\text{р}}$ определять по формуле (9.2).

$$V_p = \frac{T \cdot G_b}{3600 \cdot f_{\max}} \cdot f_O \quad (9.2)$$

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

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

(в режиме "Поверка" $f_{\max} = 10000$ Гц);

G_b – 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 прием импульсных сигналов V_p определять по формуле (9.3).

$$V_p = 0,001 \cdot K_v \cdot T / \tau_n \quad (9.3)$$

где τ_n – период следования импульсов по показаниям образцового частотомера, с;

K_v – значение весового коэффициента импульса, л/имп

(в режиме "Поверка" $K_v = 1$ л/имп).

В каналах с ППР V_p определять по формуле (9.4).

$$V_p = T \cdot G_b / 3600 \quad (9.4)$$

Поверку проводить в контрольных точках 1, 2 и 3 (см.табл.3а).

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

9.2 Поверка каналов измерения массы

Операция поверки выполняется в 1-ой контрольной точке таблицы 3а для всех каналов измерения расхода.

Рекомендуется совмещать с операцией поверки по п.9.4. При выполнении п.9.4 зафиксировать показания объема M_n для каждого измерительного канала.

Относительная погрешность ИВБ при измерении массы теплоносителя (δ_m) рассчитывается по формуле (9.5), %.

$$\delta_m = \left(\frac{M_n}{M_p} - 1 \right) \cdot 100 \%, \quad (9.5)$$

где: M_n – значение массы теплоносителя, накопленное за время наблюдения, т;

M_p – расчетное значение, определяется по формуле (9.6).

$$M_p = 0,001 \cdot \rho \cdot V_p \quad (9.6)$$

где ρ [кг/м³] – табл. значение плотности воды при температуре t_1 и $P_{\text{а6с}} = 1,0$ МПа.

Примечание – значения ρ в контрольных точках приведены в Приложении Б.

Теплосчётчики считаются прошедшими поверку, если относительная погрешность δ_m не выходит за пределы $\pm 0,15$ %.

9.3 Поверка каналов измерения разности температур

Проводится поэлементно.

9.3.1. Поверка каналов ИВБ

Допускается совмещать с операцией поверки по п.9.4.1.

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

а) Подключить к входам $T_1 - T_7$ блока ИВБ магазины сопротивлений (схема электрических соединений приведена в Приложении А).

б) Установить на магазинах значения сопротивлений, соответствующие температурам $t_{1и}$ и $t_{2и}$ в контрольной точке (см табл. 3а и 3б).

с) Перевести ИВБ в режим "Поверка".

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

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

$$\Delta_{\Delta t} = (t_{1и} - t_{2и}) - (t_1 - t_2), \quad (9.7)$$

где:

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

t_1 , t_2 - значение температур в контрольной точке (см. таблицу 3а), °С,

Примечание - В режиме "Поверка" в ИВБ автоматически устанавливается конфигурация системы учета и измерительных каналов температуры $T_1 - T_7$ в каждой системе в соответствии с разделом «Описание режима «Поверка»» [5] (модификация 200) или [6] (модификация 300 (с ППР))

Результат проверки считать положительным, если при измерении $\Delta_{\Delta t}$ для каждого измерительного канала выполняется условие:

$$|\Delta_{\Delta t}| \leq 0,03 \text{ } ^\circ\text{C} \quad (9.8)$$

9.3.2 Поверка КТС

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

Пределы допускаемой относительной погрешности примененных КТС по измерению разности температур должны удовлетворять условию:

$$|\delta_{\text{КТС}}| \leq (0,5 + 3\Delta t_w/t), \% \quad (9.9)$$

9.4 Поверка каналов измерения тепловой энергии

9.4.1 Поверка каналов в режиме 2Т

Проводится поэлементно.

Относительную погрешность $\delta_{Q(\text{выч})}$ измерительно-вычислительного блока ИВБ по показаниям количества теплоты определять следующим методом:

а) Установить переключатели магазинов сопротивлений в положение, соответствующее значениям сопротивлений термопреобразователей в первой контрольной точке (см. таблицы 3а, 3б).

б) Установить на генераторе параметры выходного сигнала, причем:

- если каналы запрограммированы на прием частотных сигналов с расходомеров, то установить значение частоты в контрольной точке согласно таблице 3, амплитуды - 5 В, положительной полярности и скважности - 2;

- если каналы запрограммированы на прием *импульсных* сигналов с расходомеров, то установить период следования импульсов 100 мс, длительность импульсов произвольную из диапазона 0,1 - 50 мс, амплитудой 5 В, положительной полярности.

Примечание – конфигурация входов вычислителя (прием частотных или импульсных сигналов) установлена в соответствии с типом выходного сигнала расходомеров, подключаемых к измерительным каналам ИВБ при эксплуатации на объекте.

с) Перевести ИВБ в режим "Поверка". 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 донпуском, определяемым внутренним таймером ИВБ.

Примечания:

1. В ИВБ имеется возможность изменять время наблюдения программно в интервале от 30 до 600 с
2. В режиме "Поверка" в ИВБ автоматически устанавливаются:
 - значения избыточного давления 0,9 и 0,5 МПа в подающих и обратных трубопроводах соответственно;
 - конфигурация систем учета и измерительных каналов в каждой системе в соответствии с разделом «Описание режима «Поверка»» [5] (модификация 200) или [6] (модификация 300 (с ППР))
 - значения объемных расходов в каналах с ППР равными значениям наибольшего расхода G_v каждого канала.

д) Зафиксировать количество теплоты Q_i , накопленное за время сеанса наблюдения в каждом измерительном канале.

е) В каждом измерительном канале определить относительную погрешность измерительного канала при вычислении количества теплоты по формуле:

$$\delta_{Q(в\check{y}ч)} = \frac{Q_i - Q_{расч}}{Q_{расч}} \cdot 100\%, \quad (9.10)$$

где: Q_i - измеренное значение количества теплоты (показания на ЖКИ ИВБ), ккал;
 $Q_{расч}$ - расчетное значение количества теплоты, ккал.

ф) Расчетное значение количества теплоты определить по формуле:

$$Q_{расч} = V_p \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2), \quad (9.11)$$

где: $V_p [м^3]$ - расчетное значение объема (см.п.9.1),
 $\rho [кг/м^3]$ - табличное значение плотности воды при температуре t_1 и $P_{абс} = 1.0$ МПа);
 h_1 - табличные значения энтальпии воды в [ккал/кг] при температуре t_1 и $P_{абс} = 1,0$ МПа
 h_2 - табличные значения энтальпии воды в [ккал/кг] при температуре t_2 и $P_{абс} = 0,6$ МПа
Примечание - значения ρ и h в контрольных точках приведены в Приложении Б.

г) Повторить измерения во 2-ой и 3-ей контрольных точках.

Результат проверки считать положительным, если в каждой контрольной точке выполнено условие:

$$|\delta_{Q(в\check{y}ч)}| \leq (0,5 + \Delta t_n / \Delta t), \% \quad (9.12)$$

где: Δt_n – минимальное измеряемое значение разности температур, °С ($\Delta t_n = 2$ °С);
 Δt – значение разности температур в контрольной точке, °С.

9.4.2 Поверка каналов в режиме 1Т

Относительную погрешность $\delta_{Q(выч)}$ измерительно-вычислительного блока ИВБ по показаниям количества теплоты определять следующим методом:

- Перевести ИВБ в режим «Настройки» и запрограммировать значение температуры холодной воды $t_{хв} = 0^\circ\text{C}$ в каналах Т2, Т4, Т6, Т7.
- Подключить к входам Т1, Т3, Т5 блока ИВБ магазины сопротивлений, к входам Т2, Т4, Т6, Т7 – перемычки или магазины сопротивлений.
- Установить с помощью магазинов сопротивлений значение температуры $t_1 = 10^\circ\text{C}$.
- Установить с помощью генератора значение расхода $G = G_v$
- Выполнить пп. 9.4.1 с) - 9.4.1 е)

Расчетное значение количества теплоты определить по формуле:

$$Q_{\text{расч}} = V_p \cdot \rho \cdot (h_1 - h_{хв}), \quad (9.13)$$

где: $V_p[\text{м}^3]$ - расчетное значение объема (см.п.9.1),

$\rho[\text{кг/м}^3]$ – табл. значение плотности воды при температуре t_1 и $P_{абс} = 1,0 \text{ МПа}$;

h_1 - табличные значения энтальпии воды в $[\text{ккал/кг}]$ при температуре t_1 и $P_{абс} = 1,0 \text{ МПа}$

$h_{хв}$ - табличные значения энтальпии воды в $[\text{ккал/кг}]$ при температуре $t_{хв}$ и $P_{абс} = 0,6 \text{ МПа}$

Примечание - значения ρ и h в контрольных точках приведены в Приложении Б.

- Повторить измерения при $t_1 = 60^\circ\text{C}$, 145°C .

Результат поверки считать положительными, если в каждом измерительном канале выполняется условие:

$$|\delta_{Q(выч)}| \leq (0,5 + 10/t_1), \% \quad (9.14)$$

10. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

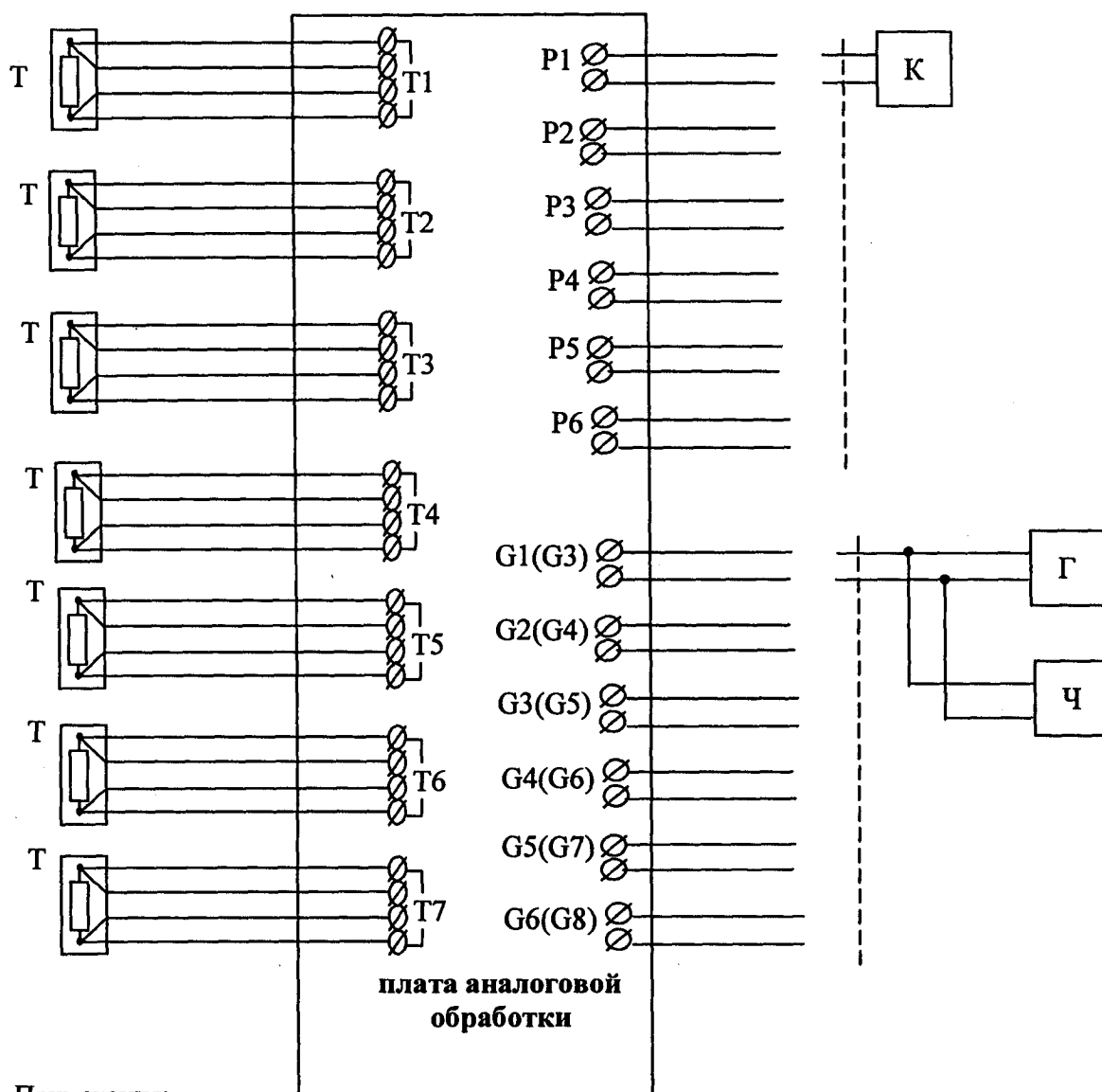
10.1 При положительных результатах поверки в Паспорте указываются дата поверки, дата следующей поверки, Ф.И.О. поверителя и ставится подпись поверителя с нанесением оттиска поверительного клейма, а также наносится оттиск клейма поверителя на экране, защищающем платы ИВБ от несанкционированного доступа.

10.2 При отрицательных результатах поверки после выпуска из производства теплосчетчик возвращается изготовителю для устранения дефектов с последующим предъявлением на повторную поверку.

10.3 При отрицательных результатах поверки теплосчетчика, находящегося в эксплуатации, выдается извещение о непригодности.

Приложение А (обязательное)

Схема электрических соединений платы аналоговой обработки вычислителя



Примечания:

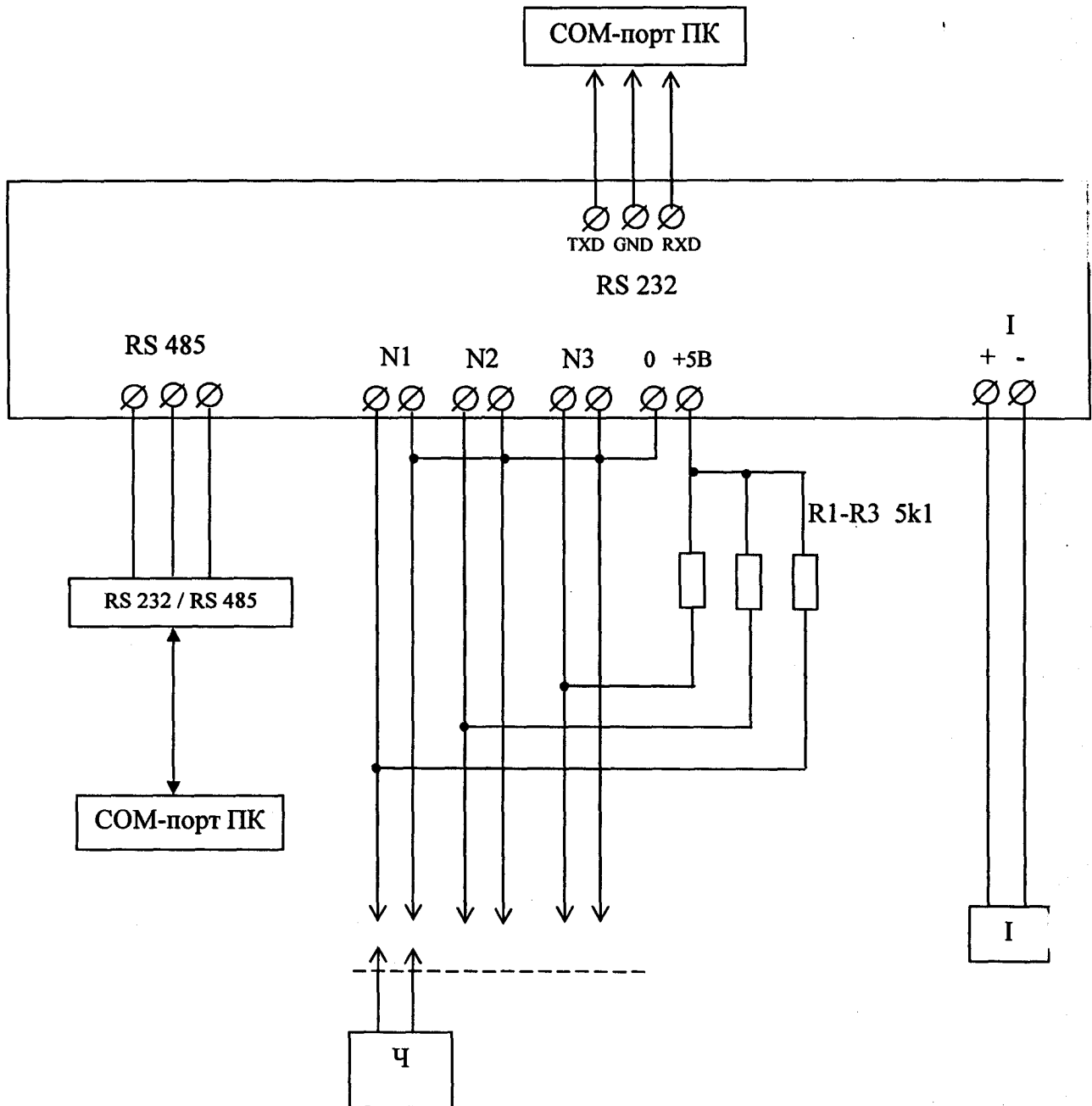
1. На схеме использованы следующие сокращения:
 - Т — магазины сопротивлений;
 - К — калибратор тока (П 320);
 - Г — генератор;
 - Ч — частотомер;
 - Т1...Т7 — входы каналов измерения температуры;
 - G1...G8 — частотные входы каналов измерения расхода;
 - Р1...Р6 — входы каналов измерения избыточного давления.
2. В скобках (G3-G8) указаны обозначения частотных входов каналов измерения расхода теплосчетчиков, у которых в каналах G1 и G2 вместо расходомеров применяются ППР.
3. Допускается входы G1-G6 (G3-G8) подключать параллельно к одному генератору. При этом генератор должен обеспечивать выходной ток не менее 60 мА.
4. Если в состав теплосчетчика входят ППР, то измерительный канал Т7 отсутствует.

Рис. А1

Приложение А

(продолжение)

Схема электрических соединений верхней платы теплосчетчика



Примечание - на схеме использованы следующие сокращения:

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

Рис. А2

Приложение А

(продолжение)

Схема электрических соединений вычислителя и ППР

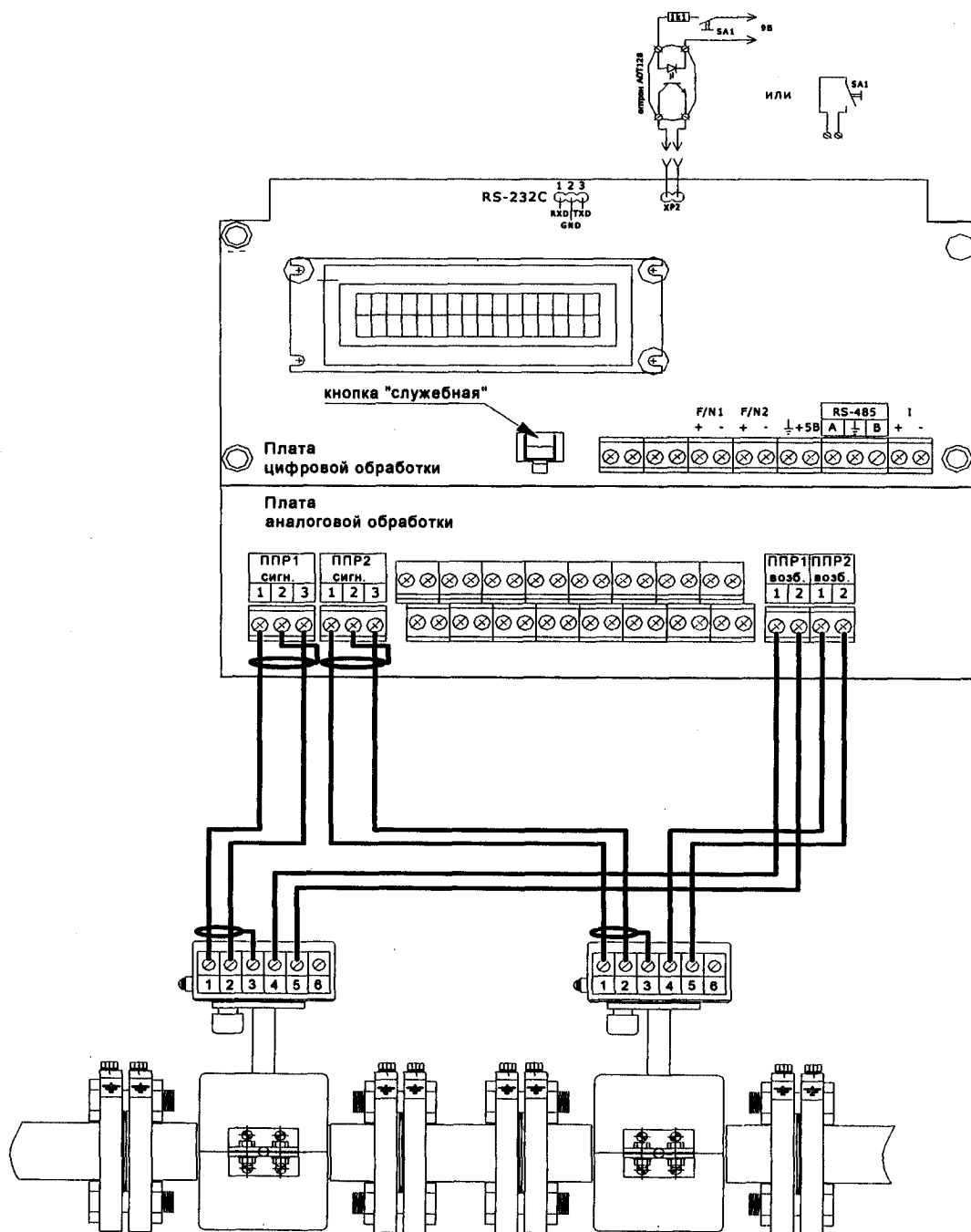


Рис.А3

Приложение Б

(обязательное)

**Значения плотности и энтальпии теплоносителя
в контрольных (поверочных) точках**

Теплоноситель	Температура	Абсолютное давление	Плотность	Энтальпия	
	t, °C			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

Приложение В**Перечень документов, на которые даны ссылки в методике поверки**

№	Обозначение документа	Наименование документа
[1]	ГОСТ Р 51649-2000	Теплосчётчики для водяных систем теплоснабжения Общие технические условия
[2]	ГОСТ Р 8.596-2002	Метрологическое обеспечение измерительных систем Основные положения
[3]	ГОСТ 12.2.007-75	Изделия электротехнические. Общие требования безо- пасности
[4]	ГОСТ 12.3.019-80	Испытания и измерения электрические. Общие требо- вания безопасности
[5]	АРВС 7746967.037.000 РЭ	Теплосчетчики ТЭМ-106. Руководство по эксплуата- ции (модификация 200)
[6]	АРВС 7746967.037.300 РЭ	Теплосчетчики ТЭМ-106. Руководство по эксплуата- ции (модификация 300)
[7]	ГОСТ 8.624-2006	Термометры сопротивления из платины, меди и никеля Методика поверки
[8]	ГОСТ 8.625-2006	Термометры сопротивления из платины, меди и никеля Общие технические требования и методы испытаний