

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



УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ИЦ ФГУП «ВНИИМС»

В.Н. Яншин

" 20 " 11 2013 г.

Государственная система обеспечения единства измерений

ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛИ ТМК-Н

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

ППБ.408843.047 МП

г. Москва
2013 г.

Настоящий документ распространяется на тепловычислители ТМК-Н (далее 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.

ТМК-Н, в зависимости от используемого исполнения, обеспечивает от одного до шести каналов измерения параметров теплоносителя (объема, температуры и давления) и вычисление тепловой энергии по данным об измеренных параметрах теплоносителя от одной до четырех тепловых систем.

Исполнения ТМК-Н0XX имеют автономное питание (батарею), питание исполнений ТМК-Н1XX осуществляется от внешнего источника постоянного напряжения.

При проведении проверки различных исполнений ТМК-Н определяются только те метрологические характеристики, присущие данному исполнению.

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 Проверка идентификационных параметров программного обеспечения (п.5.3);

1.1.4 Определение погрешностей (п.п.5.4 ... 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: 0,1 Гц...200 МГц, погрешность $\pm 5 \cdot 10^{-7} + T_{\text{такт}}/n T_{\text{изм}}$
Магазин сопротивлений Р-4831	Диапазон сопротивлений 0,01... 99999,99 Ом; класс точности $0,02/2 \cdot 10^6$
Калибратор токовой петли Fluke	Диапазон воспроизведения тока 0...24 мА, погрешность $\pm(0,0002 \cdot I + 0,002)$ мА
Программное обеспечение «Конфигуратор приборов»	Организация обмена данными и вывод на ПК
Контроллер измерительный КИ-2	Диапазон генерируемых частот 0,002...2049 Гц, погрешность частоты $\pm 0,02$ %, количество импульсов 1...16777215
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. ТМК-Н после ремонта, настройки и регулировки (при необходимости) подвергаются 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

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

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 К работе по проведению поверки допускают персонал, изучивший эксплуатационную документацию на ТМК-Н, 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.

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

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр

При внешнем осмотре устанавливают соответствие поверяемого ТМК-Н следующим требованиям:

- соответствие номера и исполнения ТМК-Н 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 ТМК-Н и отсоединив корпус блока вычислителя от корпуса блока коммутации.

ТМК-Н, не удовлетворяющий указанным требованиям, к дальнейшей поверке не допускают.

5.2 Опробование.

У вычислителей исполнений ТМК-Н20, -Н30 (с батарейным питанием) перед опробованием контролируют состояние батареи, как указано в руководствах по эксплуатации соответствующего исполнения.

Входят в меню НАСТРОЙКИ и проверяют совпадение даты и времени ТМК-Н 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 тепловой системы (далее ТС) (при необходимости).

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

5.3 Проверка идентификационных параметров программного обеспечения.

Подают питание на ТМК-Н с внешним питанием. Входят в меню СЕРВИС и проверяют

соответствие идентификационных параметров программного обеспечения требованиям таблицы 5.1.

Таблица 5.1

Наименование изделия	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)
ТМК-Н20	v1.4	0xAE3D
ТМК-Н30	v1.3	0xA001
ТМК-Н100	v2.6	0x8BEE
ТМК-Н120	v2.6	0x4626
ТМК-Н130	v2.6	0xFB82

ТМК-Н, в которых обнаружено несоответствие данным таблицы 5.1, к дальнейшей поверке не допускают.

5.4 Определение погрешностей.

5.4.1 Общие указания

Подсоединяют ТМК-Н к приборам и оборудованию в зависимости от конфигурации используемой схемы измерений ТС, согласно ПРИЛОЖЕНИЯ А. Магазины сопротивлений подключают по четырехпроводной схеме, ко входам ТМК-Н, измеряющим сопротивление термопреобразователей; выходы измерительного контроллера подключить ко входам ТМК-Н, выполняющих счет импульсов от преобразователей расхода, а выходы калибраторов тока (Fluke) - ко входам ТМК-Н, измеряющих величину тока от преобразователей давления..

Погрешности параметров ТМК-Н определяют только для тех каналов, которые используются в заданной схеме измерений.

Перед поверкой выполняют следующие подготовительные операции:

- подключают ТМК-Н 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;
- контролируют, перед проведением измерений (при подключенном оборудовании и заданных параметрах измерений), а также в течение измерений отсутствие флагов НС по поверяемому параметру на ЖКИ ТМК-Н или при считывании текущих параметров на ПК.

5.4.2 Определение абсолютной погрешности преобразования каналами измерения температуры ТМК-Н входного сопротивления в показания температуры и разности температур.

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

Таблица 5.2

Температура, °С	Значение сопротивления, Ом			
	$\alpha=0,00391^{\circ}\text{C}^{-1}$		$\alpha=0,00385^{\circ}\text{C}^{-1}$	
	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. Тип НСХ ТСП определяют по ЖКИ прибора в меню ДАТЧИКИ

Считывают с интервалом не менее 32 секунд с ЖКИ ТМК-Н или с экрана ПК показания температуры (t_i) и разности температур (Δt_{ij}) между каналами ТС в соответствии с заданной схемой измерений.

Определяют для каждого канала ТМК-Н абсолютную погрешность измерений температуры:

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

Примечание. Для каналов измерений температуры теплоносителя погрешности по температуре и разнице температур определяют для значений 149,75 и 4 °С. Для каналов, контроля

температуры воздуха (в исполнении ТМК-Н100) определяется только погрешность измерений температуры для значений (-45, 4 и 75) °С.

За абсолютную погрешность измерений температуры принимают максимальное значение из полученных $\Delta t_{ТВi}$.

Определяют разность температур между измеренными значениями температур каналов ТС:

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

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

ТМК-Н считают поверенным по данным параметрам, если значение абсолютной погрешности измерений температуры канала не выходит за пределы $\pm 0,25$ °С, а разницы температур - за пределы $\pm 0,05$ °С.

5.4.3 Определение приведенной погрешности преобразования каналами давления ТМК-Н входного тока в показания давления.

Для исполнений ТМК-Н, где функция измерений давления не используется, поверку по данному пункту не проводят.

Входят в режим индикации давления. Последовательно задают калибратором величины токов в рабочем диапазоне ТМК-Н согласно таблице 5.3, пропорциональных давлению, считывают показания давления ($P_{изм}$) с ЖКИ или ПК. Считывание показаний проводят после их изменений с интервалом не менее 32 секунд после задания тока.

Примечание. Заданный диапазон измеряемого тока и заданное максимальное давление определяют либо в меню ДАТЧИКИ - на ЖКИ, либо считав данные на ПК, при помощи ПО «Конфигуратор приборов» на вкладке КАНАЛЫ ДАВЛЕНИЯ.

Таблица 5.3

Задаваемое давление	Iзад, (мА) для установленного диапазона измерений тока (ΔI)			$P_{зад}$ (кг/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:

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

где $P_{изм}$ – показания давления;

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

$P_{макс}$ – заданное в ТМК-Н максимальное давление.

Повторяют измерение для каждого задействованного в схеме канала. За приведенную погрешность измерений давления принимается максимальное из полученных значений $\gamma_P^{ТВ}$.

ТМК-Н считают поверенным по данному параметру, если значение приведенной погрешности измерений давления не выходит за пределы $\pm 0,25$ % для исполнений ТМК-Н0XX и $\pm 0,1$ % для исполнений ТМК-Н1XX.

5.4.4 Определение относительной погрешности преобразования каналами измерения объема импульсной последовательности на входе ТМК-Н в показания массы (объема).

Примечание 1. Для исполнений ТМК-Н, где функция измерений давления не используется измерения массы и тепловой энергии проводят для договорных значений давления – в этом случае калибраторы тока – не используют.

Для исполнений ТМК-Н100 перед определением погрешностей измерений массы, объема переводят переключатель SA1 из положения РАБОТА в положение ПОВЕРКА; для исполнений ТМК-Н20, -Н30 и ТМК-Н120, -Н130 переводят прибор в режим ПОВЕРКА для чего устанавливают джампер на :1 и :2 вилки ХР2 (для ТМК-Н20, -Н30) и на :1 и :2 вилки ХР3 (для

ТМК-Н120, -Н130), а затем контролируют обнуление показаний счетчиков, массы, объема и тепловой энергии, а также отключение реакций на каналные флаги пороговых значений параметров.

Задают магазинами сопротивления, соответствующие температуре 75°C из таблицы 5.2, а калибраторами величину тока из таблицы 5.3, соответствующую давлению 0,5 Р_{макс}.

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

Считывают данные на ПК и фиксируют начальные показания массы G_н (объема V_н) в поверяемых каналах. Подают с контроллера КИ-2 на вход этих каналов количество N ≥ 100 импульсов с параметрами, приведенными в таблице 5.4 и через паузу > 40 с считывают на экран ПК и фиксируют конечные показания массы G_к (объема V_к) в поверяемых каналах. При этом в зависимости от подаваемой частоты, проверяют настройку входных фильтров ТМК-Н в соответствии с таблицей 5.4.

Таблица 5.4

Фильтр входной	Наличие джампера на контактах разъемах для исполнений					Частота следования импульсов, Гц	Длительность импульса, мс
	ТМК-Н100	ТМК-Н120	ТМК-Н130	ТМК-Н20	ТМК-Н30		
	XP12...XP17	XP7...XP9	XP7...XP11	XP4...XP6	XP4...XP8		
10 Гц	:3 и :4	:3 и :4	:3 и :4	-	-	4	50,05
1000 Гц	:1 и :2	:1 и :2	:1 и :2	-	-	819,2	0,73
5 Гц	-	-	-	:3 и :4	:3 и :4	4	50,05
32 Гц	-	-	-	:1 и :2	:1 и :2	29,89	1,22

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:

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

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

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

Δu (м³/имп) - цена импульса настройки канала;

N (имп) – количество импульсов, поданных на вход поверяемого канала;

$\rho(t)$ (кг/м³) - плотность теплоносителя при заданных температуре и давлении в поверяемом канале

Примечание 2. Здесь и далее значения плотности и энтальпии теплоносителя в зависимости от температуры и давления вычисляют по алгоритмам МИ2412-97 "Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя", либо 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 приложении В – абсолютному, поэтому пересчет проводится по формуле: $P_{абс} = P_{изб} + I$

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: $V_{рас} = N_i \cdot \Delta u$ (м³).

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

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

Примечание 3. Допускается определение погрешностей каналов измерений массы при любых температурах в диапазоне $1...150^{\circ}\text{C}$ и давлений в диапазоне $(0,2...0,9)P_{\text{макс}}$ (кгс/см^2).

Допускается совмещать определение погрешности измерительных каналов при измерении массы (объема) с определением погрешности измерений тепловой энергии по п.5.4.5. При этом, при определении расчетного значения контролируемого параметра, следует учитывать задаваемые температуру, давление и число подаваемых импульсов.

5.4.5 Определение относительной погрешности преобразования входных сигналов на входах ТМК-Н в показания тепловой энергии.

При задании сигналов от измерительного контроллера, калибраторов тока и магазинов сопротивлений в зависимости от заданной при настройке ТМК-Н схемы измерений ТС и исполнения поверяемого прибора выполняют условия, приведенные в таблицах Б1...Б4 Приложения Б.

Примечание. Номер схемы измерений ТС, заданной при настройке ТМК-Н считывают с ЖКИ прибора, как указано в его руководстве по эксплуатации.

Задают магазинами сопротивление, соответствующее температуре из таблицы 5.7, а калибраторами тока – величину тока, соответствующую давлению в каналах ТМК-Н согласно таблицы 5.8. Дожидаются показаний температуры и давления, соответствующих заданным.

Считывают на экран ПК при помощи ПО «Конфигуратор приборов» и фиксируют начальные показания тепловой энергии (Q_n).

Подают на входы ТМК-Н, согласно заданной схеме измерений, количество импульсов, указанное в таблицах Б1...Б4 Приложения Б с параметрами, приведенными в таблице 5.4 в зависимости от включенного входного фильтра последовательно для всех задействованных в измерительной схеме ТС каналов тепловой энергии.

Таблица 5.5 Режимы измерений погрешностей для исполнений ТМК-Н100

СХЕМА	№ УСЛОВИЙ Q_0	№ УСЛОВИЙ $Q_{\text{ГВС}}$
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, 12	-
4.2	13, 14, 15	-
4.3	10, 11, 12	-

Таблица 5.5 (продолжение)

СХЕМА	№ УСЛОВИЙ Q ₀	№ УСЛОВИЙ Q _{ГВС}
4.4	13,14,15	-
4.5	19,20,21	-
4.6	19,20,21	-
4.7*	19,20,21	-
4.8*	19,20,21	-
5.1	-	3
5.2	16, 17,18	3
5.3	7, 8, 9	3

Условия измерений приведены в таблицах Б1 и Б2

*Для схем 4.7 и 4.8 использовать в качестве значений P_x и t_x – значения P₃ и T₃ из таблицы Б2

Таблица 5.6 Режимы измерений погрешностей для исполнений ТМК-Н20,-Н30,-Н120,-Н130

Номер схемы	ТМК-Н20, -Н120	ТМК-Н30, -Н130	
	№ условий Q	№ условий Q1	№ условий Q2
1.1	1, 2, 3	1, 2, 3	12
1.2	4, 5, 6	4, 5, 6	13
1.3	1, 2, 3	1, 2, 3	12
1.4	4, 5, 6	4, 5, 6	13
2.1	7, 8, 9	7, 8, 9	14,15,16
2.2	7, 8, 9	7, 8, 9	14,15,16
2.3	7, 8, 9	7, 8, 9	14,15,16
3.1	10	10	12
3.2	10,11	10,11	12,13
4.1	-	-	-
4.2	-	-	-
5.1	-	17,18,19	17,18,19
5.2	-	20,21,22	20,21,22
5.3	-	20,21,22	20,21,22
5.4	-	20,21,22	20,21,22
5.5	-	17,18,19	17,18,19
5.6	-	20,21,22	20,21,22
5.7	-	20,21,22	20,21,22
5.8	-	20,21,22	20,21,22
5.9	-	23,24,25	23,24,25
5.10	-	23,24,25	23,24,25
5.11	-	23,24,25	23,24,25
5.12	-	23,24,25	23,24,25
6.1	-	17,18,19	-
6.2	-	20,21,22	-
6.3	-	17,18,19	-
6.4	-	20,21,22	-
6.5	-	26,27,28	-
6.6	-	26,27,28	-
6.7	-	26,27,28	-
6.8	-	26,27,28	-

Условия измерений приведены в таблице Б3 для ТМК-Н120, -Н130 и в таблице Б4 для ТМК-Н20, -Н30

Таблица 5.7 Значения сопротивлений при задании температур для разных НСХ

Т, °С	R, Ом ($\alpha=0,00391^{\circ}\text{C}^{-1}$)		R, Ом ($\alpha=0,00385^{\circ}\text{C}^{-1}$)	
	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
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 5.8 Значения токов при задании давлений

Задаваемое давление	Iзад, (мА) для установленного диапазона измерений тока (ΔI)			Pзад (кгс/см ²) для установленного максимального давления (Pмакс) канала вычислителя					
	$\Delta I = 0 \dots 5$	$\Delta I = 4 \dots 20$	$\Delta I = 0 \dots 20$	Pмакс = 4	Pмакс = 6	Pмакс = 6,3	Pмакс = 10	Pмакс = 16	Pмакс = 25
	0,8Pмакс	4,0	16,8	16	3,2	4,8	5,04	8,0	12,8
0,6Pмакс	3,0	13,6	12	2,4	3,6	3,78	6,0	9,6	15,0
0,4Pмакс	2,0	10,4	8	1,6	2,4	2,52	4,0	6,4	10,0
0,2Pмакс	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 (Qк). Определяют расчетное значение тепловой энергии по формулам для используемой в ТМК-Н измерительной схемы ТС, приведенным в РЭ каждого исполнения соответственно.

Примечание. Определение Qрас выполняют в тех же единицах (ГДж или Гкал) в которых производится счет параметра в поверяемом приборе. 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:

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

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

ТМК-Н считают поверенным по данному параметру, если значение относительной погрешности измерений тепловой энергии в каждом канале не выходит за пределы:

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

По завершению определения погрешностей измерений массы, объема и тепловой энергии переводят переключатель SA1 для исполнения ТМК-Н100.2 из положения ПОВЕРКА в положение РАБОТА, для исполнений ТМК-Н120,130 удаляют джампер с :1 и :2 вилки XP3, для исполнений ТМК-Н20, -Н30 удаляют джампер с :1 и :2 вилки XP2.

5.4.6 Определение погрешности измерений времени.

Для исполнений ТМК-Н20, -Н30 подключают частотомер к контрольным точкам, расположенным под защитным колпачком: сигнальный провод к :Fo, а экран к :GND. Включают выход FOUT замкнув джамперами :1 и :2, :3 и :4, после чего отключают и вновь подключают батарею.

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:

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

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

$$\delta\tau = \frac{\tau_{отк} - \tau_{RTC}}{86400} \cdot 100\%$$

Значение суточной поправки (τ_{RTC} , с/сут), введенной при изготовлении ТМК-Н, считывают с ЖКИ в меню НАСТРОЙКИ-ЧАСЫ-КОРРЕКЦИЯ.

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

$$\tau_{отк} = \frac{\left(\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{T_i} \right) - 512}{512} \cdot 86400 \text{ с/сутки}$$

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

$$\delta\tau^{TB} = \frac{\tau_{отк} + \tau_{RTC}}{86400} \cdot 100\%$$

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

$$\begin{aligned} \tau_{RTC} &= K_{кор} \cdot 0,351 \text{ при } K_{кор} > 0 \\ \tau_{RTC} &= K_{кор} \cdot 0,176 \text{ при } K_{кор} < 0 \end{aligned}$$

где $K_{кор}$ – коэффициент корректировки суточного хода.

ТМК-Н считают поверенным по данному параметру, если значение относительной погрешности измерений суточного интервала времени, не выходит за пределы $\pm 0,001\%$.

5.5 Оформление результатов поверки

5.5.1 Результаты поверки оформляют итоговым протоколом (см. Приложение Г). В протокол заносят максимальные значения погрешностей, определенные по результатам поверки.

5.5.2 При положительных результатах поверки ТМК-Н на последний выдают свидетельство о поверке или делают отметку в паспорте в соответствии с ПР50.2.006 и пломбируют, как указано в эксплуатационной документации.

5.5.3 При отрицательных результатах поверки ТМК-Н 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 исполнений ТМК-Н100.2 к приборам и оборудованию при определении погрешностей

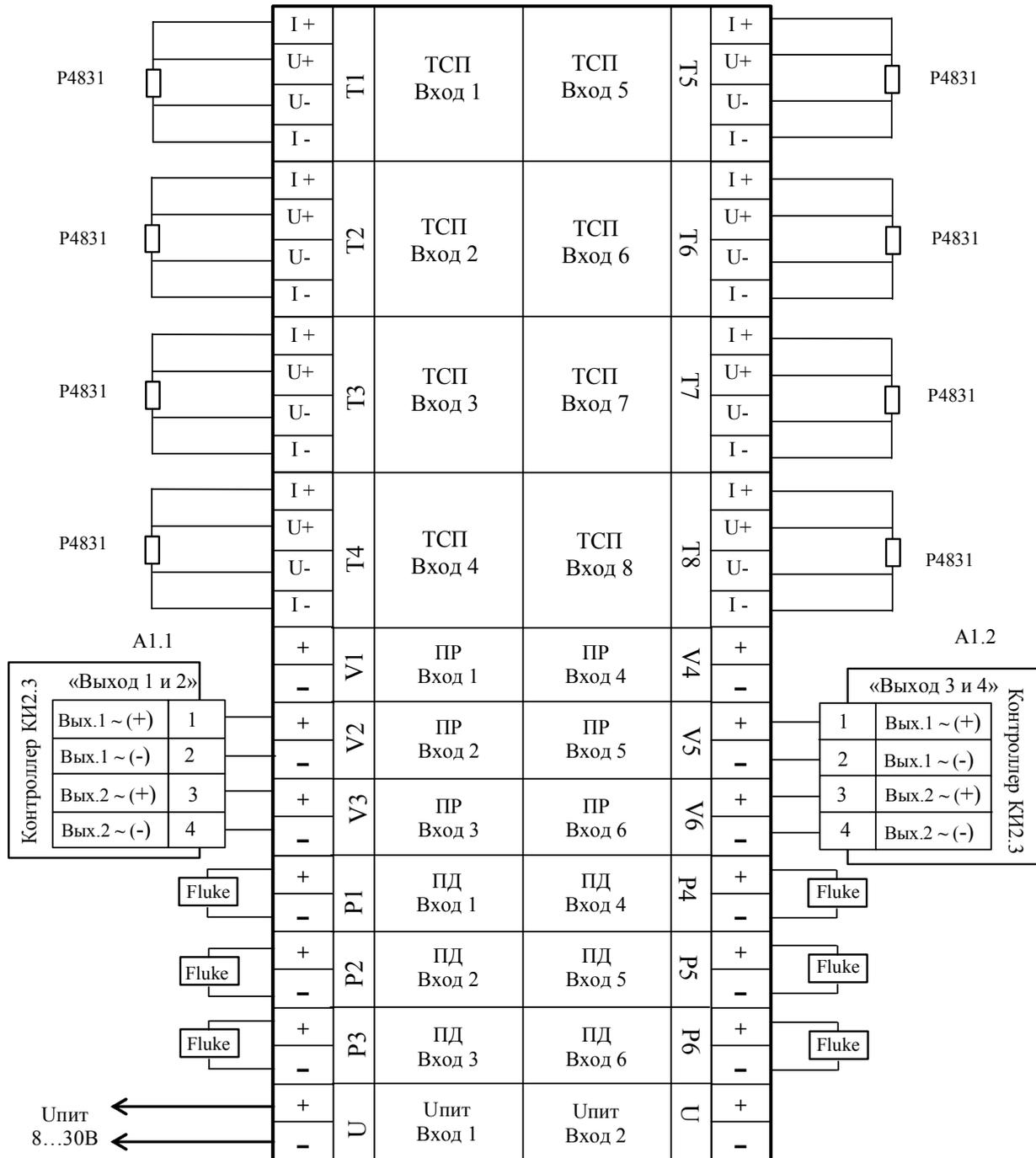


Схема подключения исполнений ТМК-Н20, -Н120 к приборам и оборудованию при определении погрешностей

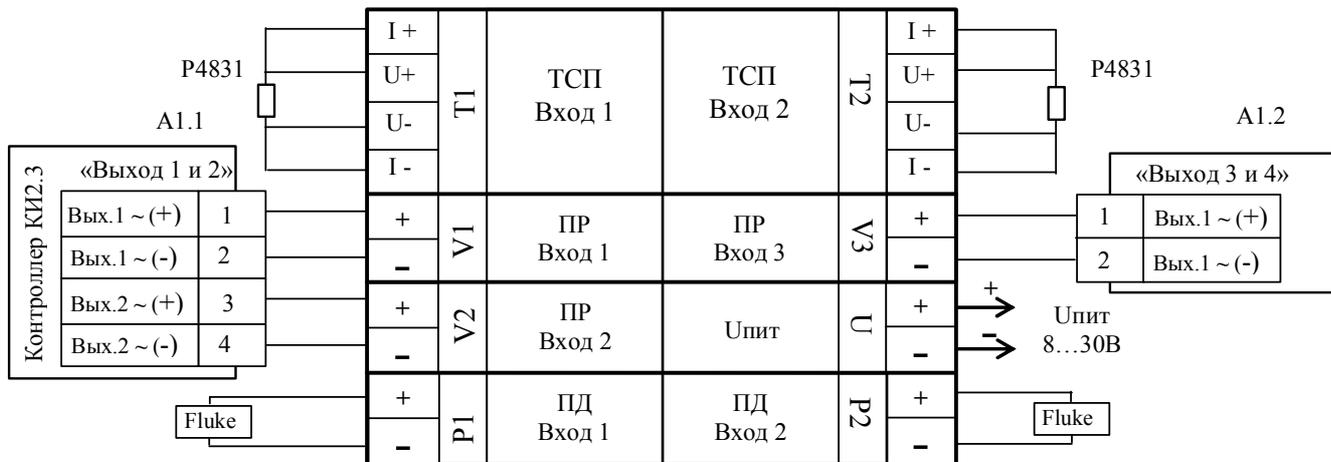
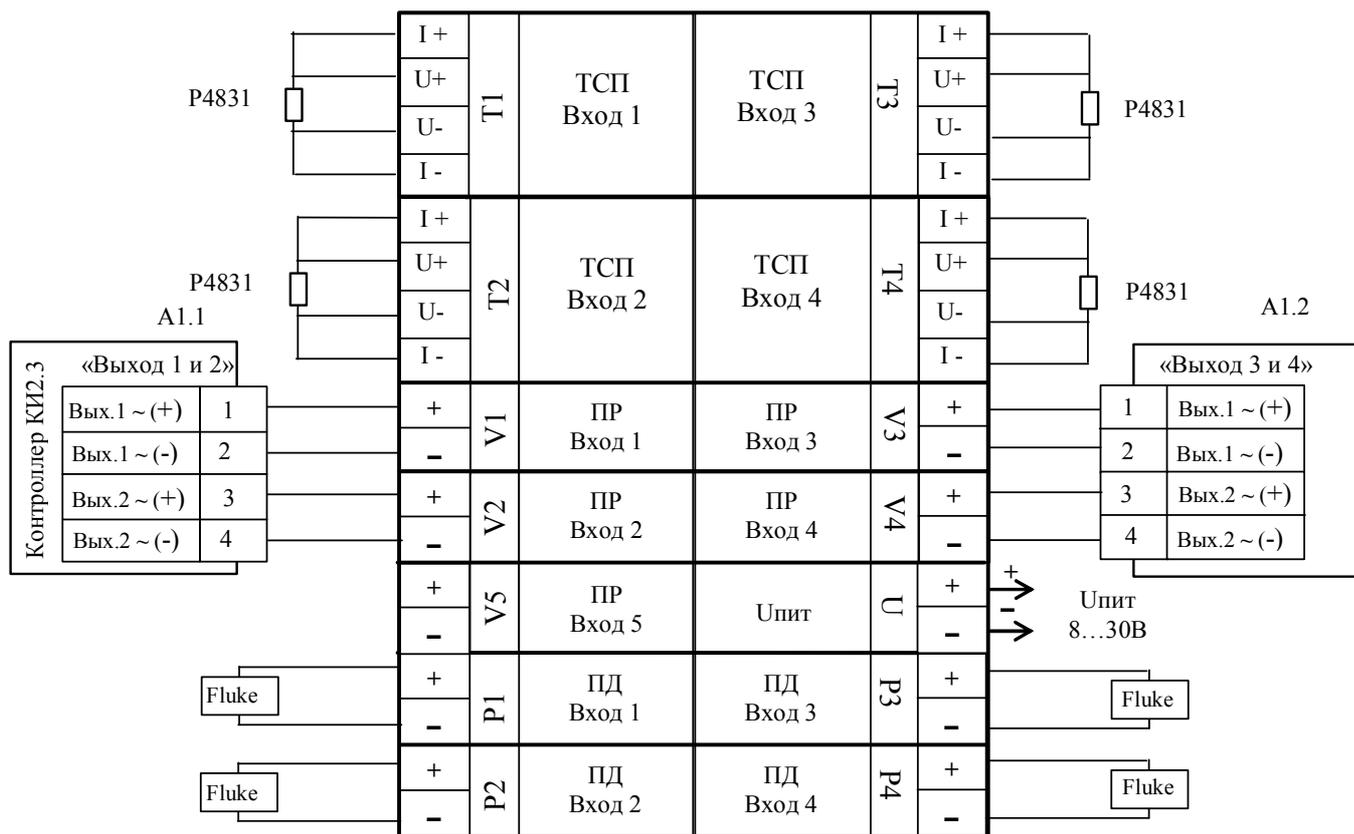


Схема подключения исполнений ТМК-Н30, -Н130 к приборам и оборудованию при определении погрешностей



ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Условия определения погрешностей измерений тепловой энергии при поверке ТМК-Н

Таблица Б1 Условия измерения $Q_{гвс}$ для вычислителей ТМК-Н100

№ 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 Б2 Условия измерения Q_o для вычислителей ТМК-Н100.2

№ 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	-	74	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	400	-	200	145	125	5	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max}
11	400	-	200	74	72	5	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,4P _{max}
12	400	-	200	30	20	5	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,2P _{max}
13	-	400	200	145	125	5	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max}
14	-	400	200	74	72	5	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,4P _{max}
15	-	400	200	30	20	5	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,2P _{max}
16	200	-	-	145	-	-	0,8P _{max}	-	-
17	200	-	-	75	-	-	0,6P _{max}	-	-
18	200	-	-	30	-	-	0,2P _{max}	-	-
19	400	200	100	145	125	5	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max}
20	400	200	100	74	72	5	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max}
21	400	200	100	30	20	5	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,6P _{max}

Таблица Б3 Условия измерения Q для вычислителей ТМК-Н120, -Н130

№ условия	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	P1	P2	P3	P4
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	-	-	74	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	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}	-	-	-
11	-	200	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}	-	-
12	-	-	200	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}	-
13	-	-	-	200	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}
14	-	-	400	200	-	-	145	125	-	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}

Таблица Б3 (продолжение)

№ условия	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	P1	P2	P3	P4
15	-	-	400	200	-	-	74	72	-	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}
16	-	-	400	200	-	-	30	20	-	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}
17	400	-	200	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,8P _{max} *	-
18	400	-	200	-	74	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
19	400	-	200	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,4P _{max} *	-
20	-	400	200	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,8P _{max} *	-
21	-	400	200	-	74	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
22	-	400	200	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,4P _{max} *	-
23	400	200	-	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,8P _{max} *	-
24	400	200	-	-	74	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
25	400	200	-	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,4P _{max} *	-
26	400	200	100	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max} *	-
27	400	200	100	-	74	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
28	400	200	100	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,6P _{max} *	-

Таблица Б4 Условия измерения Q для вычислителей ТМК-Н20, -Н30

№ условия	N1	N2	N3	N4	T1	T2	T3	T4	P1	P2	P3	P4
1	200	-	-	-	145	125	-	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	-	-
2	200	-	-	-	75	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	-	-	75	72	-	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	-	-
9	400	200	-	-	30	20	-	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	-	-
10	200	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}	-	-	-
11	-	200	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}	-	-
12	-	-	200	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}	-
13	-	-	-	200	-	-	-	30	-	-	-	0,4P _{max}
14	-	-	400	200	-	-	145	125	-	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}
15	-	-	400	200	-	-	75	72	-	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}
16	-	-	400	200	-	-	30	20	-	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}
17	400	-	200	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,8P _{max} *	-
18	400	-	200	-	75	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
19	400	-	200	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,4P _{max} *	-
20	-	400	200	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,8P _{max} *	-
21	-	400	200	-	75	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
22	-	400	200	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,4P _{max} *	-
23	400	200	-	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,8P _{max} *	-
24	400	200	-	-	75	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
25	400	200	-	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,4P _{max} *	-
26	400	200	100	-	145	125	5*	-	0,8P _{max}	0,6P _{max}	0,6P _{max} *	-
27	400	200	100	-	75	72	5*	-	0,6P _{max}	0,4P _{max}	0,6P _{max} *	-
28	400	200	100	-	30	20	5*	-	0,4P _{max}	0,2P _{max}	0,6P _{max} *	-

Температура и давление холодной воды на источнике тепла t_{хв} и P_{хв} определяются заданными договорными значениями, либо значениями, задаваемыми по умолчанию.

*- только для схем 6.1...6.5, для схем 5.1...5.9, соответствует t_{хв} и P_{хв}; для схем 6.6...6.8 в качестве t_{хв} и P_{хв} используются значения T3 и P3

P_{макс} – максимальное давление настройки канала.

Индекс задаваемого параметра соответствует номеру измерительного канала ТМК-Н.

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°С																
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°С	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-Н _____ зав.№ _____**

Результаты поверки:

1. Внешний вид _____
соответствует не соответствует

2. Идентификационные параметры ПО

Наименование ПО	Номер версии (идентификационный номер) ПО	Цифровой идентификатор ПО (контрольная сумма исполняемого кода)

Заключение о соответствии _____
соответствует не соответствует

3. Пределы допускаемых погрешностей преобразования входных сигналов в значения измеряемых параметров

Наименование параметра	Обозначение	Фактическое значение	Допустимые пределы	
			для ТМК-Н0ХХ	для ТМК-Н1ХХ
Тепловая энергия, % (относительная)	δ_Q		$\pm 0,75$ при $148^\circ\text{C} > \Delta t > 20^\circ\text{C}$	
			± 1 при $20^\circ\text{C} > \Delta t > 10^\circ\text{C}$	
			± 3 при $10^\circ\text{C} > \Delta t > 2^\circ\text{C}$	
Массы теплоносителя, % (относительная)	δ_G		$\pm 0,1\%$	
объем теплоносителя, % (относительная)	δ_{G^o}		$\pm 0,1\%$	
Давления, % (приведенная)	γ_P		$\pm 0,25\%$	$\pm 0,1\%$
Температура, °С (абсолютная)	Δt		$\pm 0,25$	
Разность температур между каналами ТС, °С (абсолютная)	$\Delta_{\Delta t}$		$\pm 0,05^\circ\text{C}$	
Времени, % (относительная)	$\Delta \tau$		$\pm 0,001\%$	

Заклучение о пригодности _____
(годен/негоден)

Поверитель _____