

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
МЕТРОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ»
(ФГУП «ВНИИМС»)



УТВЕРЖДАЮ

Директор ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

16 " 03 2009 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛИ ТМК-Н

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ППБ.408843.027 МП

1.р. 24635-09

г. Москва
2009 г.

Настоящий документ распространяется на тепловычислители ТМК-Н (далее – тепловычислитель или ТМК-Н) и устанавливает методы и средства их первичной и периодических проверок при выпуске из производства, в эксплуатации и после ремонта.

Межповерочный интервал - не более четырех лет.

ТМК-Н предназначены для работы в составе теплосчетчиков при измерении и регистрации параметров теплоносителя и тепловой энергии в водяных системах теплоснабжения различной конфигурации. Область применения - узлы коммерческого учета у производителей и потребителей тепловой энергии и теплоносителя, а также автоматизированные системы сбора и контроля технологических параметров.

Тепловычислители, в зависимости от модификации, обеспечивают измерение параметров в каждом из от одного до двенадцати каналов, состоящих из преобразователей расхода, счетчиков воды или расходомеров-счетчиков (далее по тексту – «преобразователи расхода»), преобразователей давления и температуры, а также тепловой энергии по данным об измеренных параметрах теплоносителя.

При проведении проверки различных модификаций ТМК-Н определяются только те метрологические характеристики, присущие данной модификации.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

1.1 При проведении проверки выполняют следующие операции:

1.1.1 Внешний осмотр (п.5.1);

1.1.2 Опробование (п.5.2);

1.1.3 Определение погрешностей (п.п.5.3 ... 5.14).

1.2 При проведении проверки применяют средства, указанные в таблице 1.1.

Таблица 1.1

Наименование оборудования	Технические характеристики (назначение)
Частотомер ЧЗ-63	Диапазон частот: 0,1Гц...200МГц, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7} + T_{\text{такт}}/n T_{\text{изм}}$
Магазин сопротивлений Р-4831	Диапазон сопротивлений 0,001...111111,111 класс 0,02
Прибор для проверки вольтметров В1-12	Диапазон токов 1 мкА...100 мА, погрешность $2,5 \cdot 10^{-4} I_n + 1 \text{ мкА}$
Программное обеспечение «ТМК - Сервис», «Конфигуратор приборов»	Организация обмена данными и вывод на ПК
Контроллер измерительный КИ-2	Диапазон генерируемых частот 0,002...2049Гц, погрешность частоты $\pm 0,02\%$, количество импульсов 1...16777215
Адаптер БИФ	Вывод данных на ПК
Программное обеспечение «Монитор-Сервис»	Управление контроллером КИ-2
ПК	для Windows –XP и выше

Примечание - Допускается использование других средств измерений и оборудования с характеристиками не хуже указанных в таблице 1.1.

1.3 При получении в процессе любой из операций отрицательных результатов проверку прекращают. Вычислитель после ремонта, настройки и регулировки (при необходимости) подвергают повторной проверке в полном объеме раздела 5.

2 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

2.1 При проведении поверки соблюдают условия, приведенные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

Наименование параметра	Единица измерения	Значение
1. Температура окружающего воздуха	°С	20±5
2. Относительная влажность	%	30 ... 80
3. Атмосферное давление	кПа	84 - 106,7
4. Температура воды	°С	10...40

2.2 Напряжение питающей сети 220 В ±5%, частота 50±1Гц .

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

- 3.1 К работе по проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на тепловычислитель, а также приборы и оборудование, указанные в таблице 1.1, прошедший инструктаж на рабочем месте и имеющий квалификационную группу по электробезопасности не ниже 2.
- 3.2 Во время подготовки и при проведении поверки соблюдают порядок выполнения работ, требования безопасности и правила, установленные соответствующими документами.

4 ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

- 4.1 Подготовка средств поверки.
- 4.1.1 Проверяют наличие действующих свидетельств о поверке (аттестации) средств поверки и целостность оттисков поверительных клейм.
- 4.1.2 Подготавливают средства поверки к работе согласно их технической документации и прогревают их в течение 30 мин.
- 4.2 Перед поверкой тепловычислитель выдерживают в нормальных условиях не менее 8 часов.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого вычислителя следующим требованиям:

- соответствие номера и модификации вычислителя паспорту;
- отсутствие механических повреждений, влияющих на работу;
- отсутствие механических повреждений гермовводов;
- отсутствие загрязнений, повреждений и окислений контактов соединителей.

Состояние гермовводов и контактов соединителей проверяют, открутив 4 винта, расположенных по углам корпуса блока вычислителя и отсоединив корпус блока вычислителя от корпуса блока коммутации.

Вычислитель, не удовлетворяющий указанным требованиям, к дальнейшей поверке не допускают.

5.2 Опробование

Для вычислителей исполнений ТМК-Н0ХХ:

Входят в режим СЕРВИСНОГО МЕНЮ и проверяют совпадение даты и времени вычислителя с текущими (т.к. внутреннее время прибора не переводится на летнее и зимнее, то допускается несовпадение с текущим на ± 1 час). Далее определяют настроечные параметры: номер прибора и схемы измерений, заданные цены импульсов настройки по каждому каналу, температуру и давление в источнике холодной воды (при необходимости).

Переходят в режим ОСНОВНОГО МЕНЮ и определяют по каждому каналу параметры подлежащие поверке (температура, масса, давление, тепловая энергия) для используемой схемы измерений.

Для вычислителей исполнений ТМК-Н1ХХ:

Входят в меню НАСТРОЙКИ и проверяют совпадение даты и времени вычислителя с текущими. Далее определяют настроечные параметры: номер прибора и схемы измерений, заданные цены импульсов настройки по каждому каналу, температуру и давление холодной воды, используемой для подпитки ТС (при необходимости).

Переходят в меню ПАРАМЕТРЫ и определяют по каждому каналу параметры, подлежащие проверке (температура, масса, давление, тепловая энергия) для используемого варианта схемы измерений.

5.3 Определение погрешностей тепловычислителя.

5.3.1 Общие указания

Подсоединяют вычислитель к приборам и оборудованию в зависимости от конфигурации используемой схемы измерений, согласно ПРИЛОЖЕНИЯ А. При этом магазины сопротивлений подключают ко входам, измеряющим температуру по четырехпроводной схеме, выходы измерительного контроллера подключают ко входам вычислителя, выполняющим подсчет импульсов, а выходы калибраторов тока (В1-12) - ко входам, измеряющим величину тока.

Допускается определение погрешностей параметров только тех каналов, которые используются в заданной схеме измерений.

При испытании вычислителей исполнений ТМК-Н0ХХ выполняют следующие подготовительные операции:

- подключают к ПК и вычислителю адаптер БИФ;
- загружают в ПК ПО «ТМК - Сервис». Задают на основной панели номер СОМ - порта и требуемую скорость обмена, как указано в контекстной справке к используемому ПО;
- переходят на вкладку ТЕКУЩИЕ ПАРАМЕТРЫ, задают канал считывания - БИФ и кликают мышкой по клавише СЧИТАТЬ.
- контролируют появление на экране ПК таблицы с текущими параметрами вычислителя.
- перед проведением измерений контролируют отсутствие индикации LB, свидетельствующее о необходимости замены батареи, а также (при подключенном оборудовании и заданных параметрах измерений) в течение процесса измерений отсутствие сообщений об НС по контролируемому параметру на ЖКИ вычислителя или при считывании текущих параметров на ПК.

При испытании вычислителей исполнений ТМК-Н1ХХ выполняют следующие подготовительные операции:

- подключают вычислитель к ПК при помощи нуль-модемного кабеля;
- загружают в ПК ПО «Конфигуратор приборов» и выполняют необходимые настройки подключения, приведенные в контекстной справке к указанному ПО.
- перед проведением измерений контролируют (при подключенном оборудовании и заданных параметрах измерений), а также в течение процесса измерений отсутствие флагов НС по проверяемому параметру на ЖКИ вычислителя или при считывании текущих параметров на ПК.

5.3.2 Определение абсолютной погрешности измерения температуры и разности температур.

Подключают магазин сопротивлений одновременно ко всем проверяемым каналам измерений температуры, задействованных в заданной схеме тепловычислителя. Входят в режим индикации температуры. Последовательно устанавливают значения сопротивлений в зависимости от типа НСХ термопреобразователей, используемой в тепловычислителе, в соответствии с таблицей 5.2.

Таблица 5.1

Температура, °C	Значение сопротивления, Ом			
	W ₁₀₀ = 1,391		W ₁₀₀ =1,385	
	100П	500П	Pt100	Pt500
149	157,85	789,23	156,95	784,76
75	129,44	647,21	128,99	644,94
4	101,59	507,93	101,56	507,81
- 45	82,02	410,1	82,3	411,48

Примечание – Для исполнений ТМК-Н0ХХ тип НСХ ТСП определяют в зависимости от исполнения вычислителя, а W_{100} – считав данные инициализации через адаптер БИФ на ПК, при помощи ПО «ТМК - Сервис» на вкладке ТЕКУЩИЕ ПАРАМЕТРЫ; для исполнений ТМК-Н1ХХ тип НСХ ТСП определяют по ЖКИ прибора в меню Датчики

Считывают с интервалом не менее 3 минут для исполнений ТМК-Н0ХХ или с интервалом не менее 32 секунд для исполнений ТМК-Н1ХХ с ЖКИ или с экрана ПК показания температуры (t_i) и разности температур (Δt_{ij}) между каналами в соответствии со схемой измерений, используемой в тепловычислителе.

Определяют для каждого канала тепловычислителя абсолютную погрешность измерений температуры:

$$\Delta t_i^{TB} = t_{изм} - t_{зад}$$

Примечание. Для каналов, предназначенных для контроля температуры воздуха (модификации ТМК-Н1ХХ) погрешность измерений температуры определяется при $(-45, 4 \text{ и } 75)^\circ\text{C}$

За абсолютную погрешность измерений температуры принимается максимальное значение из Δt_i^{TB} .

Определяют разность температур между измеренными значениями температур каналов теплообменного контура:

$$\Delta t_{ij} = t_i - t_j$$

За абсолютную погрешность измерения разницы температур принимается максимальное из значений Δt_{ij} .

Вычислитель считают поверенным по данным параметрам, если значение абсолютной погрешности измерений температуры канала не выходит за пределы $\pm 0,25^\circ\text{C}$, а разницы температур - за пределы $\pm 0,1^\circ\text{C}$ для исполнений ТМК-Н0ХХ и $\pm 0,05^\circ\text{C}$ для исполнений ТМК-Н1ХХ.

5.3.3 Определение погрешности измерений давления.

Входят в режим индикации давления. Последовательно задают калибратором величины токов в рабочем диапазоне вычислителя согласно таблице 5.2, пропорциональных давлению, считывают показания давления с ЖКИ или ПК. (Считывание показаний проводят после их изменений с периодичностью не менее 3 минут после задания величины тока для исполнений ТМК-Н0ХХ или с интервалом не менее 32 секунд для исполнений ТМК-Н1ХХ.)

Примечание – Для исполнений ТМК-Н0ХХ диапазон измеряемого тока и максимальное давление определяют на вкладке ТЕКУЩИЕ ПАРАМЕТРЫ ПО «ТМК - Сервис» считав данные. Для исполнений ТМК-Н100 заданный диапазон измеряемого тока и максимальное давление определяют либо в меню ДАТЧИКИ - на ЖКИ, либо считав данные на ПК, при помощи ПО «Конфигуратор приборов» на вкладке КАНАЛЫ ДАВЛЕНИЯ.

Таблица 5.2

Задаваемое давление	Изд, (мА) для установленного диапазона измерений тока (ΔI)			$P_{зад}$ (кгс/см ²) для установленного максимального давления ($P_{макс}$) канала вычислителя					
	$\Delta I = 0...5$	$\Delta I = 4...20$	$\Delta I = 0...20$	$P_{макс} = 4$	$P_{макс} = 6$	$P_{макс} = 6,3$	$P_{макс} = 10$	$P_{макс} = 16$	$P_{макс} = 25$
0,9 $P_{макс}$	4,5	18,4	18	3,6	5,4	5,67	9,0	14,4	22,5
0,5 $P_{макс}$	2,5	12,0	10	2	3,0	3,15	5,0	8,0	12,5
0,2 $P_{макс}$	1,0	7,2	4	0,8	1,2	1,26	2,0	3,2	5,0

Вычисляют приведенную погрешность измерений давления:

$$\gamma_P^{TB} = \frac{P_{изм} - P_{зад}}{P_{макс}} \cdot 100\%$$

где $P_{изм}$ – показания давления;

$P_{зад}$ – заданные значения из таблицы 5.2;

$P_{макс}$ – верхний предел диапазона измерений давления.

Повторяют измерение для каждого задействованного в схеме канала. За приведенную погрешность измерений давления принимается максимальное из полученных значений γ^{TB} .

Вычислитель считают поверенным по данному параметру, если значение приведенной погрешности измерений давления не выходит за пределы $\pm 0,3\%$ для исполнений ТМК-Н0ХХ и $\pm 0,1\%$ для исполнений ТМК-Н1ХХ.

5.3.4 Определение относительной погрешности измерений массы (объема).

Примечание 1 – Для вычислителей исполнений ТМК-Н0ХХ перед определением погрешностей измерений массы и тепловой энергии проверяют состояние теста НС J в поверяемом контуре:

- если включен тест НС J, то проверяют (дожидаются) наличия НС J во всех каналах входящих в поверяемый контур (в данной ситуации наличие НС J не является препятствием к дальнейшему выполнению операций измерения);

- если тест на НС J – во всех каналах поверяемого контура выключен, то имитируют наличие НС2 в контуре (например: задают, в зависимости от типа НСХ каналов измерения температуры, магазинами сопротивление 100 Ом (для НСХ 100П и Pt100) или 500 Ом (для НСХ 500П и Pt500) в любом из каналов данного контура и дожидаются появления НС2 в этом контуре.

Для исполнений ТМК-Н0ХХ без функции измерений давления испытания при определении погрешности измерений массы и тепловой энергии проводят для договорных значений давления – в этом случае приборы В1-12 – не используют.

Для исполнений ТМК-Н1ХХ перед определением погрешностей измерений массы, объема переводят переключатель SA1 из положения РАБОТА в положение ПОВЕРКА, затем контролируют обнуление показаний счетчиков, массы, объема и тепловой энергии, а также отключение реакций на каналные флаги пороговых значений.

Задают магазинами сопротивления, соответствующие температуре 75°C из таблицы 5.1, а калибраторами величину тока из таблицы 5.2, соответствующую давлению 0,5Р_{макс}.

Дожидаются показаний температур и давлений, соответствующих заданным и контролируют отсутствие НС в контуре, в который входят испытываемые каналы.

Считывают данные на ПК и фиксируют начальные показания массы G_n (объема V_n) в испытываемых каналах. Подают с контроллера КИ-2 на вход этих каналов количество $N \geq 100$ импульсов с параметрами, приведенными в таблице 5.3 для исполнений ТМК-Н0ХХ или таблицы 5.4 для исполнений ТМК-Н1ХХ и через паузу > 40 с считывают на экран ПК и фиксируют конечные показания массы G_k (объема V_k) в испытываемых каналах.

Таблица 5.3

Входная клемма вычислителя	Наличие джампера на разъеме ХР4 (см. РЭ соответствующей модификации)	Частота следования импульсов, Гц	Длительность импульса, мс
K1	Есть	8	4,88
K1, K2	Нет	8 (для K1) 4 (для K2)	62,26

Таблица 5.4

ФИЛЬТР ВХОДНОЙ	НАЛИЧИЕ ДЖАМПЕРА НА РАЗЪЕМАХ ХР12...ХР17 (СМ. РЭ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ МОДИФИКАЦИИ)	ЧАСТОТА СЛЕДОВАНИЯ ИМПУЛЬСОВ, ГЦ	ДЛИТЕЛЬНОСТЬ ИМПУЛЬСА, МС
5 Гц	нет	4	50...70
1000 Гц	есть	1000	0,5

Управление режимами работы и параметрами контроллера КИ-2 осуществляют при помощи ПО «Монитор-Сервис» (см. ППБ.408843.026 РП «Монитор-Сервис» Руководство пользователя).

Определяют относительную погрешность измерений массы:

$$\delta_G^{TB} = \frac{(G_k - G_n) - G_{pac}}{G_{pac}} \cdot 100\%$$

где $G_{рас}$ - расчетное значение массы, вычисляемое по формуле

$$G_{рас} = N_i \cdot \Delta u_i \cdot \rho(t_i) / 1000 \quad (\text{т})$$

Δu ($\text{м}^3/\text{имп}$) - цена импульса настройки канала;

$N(\text{имп})$ - количество импульсов, поданных на вход испытуемого канала;

$\rho(t)$ ($\text{кг}/\text{м}^3$) - плотность теплоносителя при заданных температуре и давлении в испытуемом канале

Примечание 2 - здесь и далее значения плотности и энтальпии теплоносителя в зависимости от температуры и давления определяются из таблиц ГСССД 98-86 «Вода. Удельный объем и энтальпия» изд. Стандартов 1986 или из справочного ПРИЛОЖЕНИЯ В.

При определении плотности и энтальпии для вычисления расчетных значений массы и тепловой энергии следует учесть, что величины указанные в таблицах 5.2 и 5.9 – соответствуют избыточному давлению, а приведенные в таблицах ГСССД 98-86 – абсолютному, поэтому пересчет проводится по формуле: $P_{абс} = P_{изб} + 1$

Для каналов, предназначенных для измерений объема определяют относительную погрешность измерений объема. В этом случае магазин сопротивлений и калибратор тока не используют.

$$\delta_V^{TB} = \frac{(V_k - V_n) - V_{рас}}{V_{рас}} \cdot 100\%$$

Расчетное значение объема вычисляют по формуле: $V_{рас} = N_i \cdot \Delta u$ (м^3).

Аналогичным способом проводят проверку остальных каналов измерений массы (объема), задействованных в используемой схеме тепловычислителя. За относительную погрешность при измерении массы (объема) принимают максимальное из всех полученных значений.

Вычислитель считают поверенным по данному параметру, если значение погрешности измерений массы (объема) для каждого используемого в измерительной схеме канала, не выходит за пределы $\pm 0,3$ ($0,1$)% для исполнений ТМК-Н0ХХ или $\pm 0,1\%$ для массы и объема для исполнений ТМК-Н1ХХ.

Примечание 3 - Допускается определение погрешностей каналов измерений массы при любых температурах в диапазоне $5...150^\circ\text{C}$ и давлений в диапазоне $(0,2...0,9)P_{\text{макс}}$ ($\text{кгс}/\text{см}^2$).

Допускается совмещать оценку погрешности измерительных каналов при измерении массы (объема) с оценкой погрешности измерений тепловой энергии по п.5.3.5. При этом, при определении расчетного значения контролируемого параметра, следует учитывать задаваемые температуру, давление и число подаваемых импульсов.

5.3.5 Определение относительной погрешности измерений тепловой энергии.

При задании сигналов от измерительного контроллера, калибратора(ов) тока и магазинов сопротивлений в зависимости от заданной схемы измерений и модификации поверяемого вычислителя выполняют условия, приведенные в таблицах Б1...Б3 ПРИЛОЖЕНИЯ Б.

Перед измерением выполняют действия, указанные в Примечании 1 п. 5.3.4.

Задают магазином(нами) сопротивление, соответствующее температуре(рам) из таблицы 5.8, а калибраторами тока – величину тока, соответствующую давлению в каналах тепловычислителя согласно таблицы 5.9. Дожидаются показаний температуры и давления, соответствующих заданным.

Считывают на экран ПК и фиксируют начальные показания тепловой энергии (Q_n).

Подают на входы вычислителя, согласно заданной схеме измерений, количество импульсов, указанное в таблицах Б1...Б3 ПРИЛОЖЕНИЯ Б с параметрами, приведенными в таблицах 5.3 и 5.4 для всех задействованных в измерительной схеме каналов тепловой энергии.

Таблица 5.5 Режимы измерений погрешностей для модификации ТМК-Н12

Номер схемы	№ условий при измерении Q_1
1,3	1,2,3
2,4	4,5,6
5	10
6,7	7,8,9

Таблица 5.6 Режимы измерений погрешностей для модификации ТМК-Н13

Номер схемы	№ условий при измерении Q_1	№ условий при измерении Q_3
1,3	1,2,3	-
2,4	4,5,6	-
5,7	1,2,3	10
6,8	4,5,6	10
9	10	-
10	10	20
11,13	1,2,3	11,12,13
12,14	4,5,6	14,15,16
15,16	7,8,9	-
17,19	1,2,3	20
18,20	4,5,6	20
21,23	7,8,9	11,12,13
22	7,8,9	14,15,16
24	7,8,9	17,18,19
25,26	21,22,23	-
27	24,25,26	-
28	7,8,9	20

Таблица 5.7 Режимы измерений погрешностей для модификации ТМК-Н1ХХ

СХЕМА	№ УСЛОВИЙ Q_0	№ УСЛОВИЙ $Q_{ГВС}$
1.1	1, 2, 3	-
1.2	4, 5, 6	-
1.3	1, 2, 3	-
1.4	4, 5, 6	-
1.5	1, 2, 3	3
1.6	4, 5, 6	3
1.7	1, 2, 3	3
1.8	4, 5, 6	3
2.1	1, 2, 3	2
2.2	4, 5, 6	1
2.3	4, 5, 6	2
2.4	4, 5, 6	3
2.5	1, 2, 3	2
2.6	4, 5, 6	1
2.7	4, 5, 6	2
2.8	4, 5, 6	3
2.9	1, 2, 3	5
2.10	4, 5, 6	4
2.11	4, 5, 6	5
2.12	4, 5, 6	6
3.1	7, 8, 9	-
3.2	7, 8, 9	-
3.3	7, 8, 9	-
3.4	7, 8, 9	3
3.5	7, 8, 9	3
3.6	7, 8, 9	3
4.1	10, 11	-
4.2	12, 13	-
4.3	14, 15	-
4.4	14, 15	-
5.1	-	3
5.2	16, 17	3
5.3	7, 8, 9	3

Таблица 5.8

Т, °С	R, Ом (W ₁₀₀ = 1,391)		R, Ом (W ₁₀₀ = 1,385)	
	100 П	500 П	Pt 100	Pt 500
145	156,33	781,64	155,46	777,28
125	148,7	743,52	147,95	739,76
100	139,11	695,55	138,51	692,53
75	129,44	647,21	128,99	644,94
74	129,05	645,26	128,61	643,03
72	128,28	641,38	127,84	639,2
30	111,86	559,28	111,67	558,36
20	107,92	539,58	107,79	538,97
5	101,98	509,92	101,95	509,76

Таблица 5.9 Значения токов при задании давлений

Задаваемое давление	I _{зад} , (мА) для установленного диапазона измерений тока (ΔI)			P _{зад} (кгс/см ²) для установленного максимального давления (P _{макс}) канала вычислителя					
	ΔI = 0...5	ΔI = 4...20	ΔI = 0...20	P _{макс} = 4	P _{макс} = 6	P _{макс} = 6,3	P _{макс} = 10	P _{макс} = 16	P _{макс} = 25
0,8P _{макс}	4,0	16,8	16	3,2	4,8	5,04	8,0	12,8	20,0
0,6P _{макс}	3,0	13,6	12	2,4	3,6	3,78	6,0	9,6	15,0
0,4P _{макс}	2,0	10,4	8	1,6	2,4	2,52	4,0	6,4	10,0
0,2P _{макс}	1,0	7,2	4	0,8	1,2	1,26	2,0	3,2	5,0

Через паузу >50 с считывают на экран ПК и фиксируют конечные показания тепловой энергии (Q_к). Определить расчетное значение тепловой энергии по формулам для используемой схемы вычислителя, приведенным в РЭ каждой модификации соответственно.

Примечание - Определение Q_{рас} выполнить в тех же единицах (ГДж или Гкал) в которых производится счет параметра вверяемом вычислителе. Перевод энтальпии из размерности ккал/кг в кДж/кг осуществляют по формуле:

$$h \text{ (кДж/кг)} = h \text{ (ккал/кг)} \cdot 4,1868$$

Определяют относительную погрешность измерений тепловой энергии:

$$\delta_Q^{mv} = \frac{(Q_k - Q_n) - Q_{рас}}{Q_{рас}} \cdot 100\%$$

Аналогичным способом определяют (при необходимости) погрешность для каждого канала измерений тепловой энергии, задействованного в используемой схеме.

Тепловычислитель считают поверенным по данному параметру, если значение относительной погрешности измерений тепловой энергии не выходит за пределы для исполнений ТМК-Н0XX:

$$\begin{aligned} &\pm 3\% \text{ при } 10^\circ\text{C} > \Delta t \geq 3^\circ\text{C} \\ &\pm 1\% \text{ при } 147^\circ\text{C} \geq \Delta t \geq 10^\circ\text{C} \end{aligned}$$

для исполнений ТМК-Н1XX:

$$\pm (0,5 + 5/\Delta t) \% \text{ при } 148^\circ\text{C} > \Delta t \geq 2^\circ\text{C}$$

5.3.6 Определение погрешности измерений времени.

Для модификаций ТМК-Н0XX отсоединяют вилку XP1 от платы коммутации и подключают сигнальный щуп частотомера к :X1, а экран к :X20 розетки XS1. Переводят частотомер в режим измерения частоты за интервал времени 10 с. Проводят не менее 3 измерений частоты следования импульсов часового кварцевого генератора.

Определяют отклонение суточного хода:

$$\tau_{изм} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n f_{i-32768}}{32768} \cdot 86400 \text{ с/сутки}$$

Определяют относительную погрешность измерений времени с учетом суточной поправки (τ_{RTC}) :

$$\delta_{\tau}^{TB} = \frac{\tau_{изм} - \tau_{RTC}}{86400} \cdot 100\%$$

Значение суточной поправки (τ_{RTC}), введенной при изготовлении тепловычислителя приведено в его паспорте.

Для модификаций ТМК-Н1ХХ подсоединяют сигнальный щуп частотомера к контакту F_{OUT} на плате вычислителя, а экран к минусу источника питания (см. соответствующее модификации руководство по эксплуатации). Включают выход F_{OUT} с помощью ПО “Конфигуратор приборов”. Переводят частотомер в режим измерений периода. Проводят не менее 3 измерений периода (Ti) следования импульсов часового кварцевого генератора с точностью до трех знаков после запятой. Определяют отклонение суточного хода по формуле:

$$\Delta \tau_{ухода} = \frac{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{Ti-512}}{512} \cdot 86400 \text{ с/сутки}$$

Определяют относительную погрешность измерений времени с учетом суточной поправки (τ_{RTC}):

$$\delta_{\tau}^{TB} = \frac{\Delta \tau_{ухода} + \Delta \tau_{RTC}}{86400} \cdot 100\%$$

Значение суточной поправки (τ_{RTC}) рассчитывают по формуле, коэффициент корректировки суточного хода, введенный при изготовлении вычислителя, приведен в меню НАСТРОЙКИ-ЧАСЫ-КОРРЕКЦИЯ:

$$\Delta \tau_{RTC} = K_{кор} \cdot 0,351 \text{ при } K_{кор} > 0$$

$$\Delta \tau_{RTC} = K_{кор} \cdot 0,176 \text{ при } K_{кор} < 0$$

где K_{кор} – коэффициент корректировки суточного хода.

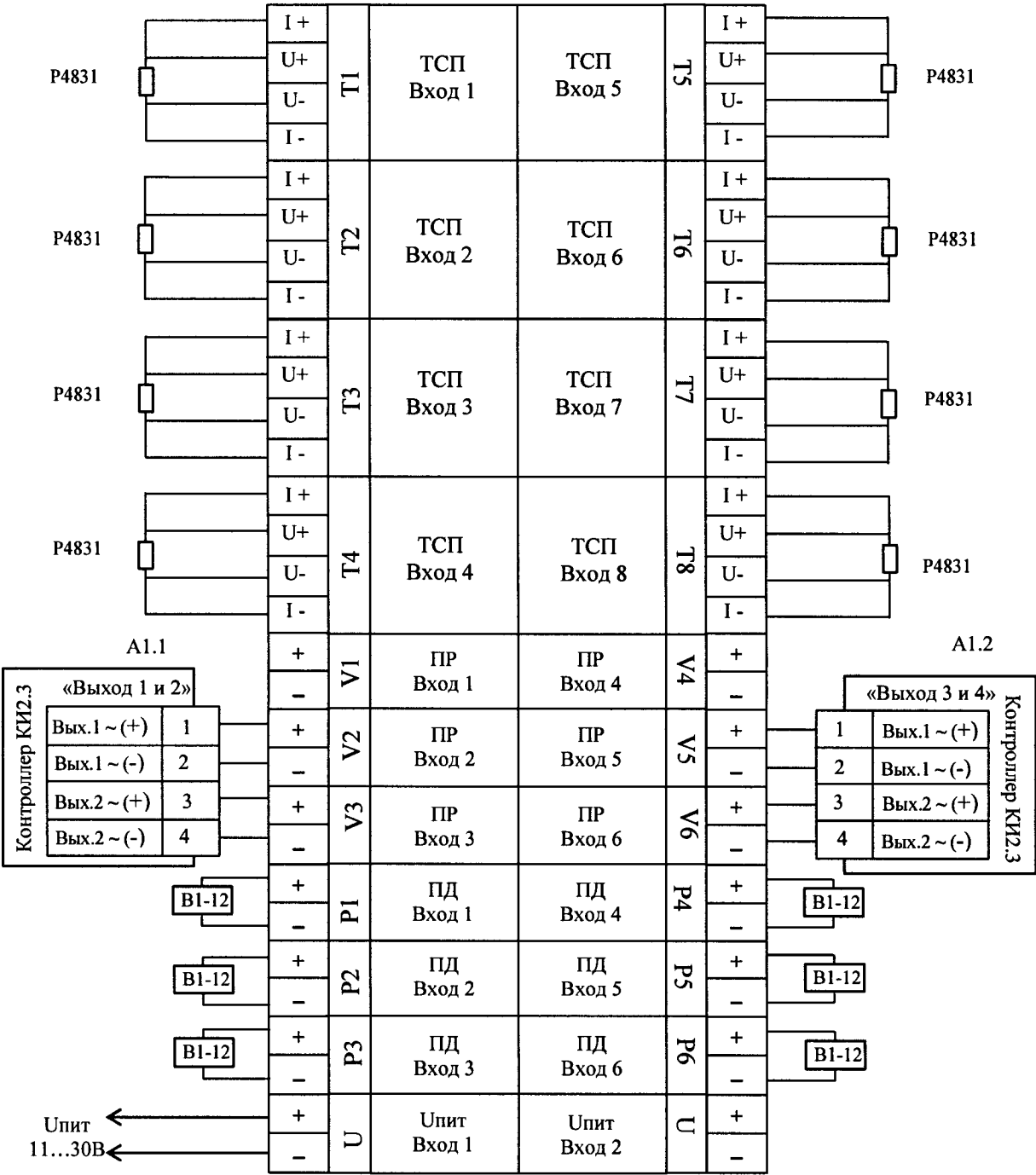
Тепловычислитель считают поверенным по данному параметру, если значение относительной погрешности измерений времени, не выходит за пределы $\pm 0,001\%$.

5.4 Оформление результатов поверки

- 5.4.1 Результаты поверки оформляют итоговым протоколом (см. Приложение Г). В протокол заносят максимальные значения погрешностей, определенные по результатам поверки.
- 5.4.2 При положительных результатах поверки тепловычислителя на последний выдают свидетельство о поверке или делают отметку в паспорте в соответствии с ПР50.2.006 и пломбируют, как указано в эксплуатационной документации.
- 5.4.3 При отрицательных результатах поверки вычислитель к эксплуатации не допускают. Ранее действующее свидетельство аннулируют, делают соответствующую отметку в паспорте и выдают извещение о непригодности с указанием причин в соответствии с ПР50.2.006.

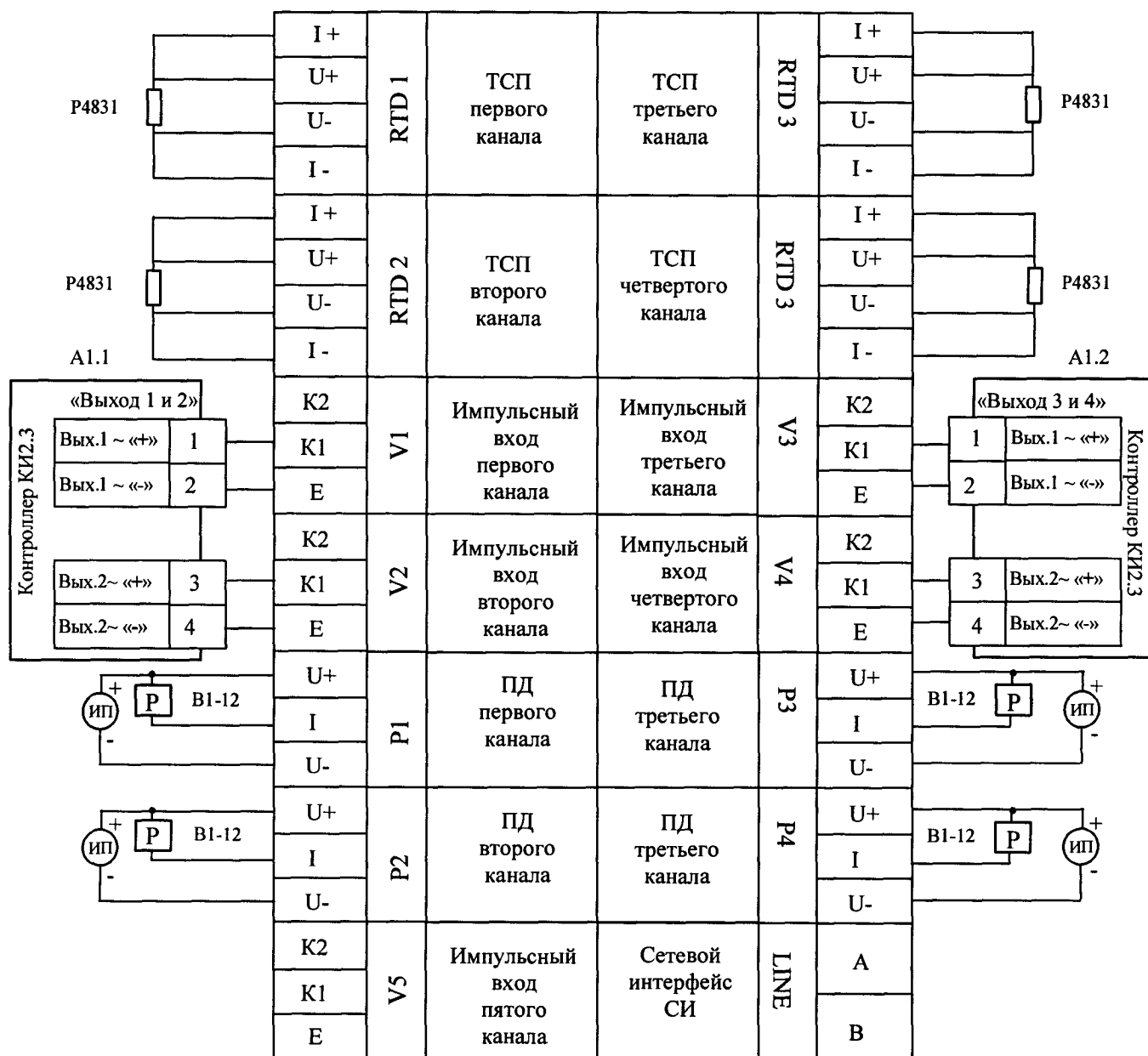
ПРИЛОЖЕНИЕ А

Схема подключения модификации ТМК-Н1ХХ к приборам и оборудованию при определении погрешностей



Приложение А

**Схема подключения модификации ТМК-Н0ХХ к приборам и оборудованию
при определении погрешностей**



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Таблица Б1

№ условия	t_1 °C	t_2 °C	$t_{хв}$ °C	P_1	P_2	$P_{хв}$	N_1 имп	N_2 имп
1	145	125		0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}		20	
2	75	72		0,8P _{макс}	0,4P _{макс}		20	
3	30	20		0,6P _{макс}	0,4P _{макс}		20	
4	145	125		0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}			20
5	75	72		0,8P _{макс}	0,4P _{макс}			20
6	30	20		0,6P _{макс}	0,4P _{макс}			20
7	145	125		0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}		20	10
8	75	72		0,8P _{макс}	0,4P _{макс}		20	10
9	30	20		0,6P _{макс}	0,4P _{макс}		20	10
10			*5	*0,8 P _{макс}		*0,6P _{макс}	20	
	t_3 °C	t_4 °C	$t_{хв}$ °C	P_3	P_3	$P_{хв}$	N_3 имп	N_4 имп
11	145	125		0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}		20	
12	75	72		0,8P _{макс}	0,4P _{макс}		20	
13	30	20		0,6P _{макс}	0,4P _{макс}		20	
14	145	125		0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}			20
15	75	72		0,8P _{макс}	0,4P _{макс}			20
16	30	20		0,6P _{макс}	0,4P _{макс}			20
17	145	125		0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}		20	10
18	75	72		0,8P _{макс}	0,4P _{макс}		20	10
19	30	20		0,6P _{макс}	0,4P _{макс}		20	10
20			*5	*0,8 P _{макс}		*0,6P _{макс}	20	
	t_1 °C	t_2 °C	t_3 °C	P_1	P_2	P_3	N_1 имп	N_3 имп
21	145	125	*5	0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}	*0,6P _{макс}	20	10
22	75	72	*5	0,8P _{макс}	0,4P _{макс}	*0,6P _{макс}	20	10
23	30	20	*5	0,6P _{макс}	0,4P _{макс}	*0,6P _{макс}	20	10
	t_1 °C	t_2 °C	t_3 °C	P_1	P_2	P_3	N_2 имп	N_3 имп
24	145	125	*5	0,4P _{макс}	0,2 P _{макс}	*0,6P _{макс}	20	10
25	75	72	*5	0,8P _{макс}	0,4P _{макс}	*0,6P _{макс}	20	10
26	30	20	*5	0,6P _{макс}	0,4P _{макс}	*0,6P _{макс}	20	10

* при заданных договорных значениях температуры и давления холодной воды, используемой для подпитки измерения выполняются для заданных значений температуры и давления

$P_{макс}$ – максимальное давление настройки канала.

Индекс задаваемого параметра соответствует номеру измерительного канала вычислителя.

Таблица Б2 Условия измерения $Q_{гвс}$

№ УСЛОВИЯ	N1	N2	N3	T1	T2	T3	P1	P2	P3
1	-	-	200	30	-	-	0,4P _{max}	-	-
2	-	-	200	-	30	-	-	0,4P _{max}	-
3	-	-	200	-	-	30	-	-	0,4P _{max}
4	400	200	-	30	-	-	0,4P _{max}	-	-
5	400	200	-	-	30	-	-	0,4P _{max}	-
6	400	200	-	-	-	30	-	-	0,4P _{max}

Таблица Б3 Условия измерения Q_o

№ УСЛОВИЯ	N1	N2	N3	T1	T2	T3	P1	P2	P3
1	200	-	-	145	125	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	-
2	200	-	-	74	72	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	-
3	200	-	-	30	20	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	-

4	-	200	-	145	125	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	-
5	-	200	-	75	72	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	-
6	-	200	-	30	20	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	-
7	400	200	-	145	125	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	-
8	400	200	-	74	72	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	-
9	400	200	-	30	20	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	-
10	200	-	100	145	125	30	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max}
11	200	-	100	74	72	20	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,4P _{max}
12	-	200	100	145	125	30	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max}
13	-	200	100	75	72	20	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,4P _{max}
14	400	200	100	145	125	30	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max}
15	400	200	100	74	72	20	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,4P _{max}
16	200	-	-	145	-	-	0,8P _{max}	-	-
17	200	-	-	75	-	-	0,6P _{max}	-	-

P_{max} – максимальное давление настройки канала. Индекс задаваемого параметра соответствует номеру измерительного канала вычислителя.

Приложение В

Значения энтальпии и плотности воды (справочное)

Значения энтальпии (ккал/кг) для заданных температур при различном абсолютном давлении

Ркг/см ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
t°C																
2	2,028	2,052	2,075	2,099	2,123	2,146	2,17	2,193	2,217	2,241	2,264	2,288	2,311	2,335	2,359	2,382
3	3,034	3,057	3,081	3,104	3,128	3,151	3,175	3,199	3,222	3,236	3,269	3,293	3,316	3,34	3,363	3,386
4	4,039	4,062	4,086	4,109	4,133	4,156	4,18	4,203	4,226	4,25	4,273	4,296	4,32	4,343	4,367	4,39
5	5,043	5,067	5,09	5,113	5,137	5,16	5,183	5,207	5,230	5,253	5,277	5,300	5,323	5,346	5,37	5,393
6	6,047	6,071	6,094	6,117	6,14	6,163	6,187	6,21	6,233	6,256	6,279	6,303	6,326	6,349	6,372	6,395
7	7,051	7,074	7,097	7,12	7,143	7,166	7,189	7,212	7,235	7,259	7,282	7,305	7,328	7,351	7,374	7,397
8	8,053	8,076	8,099	8,122	8,145	8,168	8,19	8,214	8,237	8,26	8,283	8,306	8,329	8,352	8,375	8,398
9	9,056	9,079	9,10	9,124	9,147	9,17	9,193	9,216	9,239	9,202	9,285	9,308	9,331	9,354	9,376	9,399
10	10,06	10,08	10,10	10,13	10,15	10,17	10,19	10,22	10,24	10,26	10,29	10,31	10,33	10,35	10,38	10,4
11	11,06	11,08	11,10	11,13	11,15	11,17	11,2	11,22	11,24	11,26	11,29	11,31	11,33	11,35	11,38	11,4
12	12,06	12,08	12,11	12,13	12,15	12,17	12,2	12,22	12,24	12,26	12,29	12,31	12,33	12,35	12,38	12,4
13	13,06	13,08	13,11	13,13	13,15	13,17	13,2	13,22	13,24	13,26	13,29	13,31	13,33	13,35	13,38	13,4
14	14,06	14,08	14,11	14,13	14,15	14,17	14,2	14,22	14,24	14,26	14,29	14,31	14,33	14,35	14,38	14,4
15	15,06	15,08	15,11	15,13	15,15	15,17	15,2	15,22	15,24	15,26	15,29	15,31	15,33	15,35	15,38	15,4
16	16,06	16,08	16,11	16,13	16,15	16,17	16,2	16,22	16,24	16,26	16,28	16,31	16,33	16,35	16,37	16,4
17	17,06	17,08	17,11	17,13	17,15	17,17	17,19	17,22	17,24	17,26	17,28	17,31	17,33	17,35	17,37	17,39
18	18,06	18,08	18,10	18,13	18,15	18,17	18,19	18,22	18,24	18,26	18,28	18,3	18,33	18,35	18,37	18,39
19	19,06	19,08	19,10	19,13	19,15	19,17	19,19	19,21	19,24	19,26	19,28	19,3	19,33	19,35	19,37	19,39
20	20,06	20,08	20,1	20,13	20,15	20,17	20,19	20,21	20,24	20,26	20,28	20,3	20,32	20,35	20,37	20,39
21	21,06	21,08	21,10	21,12	21,15	21,17	21,19	21,21	21,23	21,26	21,28	21,3	21,32	21,34	21,37	21,39
22	22,06	22,08	22,10	22,12	22,14	22,17	22,19	22,21	22,23	22,25	22,28	22,3	22,32	22,34	22,36	22,39
23	23,06	23,08	23,10	23,12	23,14	23,16	23,19	23,21	23,23	23,25	23,27	23,3	23,32	23,34	23,36	23,38
24	24,05	24,08	24,10	24,12	24,14	24,16	24,18	24,21	24,23	24,25	24,27	24,29	24,31	24,34	24,36	24,38
25	25,05	25,07	25,10	25,12	25,14	25,16	25,18	25,2	25,23	25,25	25,27	25,29	25,31	25,33	25,36	25,38
30	30,04	30,07	30,09	30,11	30,13	30,15	30,17	30,19	30,22	30,24	30,26	30,28	30,30	30,32	30,34	30,36
72	72,0	72,02	72,03	72,05	72,07	72,09	72,11	72,13	72,15	72,17	72,19	72,21	72,23	72,24	72,26	72,28
74	74,00	74,02	74,04	74,06	74,07	74,09	74,11	74,13	74,15	74,17	74,19	74,21	74,23	74,24	74,26	74,28
75	75,0	75,02	75,04	75,06	75,08	75,09	75,11	75,13	75,15	75,17	75,19	75,21	75,23	75,25	75,26	75,28
95	95,06	95,08	95,1	95,12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
125	-	-	125,4	125,41	125,43	125,45	125,46	125,48	125,50	125,51	125,53	125,54	125,56	125,58	125,59	125,61
145	-	-	-	-	145,84	145,85	145,87	145,88	145,90	145,91	145,93	145,94	145,96	145,97	145,99	146,00

Значения плотности (кг/м³) для заданных температур при различном абсолютном давлении

Ркг/см ² при t°C	145	125	95	75	74	72	30	20	5
1	-	-	961,9	974,85	975,44	976,62	995,64	998,2	999,96
2	-	-	961,95	974,89	975,49	976,66	995,69	998,25	1000,01
3	-	939,08	961,99	974,94	975,53	976,7	995,73	998,29	1000,06
4	-	939,13	962,04	974,98	975,57	976,75	995,78	998,34	1000,11
5	921,7	939,18	-	975,02	975,62	976,79	995,82	998,38	1000,16
6	921,76	939,23	-	975,07	975,66	976,83	995,86	998,43	1000,21
7	921,81	939,28	-	975,11	975,71	976,88	995,91	998,47	1000,25
8	921,86	939,33	-	975,15	975,75	976,92	995,95	998,52	1000,3
9	921,92	939,38	-	975,2	975,79	976,97	995,99	998,56	1000,35
10	921,97	939,43	-	975,24	975,84	977,01	996,04	998,61	1000,4
11	922,03	939,48	-	975,29	975,88	977,05	996,08	998,65	1000,45
12	922,08	939,53	-	975,33	975,92	977,1	996,13	998,7	1000,49
13	922,14	939,58	-	975,37	975,97	977,14	996,17	998,74	1000,54
14	922,19	939,63	-	975,42	976,01	977,18	996,21	998,79	1000,59
15	922,24	939,68	-	975,46	976,05	977,22	996,26	998,83	1000,64
16	922,3	939,73	-	975,5	976,1	977,27	996,3	998,88	1000,69

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Протокол поверки
(рекомендуемое)

Протокол поверки вычислителя ТМК – Н0 _____ зав.№ _____

Результаты поверки тепловычислителя:

Внешний вид _____

Наименование метрологических характеристик	Обозначение	Фактическое значение	Допустимые пределы	
			для ТМК-Н0ХХ	для ТМК-Н1ХХ
Пределы относительной погрешности измерений тепловой энергии: при $10^{\circ}\text{C} > \Delta t \geq \Delta t_{\text{мин}}^{\circ}\text{C}$ при $\Delta t_{\text{макс}}^{\circ}\text{C} \geq \Delta t \geq 10^{\circ}\text{C}$	δ_Q		$\pm 3\%$ $\pm 1\%$	$\pm(0,5+5/\Delta t)\%$
Пределы относительной погрешности измерений массы теплоносителя:	δ_G		$\pm 0,3\%$	$\pm 0,1\%$
Пределы относительной погрешности измерений объема теплоносителя:	δ_{G^o}		$\pm 0,1\%$	
Пределы приведенной погрешности измерений давления:	γ_P		$\pm 0,3\%$	$\pm 0,1\%$
Пределы абсолютной погрешности измерений температуры:	Δt		$\pm 0,25^{\circ}\text{C}$	
Пределы абсолютной погрешности измерений разности температур:	$\Delta_{\Delta t}$		$\pm 0,1^{\circ}\text{C}$	$\pm 0,05^{\circ}\text{C}$
Пределы относительной погрешности измерений времени:	$\Delta \tau$		$\pm 0,001\%$	

где $\Delta t_{\text{мин}}$ минимально допустимая разница температур между каналами теплового контура, а $\Delta t_{\text{макс}} = 150 - \Delta t_{\text{мин}}$ максимально допустимая разница температур.

Подпись _____

Дата _____