

СОГЛАСОВАНО

В части методики поверки

Руководитель ГЦИ СИ
ФГУП ВНИИМС

_____ В.Н.Яншин

« _____ » _____ 2007 г.

УТВЕРЖДАЮ

Генеральный директор
ЗАО «ИРВИС»

_____ В.И.Мясников

« _____ » _____ 2007 г.

ТЕПЛОСЧЕТЧИК

ИРВИКОН ТС-200

Руководство по эксплуатации

ИРВ 3.480.001 РЭ

Методика поверки

ИРВ 3.480.001. И1

Москва 2007 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть 1. РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ	
ВВЕДЕНИЕ	4
1. НАЗНАЧЕНИЕ	4
2. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ	
3. ПОКАЗАТЕЛИ НАЗНАЧЕНИЯ	
3.1. Подключаемые датчики	
3.2. Основные функциональные возможности	7
3.3. Принцип работы теплосчетчика	7
3.4. Метрологические характеристики	10
3.5. Электропитание	11
3.6. Схемы потребления	12
3.7. Внешний интерфейс	16
4. СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОСЧИСЛИТЕЛЯ	16
5. КОМПЛЕКТАЦИЯ	18
6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ	18
7. МОНТАЖ ПРИБОРА	
7.1. Распаковка	19
7.2. Монтаж первичных преобразователей	19
7.3. Монтаж тепловычислителя	19
7.4. Монтаж электрических цепей	20
8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА	
8.1. Ввод информации в прибор	21
8.2. Вывод измеренных и настроечных параметров на индикатор тепловычислителя	23
9. ПЛОМБИРОВАНИЕ	25
10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ	26
11. ПОВЕРКА	26
12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ	26
Часть 2. МЕТОДИКА ПОВЕРКИ	28

1. ВВЕДЕНИЕ	29
2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	29
3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	30
4. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	31
5. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	31
5.1 Условия проведения поверки	31
5.2. Подготовка к поверке	31
5.3. Внешний осмотр	31
5.4. Проверка электрической прочности изоляции ЭБ прибора	31
5.5. Проверка электрического сопротивления изоляции между цепями питания и общим проводом ЭБ	32
5.6. Опробование	32
5.7. Определение основной погрешности прибора по функциям измерения энергии, температуры и массы	32
5.8. Определение основной погрешности прибора по функциям измерения давления	35
5.9. Проверка погрешности прибора при измерении времени	35
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	36
Приложение 1.1 Схема подключения теплосчетчика к интерфейсу RS-485	37
Приложение 1.2 Расшифровка кода статуса и кодов ошибок	38
Приложение 1.3 Внешний вид и габаритные размеры тепловычислителя со встроенным интерфейсом RS-485	39
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.1. Схема для поверки тепловычислителей ИРВИКОН ВТ-200	40
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.2. Форма протоколов поверки	41
ПРИЛОЖЕНИЕ 2.3. Расчет погрешности теплосчетчика ИРВИКОН ТС-200 для открытой системы теплоснабжения	42

ВВЕДЕНИЕ

Настоящее руководство по эксплуатации предназначено для работников, осуществляющих монтаж, обслуживание, считывание показаний, контроль работы и поверку теплосчетчика ИРВИКОН ТС-200 (в дальнейшем – прибор).

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Прибор предназначен для измерения и коммерческого учета тепловой энергии, массы, температуры и давления теплоносителя в открытых и закрытых водяных системах теплоснабжения. Допускается использовать в качестве регистратора параметров тепло и водопотребления без вычисления количества тепловой энергии, а также - для измерения температуры воздуха.

Он соответствует ГОСТ Р 5 649-2000, правилам П 683, рекомендации Р 75 и ГОСТ Р ЕН 1434-2006 (части 1 и 2). Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя реализованы согласно МИ 2412-97.

Температура воды от 1 до 160°С, давление - до 1,6 МПа. Разность температур в подающем и обратном трубопроводе от 1 до 155°С. Прибор питается от встроенной батареи и не требует наличия электросети. При использовании для передачи данных интерфейса RS-485 предусмотрено питание от внешнего или встроенного сетевого источника питания.

По устойчивости к воздействию температуры и влажности окружающего воздуха прибор соответствует исполнению УХЛ категории размещения 4.2 ГОСТ 15150, но при работе при температурах от минус 10 до 60°С и влажности до 80%.

Выпускается ряд моделей прибора. Отличительные особенности моделей приведены в табл.1. Поставка конкретной модели оговаривается при заказе.

1. СОСТАВ ИЗДЕЛИЯ

Теплосчетчик включает в себя следующие составные части:

- тепловычислитель ИРВИКОН ВТ-200 (в дальнейшем – вычислитель);
- преобразователи расхода (объема) теплоносителя;
- преобразователи температуры;
- преобразователи давления.

Допускается вычислитель и преобразователи расхода выпускать в одном корпусе.

3. ПОКАЗАТЕЛИ НАЗНАЧЕНИЯ

3.1. Подключаемые датчики

К вычислителю подключаются, в зависимости от исполнения, до трех одно-типных термопреобразователей сопротивления, до трех водосчетчиков и трех преобразователей давления. Конкретная комплектация теплосчетчика датчиками приведена в табл.1.1

Термопреобразователи сопротивления (ТС) могут иметь характеристики ПТ500 (или Pt500), а также ПТ100 (или Pt100);

Вид водосчетчика (ВС) - преобразователь объема с импульсным выходом. Цена импульса преобразователя объема: 0,001 - 100 м³ .

Таблица 1.1

Исполнение	Количество каналов измерения	Количество подключаемых датчиков		
		Объема	температуры	давления
ТС-200.01	1	от 1 до 3	от 2 до 3	от 2 до 3*
ТС-200.02	2*	от 3 до 6	от 3 до 6	от 3 до 6*
ТС-200.03	3*	от 3 до 8	от 6 до 8	от 6 до 8*
ТС-200.04	4*	8	8	8*

Примечание. * - многоканальность прибора обеспечивается применением блока приема и передачи цифровых данных БПД-200.

Выходная цепь ВС может быть: пассивной, например, на базе геркона или открытого коллектора, и активной, например, на базе ТТЛ и КМОП микросхем. Сопротивление пассивной цепи ВС должно быть в состоянии: «замкнуто» - менее 1 кОм, «разомкнуто» - более 1 МОм. Напряжение на разомкнутых контактах ВС при питании от ВТ-200 – (3,0..3,6) В.

Максимальная частота следования импульсов до 5Гц – при длительности импульсов не менее 100 мс.

Типы датчиков, сертифицированные в комплекте с теплосчетчиком ИРВИКОН ТС-200, приведены в табл.1.2.. табл.1.4

Таблица 1. 2

Типы и основные характеристики преобразователей объемного расхода или объема

Поз. №	Тип и обозначение преобразователя	Диаметр Условного прохода, мм	Диапазон измерения расхода м ³ /ч		Длина прямых Участков		δ ₀ , %	Примечание
			Q _{наим}	Q _{наиб}	L1/Ду	L2/Ду		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	ИРВИКОН СВ-200 ТУ 4218-001-17284317-01	15 – 40	0,02 Q _{наиб}	6,3 - 20	10 (5)	3 (1)	±1,5 (±2,0)	ультразвувой осевой
2	ИРВИКОН СВ-200 ТУ 4218-001-17284317-01	40 – 200	0,01 Q _{наиб}	32 - 630	10 (5)	3 (1)	1 (1,5)	ультразвувой двухлучевой
3	ИРВИКОН СВ-200 ТУ 4218-001-17284317-01	40 – 200	0,01 Q _{наиб}	32 - 630	10 (5)	3 (1)	±1,5 (±2,0)	ультразвувой однолучевой
4	ИРВИКОН СВ-200 ТУ 4218-001-17284317-01	50 – 2000	0,02 Q _{наиб}	80 - 100000	10 (7)	5 (1)	±1 ± (1,5)	ультразвувой полнопроходный двухлучевой

Продолжение табл.1.2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
5	ИРВИКОН СВ-200 ТУ 4218-001-17284317-01	50 – 2000	0,02 Q _{наиб}	80 - 100000	10 (5)	5 (1)	±2 ± (2,5)	ультразвувой полнопроходный однолучевой
6	ВМХ 400-09-93-97 ТУ	50 -200	(0,12.. 0,08)Q _в	60 - 600	5	2	±2	Турбинный
7	ВСХ № в Госреестре 26164-03	15 - 250	(0,12.. 0,08)Q _в	1,5-600	5	2	±2	Турбинный
8	СГИ «Алексеевский» № в Госреестре № 17844-04	15,20	0,12Q _в	1,5; 2,5	3	1	±2	Крыльчатый
9	СКБ ТУ 4213-012-32190-2003	25 - 40	0.1 Q _в	3,5 - 10	2 Ду	2 Ду	±2	Крыльчатый

Примечания. δ_0 – пределы допускаемой относительной погрешности. В скобках приведены укороченные длины прямых участков и соответствующие им погрешности преобразователей.

Таблица 1.3

Типы и основные характеристики преобразователей температуры

Поз. номер	Условное обозначение преобразователя	Обозначение номинальной характеристики	Отношение R_{100}/R_0 (W_{100})	Класс допуска	Длина монтажной части, мм	Примечание
1	КТПТР-01 ТУ4211-070-17113168-95	100П	1,391	1	80 - 1000	Два подобранных преобразователя
2	КТПТР-04, КТПТР-05 ТУ4211-071-17113168-98	100П 500П	1,391	1	70 – 1000	“
3	КТСПТВХ-В ЮТЛИ 405 111.000.ТУ	100П 500П	1,391 1,3850	А	40- 200	“
4	Термометры платиновые технические ТПТ-1 ТУ4211-010-17113168-95			А	80 - 1000	Термопреобразователь
5	ТПТ-15 ТУ4211-030-17113168-98	100П 500П	1,391	А	80 - 1000	Термопреобразователь
6	ТСПТВХ-В ЮТЛИ 405 111.001.ТУ	100П 500П	1,391 1,3850	А	40- 200	Термопреобразователь
7	ТПТ-15 ТУ4211-030-17113168-98	100П 500П	1,3910	1		Термопреобразователь

Примечание. Допускается поставка других типов термопреобразователей с номинальной статической характеристикой 100П, 500П, или Pt*100, Pt*500 и классом допуска А, изготовленных в соответствии с ГОСТ 6651-94. Преобразователи должны быть внесены в Государственный реестр и иметь действующие свидетельства о поверке.

Типы и основные характеристики преобразователей давления

Поз. номер	Условное обозначение преобразователя	Верхний предел изменений, МПа	Класс точности
1	Метран-22-АС-1 ТУ4212-001-12580824-93	0,6...40	0,25; 0,5
2	Метран-49-ДИ ТУ4212-008-12580824-99	0,6...40	0,25; 0,5
3	Метран-55-ДИ ТУ4212-008-12580824-99	0,6...40	0,25; 0,5
4	КРТ-05, КРТ-09 ТКСИ.421111.027 ТУ	0,6...2,5	0,25; 0,5
5	Преобразователь избыточного давления ПДТВХ-1 ЮТЛИ 406 233.000 ТУ	0,25...25	0,2; 0,25; 0,4; 0,5

Примечание. Допускается поставка преобразователей давления другого типа, класса точности не ниже 0,5. Преобразователи должны быть внесены в Государственный реестр и иметь действующие свидетельства о поверке.

3.2. Основные функциональные возможности

Прибор обеспечивает по каждому измерительному каналу:

измерение объема, массы, расхода, температуры и давления теплоносителя по всем трубопроводам, определенным соответствующей схемой потребления (см. раздел 4)

регистрацию количества тепловой энергии, массы, объема, средней температуры, средней разности температур и среднего давления в часовом, суточном и месячном архивах;

показания текущих, архивных и настроечных параметров на встроенном индикаторе и их вывод на принтер и компьютер;

ведение календаря и времени суток, учет времени работы;

контроль измеряемых параметров на соответствие допускаемым диапазонам;

защиту данных от несанкционированного изменения.

Архивы размещаются в энергонезависимой памяти и могут сохраняться в течение всего срока службы тепловычислителя даже при отсутствии

питания. Они вмещают 1080 часовых (45 суток), 550 суточных (18 месяцев) и 48 месячных значений каждого архивируемого параметра.

3.3 Принцип работы теплосчетчика

Теплосчетчик производит измерение потребляемого количества теплоты путем обработки информации о расходе теплоносителя и разности его теплосодержания до и после потребителя теплоты.

Теплосчетчик производит вычисление массы теплоносителя – $M_{1(2)}$, и теплоты W в ГДж или Гкал по формуле:

$$M_{1(2)} = n_{1(2)} * q * \rho$$

$$W = 10^{-3} M_{1(2)} * (h_1 - h_2);$$

где $M_{1(2)}$ – масса теплоносителя в трубопроводе (прямом или обратном), на котором установлен ППР, т;

ρ - плотность теплоносителя в трубопроводе (прямом или обратном), на котором установлен ППР, т/м³;

h_1 – удельная энтальпия теплоносителя в прямом трубопроводе, кДж/кг;

h_2 – удельная энтальпия теплоносителя в трубопроводе холодного водоснабжения – для открытых систем теплоснабжения (удельная энтальпия теплоносителя обратном трубопроводе – для закрытых систем теплоснабжения), кДж/кг;

Если отсутствуют датчики избыточного давления, то за номинальное давление при расчёте энтальпии (теплосодержания) и плотности теплоносителя принимаются договорные значения, которые заносятся в память прибора как настроечные параметры. Если датчики избыточного давления установлены, то при расчетах используются реальные значения давления.

В табл. 1.5. приведен перечень измеряемых и регистрируемых параметров, их обозначение при выводе на индикатор прибора, диапазон изменений и даны сведения о способе усреднения и представления параметров в приборе.

В табл.1.6 приведен перечень настроечных параметров, их обозначения при выводе на индикатор прибора и диапазон изменений.

Таблица 1.5

Обозн	Диапазон показаний	Наименование и комментарии
W	0,000 –	Тепловая энергия, ГДж (Гкал). Значения – итоговые за

	999999,9	<i>время работы и архивные</i>
T1, T2, T3, T4,	0,00 – 160,00	Температура воды в трубопроводах 1, 2, 3, 4, °С . Значения – на текущий момент и средневзвешенные архивные
dt	3,00 – 150,00	Разность температур $t_1 - t_2$, °С. Значения – на текущий момент и средневзвешенные архивные
M1, M2, M3, M4	0,000 – 999999,9	Масса воды, т, в трубопроводах 1,2,3,4. Значения – итоговые за время работы и архивные
V1, V2, V3, V4	0,000 – 999999,9	Объем воды в трубопроводах 1, 2,3, 4, м3. Значения – итоговые за время работы с момента пуска
G1,G2 G3,G4	0,0 – 100000,0	Массовый расход через водосчетчики ВС1, ВС2, т/ч.
Tr	0,00 – 99999,99	Время исправной работы, час. Значения – итоговые за время работы и архивные
№ при- бора	000-255	Идентификационный номер прибора.
Код ошиб- ки	00 – 255	Код нештатной ситуации Значения на текущий момент и архивные.
Tmin	0,00 – 99999,99	Время работы теплосчетчика при $G < G_{min}$ значение архивное, итог за отчетный период
Tmax	0,00 – 99999,99	Время работы теплосчетчика при $G > G_{в}$ значение архивное, итог за отчетный период
Tdt	0,00 – 99999,99	Время работы теплосчетчика при $dt < dt_{min}$ значение архивное, итог за отчетный период

Примечания – Показания в архиве сохраняются при смене схемы измерения, например , зимней на летнюю схему.

Обозн.	Диапазон значения	Пример	Наименование и комментарии
Rot	985,00 ... 1015,00	1007,321	Калибровочный коэффициент для преобразователей температуры, Ом
Kg1	0,001..100	1,00	Цена импульса водосчетчика в первом контуре тепловой системы, м3/имп
Kg2	0,001..100	0,1	Цена импульса водосчетчика во втором контуре тепловой системы, м3/имп
Ph	0,0..6,3	1,6	Верхний предел измерения преобразователей давления, МПа
Po1, Po2	230..250	240,03	Калибровочный коэффициенты для 1-го и 2-го преобразователей давления
txв	0...30	10	Договорное значение температуры холодной воды, оС
t1дог	20...160	140	Договорное значение температуры в подающем трубопроводе, оС
t2дог	0...120	60	Договорное значение температуры в обратном трубопроводе, оС
P1дог	0,1...6,3	0,8	Договорное значение давления в подающем трубопроводе, МПа
P2дог	0,1...6,3	0,5	Договорное значение давления в обратном трубопроводе, МПа
Gmin	0,001..5000	0,4	Нижний предел измерения преобразователя объема по расходу, м3/ч
Gв	0,01..10 ⁵	50	Верхний предел измерения преобразователя объема по расходу, м3/ч
Статус	0..255	128+32	Статус: <i>определяет единицу измерений, режим печати, и т.д.</i>
№ схемы	1..9	2	Номер используемой схемы учета тепла
P-день	1...30	8	Расчетный день: <i>день месяца, по которому производится расчет с поставщиком тепла</i>
P-час	0..23	10	Расчетный час: <i>час суток, по которому производится расчет с поставщиком тепла</i>

3.4. Метрологические характеристики

- Пределы допускаемой относительной погрешности используемых преобразователей объема - δ_o , наибольшее и наименьшие значения разности температур - Δt_v , Δt_n , и формулы для расчета пределов допускаемой

относительной погрешности теплосчетчика при измерении тепловой энергии в закрытой системе теплоснабжения - δ_Q , приведены в табл.1.7.

4. Таблица 1.7

Пределы допускаемой относительной погрешности преобразователя объема, $\delta_o, \%$	Максимальная температура теплоносителя $t_b, ^\circ\text{C}$	Наибольшее значение разности температур $\Delta t_b, ^\circ\text{C}$	Наименьшее значение разности температур $\Delta t_n, ^\circ\text{C}$	Формула для вычисления пределов допускаемой относительной погрешности при разности температур $\Delta t, \delta_Q, \%$	Класс прибора
± 1	160	155	1	$\pm(2 + 4/\Delta t)$	C
$\pm 1,5$	160	155	2	$\pm(2 + 8/\Delta t)$	C
± 2	160	155	3	$\pm(3 + 12/\Delta t)$	B

Примечания 1) Δt – разность температур теплоносителя, $^\circ\text{C}$, в подающем и обратном трубопроводах (для класса C может быть увеличена по заказу до 3°C); 2) Погрешность теплосчетчика в открытой системе теплоснабжения определяется уравнением измерения тепловой энергии и соотношением расходов в подающем и обратном трубопроводах. 3) Определение погрешности теплосчетчика для открытых систем теплоснабжения должно быть произведено согласно МИ 2553-99 или методике поверки ИРВ 3.480.001 И1.

3.4.2. Значения максимальных и минимальных расходов – G_b, G_{min} для различных типов используемых преобразователей объема приведены в табл.3.

Диапазон измерения температур теплоносителя $1..160^\circ\text{C}$;

Диапазон измерения температур газообразных сред $-60..100^\circ\text{C}$;

3.4.3. Пределы допускаемой абсолютной погрешности теплосчетчика по показаниям температуры $\pm(0,3+0,004 |t|), ^\circ\text{C}$

3.4.4. Пределы допускаемой относительной погрешность теплосчетчика при измерении массы воды $\pm \delta_o, \%$, где δ_o – верхний предел допускаемой относительной погрешности преобразователя объема

3.4.5. Пределы допускаемой приведенной погрешности теплосчетчика при измерении давления воды $0,6 \%$.

3.4.6. Пределы допускаемой относительной погрешности теплсчетчика при измерении времени $\pm 0,005\%$.

3.4.7. Максимальное избыточное давление теплоносителя от 1,6 до 2,5 МПа, (в зависимости от типа и исполнения преобразователя объема).

3.5 Электропитание тепловычислителя

Электропитание прибора и выходных цепей преобразователей объема типа «сухой контакт» осуществляется от встроенной батареи с номинальным напряжением 3,6 В и номинальной емкостью: 5,5 А · час. При использовании интерфейса RS485 и при работе прибора в локальных вычислительных сетях предусмотрено питание от сетевого напряжения 220 В, 50 Гц (потребляемая мощность—5 ВА)

Ресурс работы литиевой батареи – не менее 4 лет, при следующих условиях эксплуатации: температура окружающего воздуха 0 – 25 °С, время свечения табло (считывания показаний) до 2 часов в месяц, средняя частота импульсов от каждого ВС до 1 Гц (при скважности импульсов не менее 8 или при постоянной длительности состояния «замкнуто» не более 125 мс).

Разряд батареи диагностируется выводом на индикатор кода ошибки РБ. Нормальное функционирование обеспечивается до 2-х недель после активизации этого признака. Накопленные архивные данные сохраняются и при полном разряде батареи.

Замена батареи может потребоваться ранее расчетного ресурса при несоблюдении вышеуказанных условий, в частности повышенной температуре окружающего воздуха.

3.6. Схемы потребления

Специфические особенности конкретного узла учета – конфигурация трубопроводов, состав и размещение основного оборудования и средств измерений – объединены понятием схемы потребления (СП). Таких схем для теплосчетчика ИРВИКОН ТС-200 – четырнадцать (пять – для однопоточного исполнения прибора и девять – для двухпоточного исполнения).

Номер схемы – обязательный настроечный параметр.

Схемы потребления и соответствующие им расчетные формулы приведены в таблицах 1.7 и 1.8. Здесь и далее приняты следующие обозначения:

- ТС1, ТС2, ТС3, ТС4 – датчики температуры;
- ПД1, ПД2 – датчики давления;
- ВС1, ВС2, ВС3, ВС4 – датчики объема;
- ОВ – отопительная и вентиляционная тепловая нагрузка;
- ГВС – нагрузка горячего водоснабжения;
- W – тепловая энергия;
- V1, V2, V3, V4, M1, M2, M3, M4 – значения объема и масс теплоносителя;
- t1, t2, t3, t4 – значения температуры теплоносителя в соответствующей трубе;
- q1, q2, q3, q4 – цена импульса соответствующего ВС;
- n1, n2, n3, n4 – количество импульсов соответствующего ВС

- $\rho_1, \rho_2, \rho_3, \rho_4$ – плотности, рассчитываемые по соответствующим значениям температуры и давления;
- h_1, h_2, h_3, h_4 – значения энтальпий, рассчитываемые по соответствующим значениям температуры и давления теплоносителя.

Приведенные схемы потребления являются базовыми – состав и расположение их элементов могут быть в определенных пределах изменены.

Основное условие для применения той или иной схемы – справедливость приведенных расчетных формул. Например, из схем могут быть исключены датчики давления ПД1 и ПД2. В этом случае расчет параметров теплоснабжения будет вестись по договорным значениям давлений.

Примечание. При использовании в теплосчетчике договорных значений температуры холодной воды измеренное значение тепловой энергии должно быть скорректировано по результатам измерений значений температуры холодной воды на источнике теплоты в соответствии с ГОСТ Р 8.592-2002

Во всех схемах расчет массы теплоносителя по каждому каналу измерения ведется по формуле $M_i = \rho_i * q_i * n_i$

Таблица 1.8

№	Схема потребления	Расчетные формулы
00		$W = M1 (h1-h2)$ <p>Допускается эксплуатация без водосчетчика BC2</p>
01		$W = M2 (h1-h2)$
02		$W = M1 (h1-hx) - M2 (h2-hx)$
03		$W = M1 (h1-h2) + M2 (h2-hx)$
04		$W = M1 (h1-h2) + M2 (h1-hx)$

Схемы потребления для однопоточного исполнения

В схемах 03 и 04 допускается включение водосчетчиков в свободные подающую или обратную магистрали. Их подключение не влияет на формулу расчета энергии.

Схемы потребления для двухпоточного (многопоточного) исполнения теплосчетчика

№	Схема потребления	Расчетные формулы
00		$W1 = M1 (h1-h2)$ $W2 = M3 (h2-hx)$
01		$M1 = M2 + M3$ $W1 = M2(h1-h2)$ $W2 = M3 (h1-hx)$
02		$W1 = M1 (h1-h2)$ $W2 = M3 (h3-hx)$
03		$W1 = M2 (h1-h2)$ $W2 = M3 (h3-hx)$
04		$W1 = M1 (h1-h2)$ $W2 = M3 (h3-hx) - M4 (h4-hx)$

№	Схема потребления	Расчетные формулы
05		$W2 = M4 (h3-h4)$ $W1 = M1 (h1-h2) + M3 (h2-hx)$
06		$W1 = M1 (h1-hx) - M2 (h2-hx)$ $W2 = M3 (h3-hx) - M4 (h4-hx)$
07		$W1 = M1 (h1-h2)$ $W2 = M3 (h3-h4)$
08	<p>Схема идентична схеме 07 без водосчетчиков BC1 и BC3</p>	$W1 = M2 (h1-h2)$ $W2 = M4 (h3-h4)$

Многопоточность схем измерения обеспечивается применением дополнительных вычислителей и блока приема и передачи цифровых данных

3.7 Внешний интерфейс

Измеренные и архивные значения параметров теплопотребления выводятся на индикатор лицевой панели прибора. Настраиваемые параметры вводятся с внешнего компьютера или пульта-считывателя. К тепловычислителю через адаптер интерфейса могут подключаться компьютер или модем, имеющие интерфейс RS232, а также удаленные приборы и компьютер, объединенные в локальную приборную сеть. С помощью адаптера печати АП к тепловычислителю может быть подключен принтер. Поставка адаптеров печати и интерфейса - по отдельному заказу. Схемы подключения вышеуказанного внешнего оборудования приведены в приложении 1.1.

4. СВЕДЕНИЯ О КОНСТРУКЦИИ ТЕПЛОВЫЧИСЛИТЕЛЯ

Тепловычислитель выполнен в пластмассовом корпусе из ударопрочного полистирола. Стыковочные швы корпуса снабжены уплотнением, что обеспечивает высокую степень защиты от проникновения пыли и воды. Внутри корпуса установлена печатная плата измерительно-вычислительного блока (ИВБ), на которой размещены все электронные компоненты, включая литиевую батарею. Клавиатура и дисплей расположены на лицевой панели и подключены к ИВБ посредством разъемов и плоского кабеля.

Внешний вид и вид со снятой крышкой тепловычислителя показаны на рис. 1 и 2. Для управления работой прибора и выводом информации на дисплей используются 4 кнопки на лицевой панели.

Под крышкой тепловычислителя находятся клеммники для подключения внешних цепей (маркировка цепей приведена в подрисуночной надписи). Схема подключения внешних цепей приведена на рис. 3.

Плата ИВБ закреплена 4-мя винтами, один из которых опломбирован, для исключения доступа к переключателю разрешения записи настроечных коэффициентов. После монтажа внешних цепей может быть опломбирована крышка тепловычислителя, с этой целью предусмотрены отверстия в крышке и крепящих винтах. Тепловычислитель крепится на ровной вериткальной поверхности с помо-

щью двух петель, устанавливаемых в верхних углах задней стенки в специальных пазах.

Напряжение питания, потребляемая мощность, масса, габаритные, установочные размеры и условия эксплуатации других составных частей теплосчетчика приведены в их технической документации.

Рис.2 5. КОМПЛЕКТАЦИЯ

Комплект поставки теплосчетчика указан в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Обозначение Документа	Наименование и условное Обозначение	Количество (шт.)
ИРВ 3.486.003	Тепловычислитель ИРВИКОН ВТ-200	1
	Преобразователь объема (счетчик воды)* ¹	1..4
	Комплект термопреобразователей сопротивления* ¹	1..2
ИРВ 3.507.001	Пульт-считыватель	1* ²
ИРВ 3.508.001	Блок приема и передачи цифровых данных БПД-200	1* ²
ИРВ 3.509.001	Адаптер интерфейса COM/RS232	1* ²
ИРВ 3.510.001	Адаптер печати АП-1	1* ²
ИРВ 3.486.001.001ПС	Паспорт	1
ИРВ 3.486.002. РЭ	Руководство по эксплуатации.	
ИРВ 3.486.002 И1	Методика поверки	1* ³
	Программы связи теплосчетчика и считывателя с компьютером	1* ²

Примечания. *¹ - тип и количество преобразователей объема, давления и температуры определяется схемой теплопотребления, условиями эксплуатации и оговаривается в заказе на теплосчетчик.

*² - поставляются по отдельному заказу.

*³ – при поставке в один адрес 3 и более приборов, поставляется один экземпляр на каждые 5 приборов.

6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

Источниками опасности при монтаже и эксплуатации теплосчётчика являются электрический ток и теплоноситель, находящийся под давлением до 1,6 МПа при температуре до 150°С.

При эксплуатации теплосчётчика необходимо соблюдать общие требования безопасности.

Эксплуатация теплосчетчика со снятыми крышками его составных частей не допускается.

Перед включением теплосчетчика в электрическую сеть необходимо заземлить его составные части (для исполнений с питанием от сети 220В).

К работе по монтажу, поверке и эксплуатации теплосчетчика допускаются лица, имеющие необходимую квалификацию, изучившие данное техническое описание и прошедшие инструктаж по ТБ.

Безопасность эксплуатации теплосчетчика обеспечивается:

- прочностью корпуса ППР и защитных гильз ТСП;
- герметичностью фланцевого соединения ППР с трубопроводом;
- изоляцией электрических цепей составных частей теплосчетчика;
- надежным заземлением составных частей теплосчетчика.

7. МОНТАЖ ПРИБОРА

7.1. Распаковка

Перед установкой теплосчетчика необходимо проверить сохранность тары. В зимнее время вскрытие ящиков можно производить только после выдержки их в течение 24 часов в отапливаемом помещении. После вскрытия ящиков теплосчетчик вынимают, освобождают от упаковочного материала. Затем проверяют комплектность согласно табл.9.

7.2. Монтаж первичных преобразователей

Монтаж первичных преобразователей, подключаемых к тепловычислителю ВТ-200, следует проводить с учетом требований технической документации на используемые преобразователи. Особое внимание следует обратить на допустимые длины прямых участков для преобразователей объема и выбор места их установки, исключающий завоздушивание измерительных участков.

Термопреобразователи устанавливаются на трубопроводе в соответствии со схемой включения теплосчётчиков.

Место установки термопреобразователей на трубопроводе должно быть расположено максимально близко к вводу в теплопункт (объект) и выводу с

теплопункта (объекта). Монтаж термопреобразователей должен производиться вне зоны прямых участков водосчетчиков.

Условия установки термопреобразователей на трубопроводах должны быть по возможности идентичными: одинаковые диаметры трубопроводов, одинаковые скорости потоков теплоносителя, одинаковые профили потока.

Глубина погружения и угол наклона термопреобразователей должны соответствовать требованиям МИ 2204-92, требованиям предприятия-изготовителя.

Перед установкой термопреобразователей защитные гильзы необходимо заполнить трансформаторным маслом.

7.3. Монтаж тепловычислителя

Тепловычислитель устанавливается на ровную вертикальную поверхность (стена, кожух приборной стойки и т.п.) в месте, обеспечивающем хороший доступ к измерительному блоку при электрическом монтаже сигнальных кабелей, а также к кнопкам управления и индикатору.

Тепловычислитель должен быть защищен от возможных механических повреждений. Крепление на выбранном месте осуществляется через отверстия в петлях, расположенных на задней стенке корпуса, двумя винтами или шурупами диаметром не более 4 мм.

7.4. Монтаж электрических цепей.

Монтаж электрических цепей осуществляется в соответствии с электрической схемой подключения, приведенной на рис.4

Длина и линий связи между ВС и тепловычислителем не более 150 м, сопротивление линий связи не более 100 Ом.

Для подключения термопреобразователей к тепловычислителю рекомендуется использовать кабели с сечением проводника не менее $0,35 \text{ мм}^2$, например: ШВВП $2 \times 0,5 \text{ мм}^2$, РПШ $4 \times 0,5 \text{ мм}^2$, КУПР $4 \times 0,5 \text{ мм}^2$, СПОВ $4 \times 0,5 \text{ мм}^2$. Сигнальные линии должны быть защищены от механических повреждений металлорукавом.

Для монтажа можно использовать провод и кабели других марок имеющих те же характеристики.

Сигнальные линии связи при прокладке их рядом с силовыми цепями питания должны быть защищены от воздействия электрических помех. С этой целью металлорукав или металлическая труба, в которых проложены кабели, должны быть надежно заземлены. Не допускается использовать в качестве контура заземления трубопроводы тепловых сетей. Допускается прокладка сигнальных кабелей от водосчетчиков и преобразователей объема в одном металлорукаве или металлической трубе.

Схема соединений теплосчетчика с первичными преобразователями при использовании 1-го водосчетчика ИРВИКОН СВ-200 и без датчиков давления

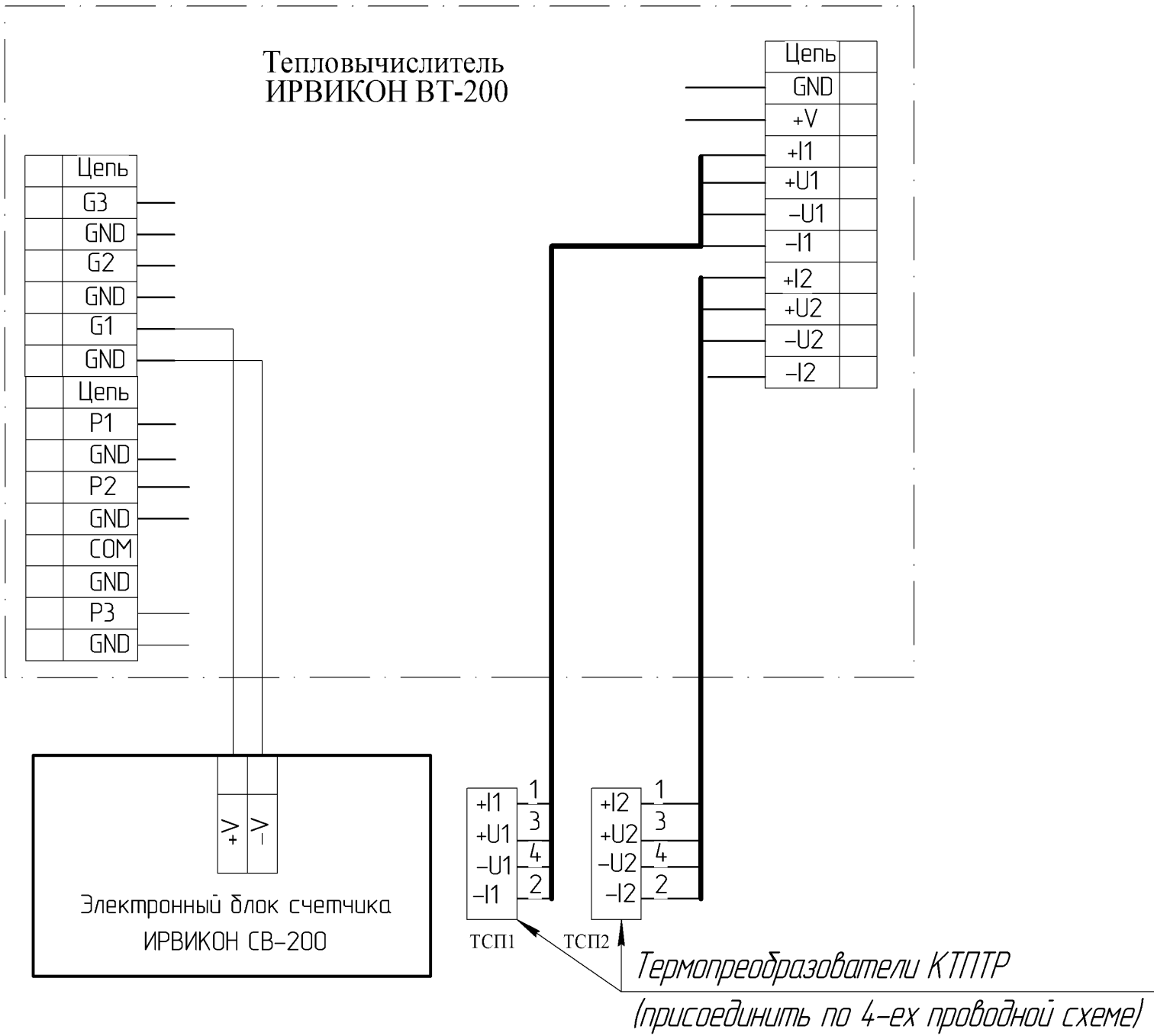


Схема внешних соединений

Рис.4

8. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПРИБОРА

8.1 Ввод информации в прибор

8.1.1. **Общие рекомендации.** Ввод настроечных параметров в прибор осуществляется при выпуске прибора из производства и при коррекции параметров в процессе поверки.

Запись и перезапись параметров в энергонезависимую память прибора осуществляется при замкнутой перемычке **ED**, находящейся на плате ИВБ со стороны установки электронных компонентов. Запись производится с помощью компьютера или пульта считывателя ИРВИКОН ПС-200.

Для установки перемычки **ED** необходимо, отвинтив винты крепления (и сняв при этом пломбу), приподнять плату ИВБ. С помощью джампера замкнуть контакты ED, находящиеся с противоположной стороны платы в верхней ее части.

Считыватель подключается к прибору через коммутационную коробку с помощью штекера. Для связи с компьютером используется универсальный адаптер интерфейса RS-T и программа связи, поставляемые по отдельному заказу, схемы подключения приведены в приложении 1.

После ввода настроечных параметров необходимо разомкнуть контакты **ED**, закрепить и опломбировать плату.

8.1.2. **Ввод со считывателя.** В процессе редактирования параметров изменению могут подвергаться параметры, находящиеся в следующих разделах меню теплосчетчика:

- КОЭФФИЦИЕНТЫ;
- ДАТА ВРЕМЯ;
- БАТАРЕЯ.

При использовании считывателя необходимо его включить кнопкой **START**, а затем с помощью кнопок **↑** и **↓** установить требуемый раздел меню, и нажав кнопку **ENTER**, войти в него. При этом в считыватель будут считаны значения параметров из выбранного раздела тепловычислителя. Войти и считать данные из выбранного раздела меню можно и с помощью функциональных кнопок, назначения которых указаны в паспорте на считыватель.

Следует отметить, что при считывании данных может быть задержка по времени до 4 с.

При последующих нажатиях кнопки **ENTER** производится поочередный вывод считанных значений на индикатор считывателя. При необходимости значения могут быть изменены с помощью цифровых кнопок и кнопки **←** (стирание). Ввод отредактированного значения - с помощью кнопки **ENTER**. При выходе из режима редактирования по кнопке **F5** считыватель запросит разрешение на запись **ЗАПИСАТЬ ДАННЫЕ?** При нажатии кнопки **ENTER** в память тепловычислителя будут записаны новые значения параметров. Для отказа от записи следует нажать кнопку **F5**, при этом считыватель выйдет из выбранного раздела меню.

8.1.3. Ввод информации с компьютера. Ввод и редактирование настроечных параметров тепловычислителя с помощью компьютера аналогичен рассмотренному выше. После запуска программы связи необходимо выбрать один из предлагаемых разделов меню и произвести считывание данных (клавиша **ENTER**), далее, после редактирования данных и выхода из раздела меню (по клавише **ESC**), программа сделает запрос **Записать данные? (yes) no**. Выбрав нужную опцию производится выход из программы с записью данных или без записи. Следует отметить, что если переключка для защиты данных от записи не будет установлена, то данные будут переданы в теплосчетчик без дополнительных сообщений, однако запись их в память не будет произведена.

3.1. Вывод измеренных и настроечных параметров на индикатор тепловычислителя.

8.2.1. В нормальном состоянии индикатор тепловычислителя ВТ-200 погашен. Для включения индикации необходимо нажать кнопку **Ввод**. При этом на индикатор прибора будет выведено название первого раздела меню **Текущие значения**. Переключение от раздела к разделу осуществляется по кругу с помощью кнопок **←, →** равноправно в обе стороны в следующем порядке.

Текущие значения	В данном разделе хранятся все измеренные текущие параметры теплопотребления.
АРХИВ	Архивные данные. Подменю: часовые, суточные месячные.

Коэффициенты	Просмотр настроечных параметров.
Дата время	Просмотр текущей даты и времени.
Батарея	Просмотр даты установки батареи.

Вход в выбранный раздел осуществляется по кнопке **Ввод**, выход из раздела – по кнопке **↑**. Выход из основного меню (по кнопке **↑**) приводит к гашению индикатора и экономии заряда батареи, и является желательной процедурой. Автоматическое гашение индикатора происходит через 1 мин после последнего нажатия одной из кнопок.

8.2.2. Пример индикации параметров из раздела " **Текущие значения** "

Энергия, ГДж тек W XXXXXXXX,XXXX	Энергия, в зависимости от настройки вычисляется в ГДж или Гкал
Температура, оС тек T1 XXX,XXXX	- температура по 1-му трубопроводу
Температура, оС тек T2 XXX,XXXX	- температура по 2-му трубопроводу; аналогично отображается температура T3 и T4
T1-T2, оС тек dt XXX,XXXX	- разность температур
Масса, т тек M1 XXXXXXXX,XXXX	- масса теплоносителя протекшего по 1-му каналу; аналогично отображаются массы M2..M4
Объем, м ³ тек V1 XXXXXXXX,XXXX	- объем теплоносителя протекшего по 1-му каналу; аналогично отображаются массы V2..V4
Расход т/ч тек G1 XXXXX,XXXX	- мгновенный расход по первому каналу; аналогично отображаются расходы G2..G4

Время раб, ч тек Гр чч XXXXXX	- Время работы прибора в исправном состоянии
N Прибора XXX	- идентификационный номер прибора, используется для адресации в локальной сети
Код ошибки тек XXX	Код ошибки (при наличии нескольких ошибок отображается код с большим приоритетом)

Более подробная информация о выводимых текущих параметрах приведена в табл. 5.

8.2.3. Вывод архивных параметров.

Архивные параметры могут быть выведены на индикатор прибора, считаны и перенесены на компьютер с помощью считывателя, а также – считаны на компьютер по интерфейсу RS232 или RS485.

Вывод архивных параметров на индикатор прибора производится в следующей последовательности:

АРХИВ	- выбрать нужный раздел меню и нажать кнопку Ввод
АРХИВ Часовой	- кнопками ←, → выбрать требуемый тип архива и нажать кнопку Ввод
23-01-01 17 час	- с помощью кнопок ←, → (перемещение курсора) и кнопки ↑ установить нужную дату, час и нажать кнопку Ввод
23-01-01 17 час арх	- на индикатор будет выведена дата и время соответствующей записи данных в теплосчетчик.

Если по каким либо причинам в теплосчетчике отсутствует запись с запрашиваемой датой (например, неправильный набор даты), то на индикатор будет выведена последняя и наиболее близкая к запрашиваемой дате запись. Если дата и время устраивает пользователя, нажать кнопку **Ввод**, если – нет, то кнопками **←, →** можно выбрать записи данных с другим временем.

23-01-01 17 час W1 XXXXXXXX,XXXX	- на индикатор выведен первый параметр (энергия за час), кнопками ←, → осуществляется
-------------------------------------	--

просмотр остальных параметров теплопотребления для выбранной даты и времени. Последовательность вывода информации на индикатор: W1, W2, ГДж/ч

(Гкал/ч); T1..T4, dt, °С; M1..M4, т/ч; P1, P2, МПа; Tr,ч; код ошибки. Все параметры – накопленные за час (сутки, месяц) или средневзвешенные.

Для выхода из режима просмотра архива необходимо последовательно нажать кнопки: **↑** (выход в режим индикации запрашиваемой даты), одновременно нажать кнопки **↑** и **Ввод** (выход в раздел «Архив»), далее - **↑** (выход в меню), **↑** - гашение индикатора.

Вывод архивных параметров на компьютер и их распечатка подробно рассмотрены в описании программы связи, поставляемой по отдельному заказу.

8.2.4. Просмотр настроечных параметров производится в следующей последовательности:

- нажатием кнопок **↑**, **←**, **→** выбрать раздел КОЭФФИЦИЕНТЫ и по кнопке **↑** войти в него;
- с помощью кнопок **←**, **→** осуществить просмотр настроечных параметров.

Последовательность вывода настроечных параметров, формат вывода и их назначение приведены в табл. 6.

9. ПЛОМБИРОВАНИЕ

Теплосчетчик является прибором коммерческого учета и в связи с этим все его составные части должны быть опломбированы.

При выпуске с предприятия-изготовителя блоки теплосчетчика должны иметь следующие пломбы ОТК:

- первичные преобразователи объема (в соответствии с их ТД);
- печатная плата ИВБ внутри тепловычислителя (см. рис.2).

При установке после выполнения монтажных работ теплосчетчик может быть опломбирован представителями органов теплонадзора. При этом могут быть опломбированы следующие блоки теплосчетчика:

- крышка тепловычислителя;
- ППР и ТСП на трубопроводе;

ВНИМАНИЕ!!! В случае нарушения или несанкционированного снятия пломб ОТК предприятие - изготовитель снимает с себя гарантийные обязательства.

10. ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

10.1. При считывании показаний с прибора и обнаружении сообщения **Разряда батареи** принять меры к срочной ее замене. После выдачи такого сообщения прибор обеспечивает работоспособность в течение 2 недель. По истечению 3,5 лет службы батареи рекомендуется считывание показаний производить каждые 2 недели.

Замену батареи производить в следующей последовательности:

- подключить к клеммам +V и -V внешний источник питания напряжением 3,6..5,5 В;
- отключить провод от клеммы +BAT и выпаять литиевую батарею;
- впаять новую батарею и подключить провод +BAT;
- отключить внешний источник питания.

В процессе эксплуатации следить за исправностью защитных металлорукавов и труб, их надежным заземлением и принимать меры по защите их от коррозии. Техническое обслуживание преобразователей расхода, температуры и давления – согласно предоставляемой на них ТД.

10.2. При считывании информации с теплосчетчика и распечатке архивных данных анализировать возникающие в процессе работы коды ошибок (см. Приложение 1.2 табл. П2.1., табл П2.2) и своевременно устранять возможные неисправности в работе прибора, при необходимости производить настройку тепловой системы.

11. ПОВЕРКА

Теплосчетчик подлежит обязательной первичной государственной поверке при выпуске с производства, периодической поверке, а также в случае необходимости - после ремонта. Поверка производится организациями, имеющими на это государственную лицензию.

Поверку теплосчетчиков производят согласно методике «Государственная система обеспечения единства измерений. Методика поверки. Теплосчетчик ИРВИ-КОН ТС-200 ИРВ 3.480.001.И1» См. часть 2 настоящего руководства.

Периодичность поверки теплосчетчика установлена 4 года.

12. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Возможные неисправности и способы их устранения при эксплуатации теплосчетчика приведены в табл.10. Таблица 10

Наименование неисправности, внешние проявления и дополнительные признаки.	Вероятная причина	Способ устранения
1. При нажатии кнопки нет вывода информации на индикатор	не подключена или неисправна батарея питания	Подключить или заменить батарею питания и установить текущую дату и время (см. п. 8.1)
2. Отсутствует измерение температуры ($T1..T4 = 0$)	Разрыв в цепи питания ТСП (токовые линии) или разрыв потенциальных проводов от одного из ТСП	Проверить полное сопротивление по цепи +I1... -I4, а также перемычки по токовым выводам неустановленных ТСП.
2. При исправной работе водосчетчиков нет счета энергии, объема и массы теплоносителя 3. Счет объема производится, а счета энергии и массы нет	Разрыв или замыкание сигнальной цепи от соответствующего водосчетчика.	Проверить наличие импульсных сигналов на выводах G1..G4, при $U_{вх} = 0$ – замыкание линии связи, при $U_{вх} = 3В$ и отсутствии импульсов с ВС – разрыв линии связи Устранить обнаруженные неисправности. Проверить исправность термопреобразователей и значение разности температур, которое должно быть больше Δt_{min}
5. На индикаторе индицируется неисправность датчика давления	1. Неисправен или отсутствует датчик давления. 2. Обрыв или замыкание сигнальных линий связи	При исправном преобразователе давления измерить напряжение на клеммах P-GND . Напряжение, В, должно иметь значение $0,124 \cdot I_p$, I_p – ток датчика давления, мА. При значительных отличиях найти неисправность линии связи и устранить ее.

Схема подключения теплосчетчика к интерфейсу RS-485

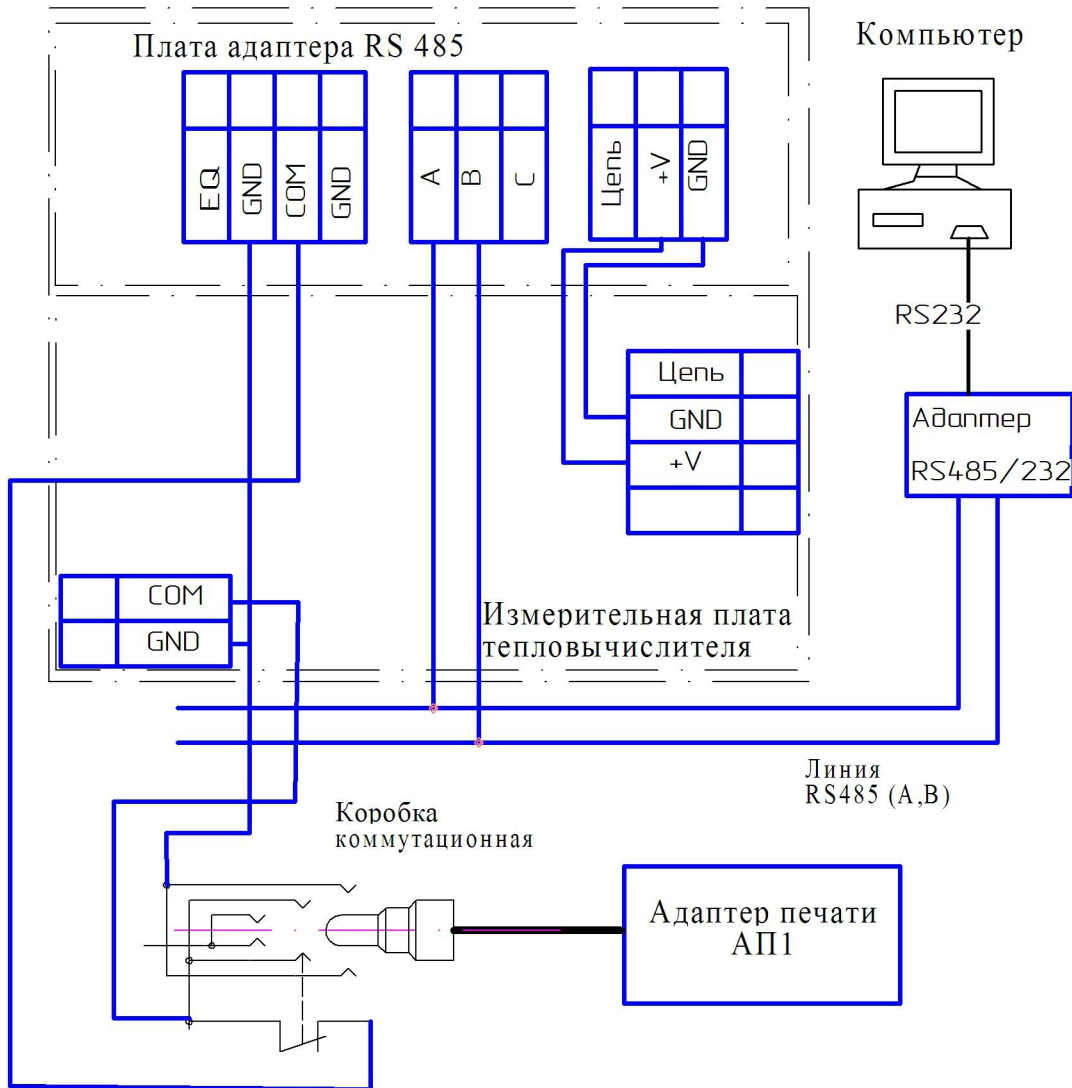


Рис.П1.1

При подключении адаптера печати выход COM порта измерительной платы должен быть отключен от COM порта платы RS-485. Данное переключение обеспечивается коммутационной коробкой

Расшифровка кода статуса

разряд /чис- ло	Назначение	Расшифровка
7 / 128	Единица измерения	0 – ГДж; 1 – Гкал
6 / 64	Разрешение использования догово- рных значений температур	0 – нет разрешения 1 – разрешено использование
5 / 32	Разрешение автоматической пе- чати и выбор типа отчета	00 – ручной запрос
4 / 16		01 – почасовой за 24 час., автоматич. 10 – посуточный за 7 дней, автоматич. 11 – посуточный за месяц, автоматич.
3 / 8	Выбор расчетного дня недели для суточного отчета за 7 дней	001 – воскресенье;
2 / 4		002 – понедельник;
1 / 2	 007 – суббота 000 - нет
0 / 1	Разрешение договорных значе- ний давлений	0 – нет разрешения 1 – разрешено использование

Расшифровка кодов ошибки

разряд /чис- ло	Расшифровка значения битов
7 / 128	1- разряд батареи , 0 - норма
6 / 64	1-датчик давления неисправен, 0 - норма
5 / 32	1 - сбой EEPROM, 0 - норма
4 / 16	1- термометр T2 неисправен, 0 - норма
3 / 8	1- термометр T1 неисправен, 0 - норма
2 / 4	1 - разность температуры меньше допустимой, 0 - норма
1 / 2	1 - расход больше верхнего предела измерения расходомера, 0 - норма
0 / 1	1 - расход меньше нижнего предела измерения расходомера, 0 – норма

Коды ошибки и статуса выводятся на дисплей в виде десятичного числа, которое является суммой значений соответствующих разрядов. Для перевода десятичного числа в двоичный формат можно последовательно произвести вычитания из начального кода чисел 128; 64; 32; 16; 8; 4 и 2. Если разность положительна, то соответствующий разряд равен 1, если отрицательный – 0 и вычитание не производят. Пример КОД=203. $203-128=85$ и $b_7=1$; $85-64=21$ и $b_6=1$; $29-32<0 \rightarrow b_5=0$; $29-16=13 \rightarrow b_4=1$; $13-8=5 \rightarrow b_3=1$; $5-4=1 \rightarrow b_2=1$; $b_1=0$ и $b_0=1$, таким образом, в двоичном формате $КОД_2 = 11011101$.

Часть 2

ИНСТРУКЦИЯ

государственная система обеспечения
единства измерений

Теплосчетчик ИРВИКОН ТС-200
методика поверки

ИРВ 3.480. 001. И1

Начальник сектора ФГУП ВНИИМС

_____ Д.И.Гудков

Технический директор ЗАО «ИРВИС»

_____ В.Д.Глушнев

1. ВВЕДЕНИЕ

- 1.1. Настоящая инструкция распространяется на теплосчетчик ИРВИКОН ТС-200 (в дальнейшем прибор), в состав которого входят тепловычислитель ИРВИКОН ВТ-200, преобразователи объема, температуры и давления.
- 1.2. Инструкция устанавливает методику первичной и периодической проверок тепловычислителя ИРВИКОН ВТ-200 и теплосчетчика ИРВИКОН ТС-200. Метрологическая проверка преобразователей объема, температуры и давления, входящих в состав теплосчетчика, производится согласно технической документации, утвержденной на них в установленном порядке.
- 1.3. Первичная проверка прибора производится при выпуске из производства; периодическая проверка производится в процессе эксплуатации с установленным межповторочным интервалом, равным 4 годам.
- 1.4. В табл.1.1 – табл.1.3 руководства по эксплуатации приведены основные технические характеристики преобразователей объема, температуры и давления, используемых в составе прибора.
- 1.5. Метрологические характеристики теплосчетчика приведены в разделе 3.4 руководства по эксплуатации.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении проверки прибора должны быть выполнены операции, указанные в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции		
		Первичная проверка	Периодическая проверка	После ремонта
1	2	3	4	5
1. Внешний осмотр.	5.3.	Да	да	Да
2. Проверка электрической прочности изоляции*	5.4	Да	нет	Да
3. Проверка электрического сопротивления изоляции*	5.5.	Да	Нет	Да
4. Опробование и проверка правильности считывания результатов измерения с помощью пульта-считывателя	5.6.	Да	Да	Да
5. Проверка основной относительной погрешности по функции измерения энергии.	5.7.	Да	Да	Да

6. Проверка основной погрешности по функции измерения температуры.				
7. Проверка основной относительной погрешности по функции измерения давления.				
8. Определение погрешности измерения времени исправной работы	5.8.	Да	Да	Да

ПРИМЕЧАНИЕ * - выполняется только для приборов с сетевым напряжением питания.

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны быть применены средства измерений, указанные в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Номер пункта документа по поверке	Наименование эталонного средства измерения или вспомогательного средства поверки; номер документа, регламентирующего технические требования к средству, разряд по государственной поверочной схеме и (или) метрологические и основные технические характеристики
1	2
5.4	Универсальная пробойная установка УПУ-10 Диапазон измеряемых величин 0 –10 кВ Мощность выходная 1 кВА
	Мегаомметр М-1101 ГОСТ 23706-79 Диапазон измерений 0-1-500 МОм Класс 1.0
5.7	Магазина сопротивлений Р4831 ГОСТ7003 Класс точности $0,02/2 \times 10^{-6}$, диапазон от 0 до 11111,11 Ом
5.7	Прибор для поверки вольтметров В1-12. Диапазон задания калибровочных токов от 1мкА –100 мА. Пределы допускаемой основной погрешности установки калибровочного тока I_k в диапазоне 100нА – 100мА - $\pm (2,5 \cdot 10^{-4} \cdot I_k + 1 \text{мкА})$,
5.7	Генератор импульсов Г5-79 ЕХ3.269.002ТУ Период импульсов до 10 с, амплитуда импульса до 10В на нагрузке 50 Ом, ручной и автоматический запуск.
5.5	Секундомер электронный с таймерным выходом СТЦ-1 гИ2.815.032 ПС $\pm(15 \cdot 10^{-6} T + 0,001) \text{с}$

Примечания :

5.2.2. Произведите проверку наличия действующих свидетельств о поверке рабочих эталонов и входящих в комплект теплосчетчика преобразователей, наличия оттисков поверительных клейм, а также проверку наличия знака ОТК в Паспорте на прибор.

5.2.3. Соберите схему для поверки тепловычислителя согласно рис. 1 приложения 1.

5.3. Внешний осмотр.

5.3.1. При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие внешнего вида и состояния комплектующих прибора требованиям, указанным в ТУ.

5.3.2. Проверьте соответствие комплектности прибора паспорту и ТУ.

5.3.3. Убедитесь, что изделия, входящие в состав прибора, не имеет видимых повреждений и деформаций.

5.4. Проверка электрической прочности изоляции ЭБ прибора.

5.4.1. Проверку прочности изоляции проводите с помощью пробойной установки мощностью не менее 0,25 кВА, напряжением 1,5 кВ на стороне высокого напряжения (только для приборов, имеющих сетевое питание).

5.4.2. Испытательное напряжение прикладывайте поочередно между объединенными вместе выводами СЕТЬ1, СЕТЬ2 блока питания и зажимом GND (общий провод) тепловычислителя.

5.4.3. Испытательное напряжение подавайте плавно или равномерными ступенями, не превышающими 10% значения рабочего напряжения, с минимального значения или со значения рабочего напряжения, установленного с погрешностью не более 10%, в течение 5-10 с.

5.4.4. Выдержите контролируемые цепи прибора под действием испытательного напряжения в течение 1 мин, после чего испытательное напряжение плавно снизьте до нуля.

Прибор признают выдержавшим проверку, если при воздействии испытательных напряжений не произошло пробоя изоляции или поверхностного разряда.

5.5. Проверка электрического сопротивления изоляции между цепями питания и общим проводом ЭБ.

5.5.1. Проведите проверку сопротивления в нормальных условиях с помощью мегаомметра с номинальным напряжением 500 В и погрешностью не более 30 %, который подключите к контролируемым цепям согласно п.5.4.2. и прикладывайте измерительное напряжение постоянного тока 500В.

Прибор признают выдержавшим проверку, если значения электрического сопротивления изоляции цепей ЭБ относительно его корпуса, не менее 20 МОм и выполнены требования п.5.2.2.

5.6. Опробование

5.6.1. Опробование проводят следующим образом.

С помощью кнопок на лицевой панели тепловычислителя проверьте вывод измеренных и архивных параметров теплопотребления на индикатор прибора.

Прибор признается исправным, если последовательность вывода параметров и реакция на нажатие кнопок соответствуют, указанным в руководстве по эксплуатации или паспорте на прибор.

5.6.2. Проверку пульта и последовательного интерфейса RS485 по п.п. 3.3.7 ТУ проводят следующим образом .

Подключите прибор к СОМ порту компьютера с помощью адаптера RS-T и запустите программу связи на персональном компьютере. Далее сравните показания прибора со значениями, выведенными на дисплей компьютера.

При комплектации прибора пультом-считывателем, подключите пульт к тепловычислителю и проверьте его функции согласно п.3.3.7 (автотестирование пульта, чтение текущей и архивной информации из прибора, просмотр и редактирование калибровочных коэффициентов). Затем подключают пульт к СОМ порту персонального компьютера. Далее запускают программу связи на персональном компьютере и сравнивают показания прибора со значениями, выведенными на дисплей компьютера.

Изделие считается выдержавшим испытание, если показания на дисплее компьютера по энергии, массе теплоносителя, температуре и времени исправной работы соответствуют показаниям прибора. Допускаются незначительные (1-2 единицы младшего разряда) расхождения в показаниях, вызванные задержкой передачи данных во времени.

5.7. Определение основной погрешности прибора по функциям измерения энергии, температуры, массы и давления

5.7.1. Проверку метрологических характеристик прибора определяют поэлементным методом. При этом погрешность тепловычислителя определяют экспериментально, а расчет относительной погрешности измерения тепловой энергии прибором в закрытой системе теплоснабжения - δ_Q производится по формуле:

$$\delta_Q = ((\delta_{\Delta h})^2 + (\delta_m)^2 + (\delta_B)^2)^{0,5}, \% \quad (1)$$

$$\text{где } \delta_m = [\delta_{ov}^2 + \delta_p^2]^{0,5} = \delta_{ov},$$

$\delta_{\Delta h}$ – относительная погрешность измерения разности энтальпии, обусловленная погрешностью комплекта термопреобразователей при измерении разности температур и погрешностью измерения давления преобразователями давления, %;

δ_m - относительная погрешность измерения массы теплоносителя, обусловленная погрешностями преобразователя объема, преобразователей давления и термопреобразователей, %;

δ_{ov} - предел относительной основной погрешности преобразователя объема, %;

δ_p - относительная погрешность измерения плотности теплоносителя, обусловленная погрешностями преобразователей давления и термопреобразователей, %;

δ_B - относительная основная погрешность тепловычислителя при преобразовании сигналов от преобразователей температуры, объема и давления в количество потребленной (отпущенной) тепловой энергии, %;

Так как δ_p не превосходит 0,02%, принимается $\delta_m = \delta_{ov}$

Значения погрешностей δ_{ov} и $\delta_{\Delta t}$ определены в НТД конкретного типа используемого преобразователя.

Расчет погрешности $\delta_{\Delta h}$ производится по формуле

$$\delta_{\Delta h} = 100 \{ [(dh/dt) \Delta t]^2 + 2 [(dh/dp) \Delta p]^2 \}^{0,5} / \Delta h, \quad (4)$$

где dh/dt , dh/dp – частные производные функции h по температуре, кДж/(кг⁰С), и по давлению кДж/(кг МПа) (см. приложение 3);

Δt – абсолютная погрешность измерения разности температур комплектом термопреобразователей, ⁰С.

Значение погрешности δ_p принимается равным 0,02% и в большинстве случаев этой погрешностью можно пренебречь.

Примечание. Погрешность теплосчетчика при измерении тепловой энергии в открытой системе теплоснабжения должна рассчитываться согласно методике, приведенной в приложении 3 применительно к конкретным схеме и режимам теплоснабжения.

5.7.2. Погрешность тепловычислителя - δ_B определяется следующим образом. С помощью магазинов сопротивлений, имитирующих преобразователи температуры, задается одно из требуемых значений температур и их разностей в подающем и обратном трубопроводах (см. табл. 7). С помощью генератора импульсов, имитирующего преобразователь расхода, задается число импульсов, равное $10/g$, где g – вес импульса преобразователя расхода, мЗ/имп, частота следования импульсов не более 5 Гц при длительности импульса не менее 0,1с. Договорные значения давлений устанавливаются равными 1МПа по подающему трубопроводу и 0,5МПа по обратному трубопроводу. По изменению показаний теплосчетчика при подаче импульсов рассчитывается погрешность измерения энергии, %,

$$\delta_B = 100 * (Q_{изм} - Q_{расч}) / Q_{расч}, \quad (2)$$

где $Q_{изм} = Q_k - Q_n$; $Q_{расч} = n * g * \rho * (h_1 - h_2)$;

$Q_{изм}$ - измеренная тепловая энергия, МДж;

$Q_{расч}$ – расчетное значение тепловой энергии, МДж;

Q_k, Q_n – конечное и начальное (до подачи импульсов) показания теплосчетчика по энергии;

n – число импульсов, поступивших от преобразователя расхода;

ρ - табличное значение плотности воды (см. табл. П1) в подающем (ρ_1) или обратном (ρ_2) трубопроводах, в зависимости конфигурации теплосчетчика, т/м³;

h_1, h_2 – табличные значения энтальпии воды, соответственно в подающем и обратном трубопроводах для установленных значений давлений и температур.

Прибор считают выдержавшим испытание, если во всех точках измерения значение погрешности δ_o , определенной по формуле (1) не превосходит значений указанных в п. 3.4.1. Руководства по эксплуатации.

5.7.3. Определение абсолютной погрешности при измерении температуры теплоносителя производят в точках $t = 5, 80$ и 160°C для всех каналов измерения температуры и дополнительно в точке $минус 60^\circ\text{C}$ – для канала измерения температуры воздуха. Погрешность определяют путем сличения показаний тепловычислителя со значениями температур, устанавливаемыми магазинами сопротивлений, по формуле:

$$\Delta t_{\text{ТВ}} = t_{\text{ИЗМ}} - t_{\text{СОПР}}, \quad (3)$$

где $t_{\text{ИЗМ}}$, $t_{\text{СОПР}}$ – значения температур, измеренное тепловычислителем и установленное с помощью магазинов сопротивлений.

Абсолютная погрешность измерения температуры теплосчетчиком, $^\circ\text{C}$, определяется по формуле

$$\Delta t = |\Delta t_{\text{ТВ}}| + |\Delta t_{\text{ТП}}|, \quad (4)$$

где $\Delta t_{\text{ТП}}$ – наибольший по модулю предел абсолютной погрешности преобразователя температуры.

Прибор признается прошедшим испытание, если его погрешность, определенная по формуле (4) не превосходит значения $(0,3 + 0,004 |t|)^\circ\text{C}$.

Таблица 2.3

Разность температур воды в подающем и обратном трубопроводах,	Температура воды в подающем трубопроводе, t_1 , $^\circ\text{C}$	Температура воды в обратном трубопроводе, или газообразной среды,	Сопротивление преобразователя температуры, установленного в подающем трубопроводе. $R_{\text{ТП}}$		Сопротивление преобразователя температуры, установленного в обратном трубопроводе. $R_{\text{ТП}}$		Расчетное значение разности энтальпий кДж/кг	Плотность теплоносителя (воды) кг/л	
			ПТ500	ПТ100	ПТ500	ПТ100		ρ_1	ρ_2
1	31	30	561,25	112,25	559,26	111,86	4,67	0,99556	0,99592
2	32	30	563,25	112,65	559,26	111,86	8,84	0,99520	0,99592
3	33	30	565,20	113,04	559,26	111,86	13,01	0,99484	0,99592
20	80	60	656,95	131,39	618,05	123,61	84,20	0,97182	0,98338
140	160	20	810,05	162,01	539,6	107,92	591,4	0,90752	0,99850
-	5	5	509,90	101,98	509,90	101,98	-	1,0002	1,0000
-	-	-60	-	-	379,7	75,94	-	-	-

Примечания. 1. Значения сопротивлений приведены для термопреобразователей с номинальной статической характеристикой по ГОСТ6651-94 $W_{100}=1,3910$.

2. Значения сопротивлений термопреобразователей с характеристикой $W_{100}=1,3850$ см. в табл. 2.4.

3. Значения плотностей воды и разности энтальпий приведены для давления воды 1 МПа в подающем трубопроводе и 0,5 МПа - в обратном трубопроводе.

Таблица 2.4

Температура воды в подающем трубопроводе, t1, оС	Температура воды в обратном трубопроводе, t2, оС	Сопротивление преобразователя температуры, установленного в		Сопротивление преобразователя температуры, установленного в	
		ПТ500	ПТ100	ПТ500	ПТ100
-	-60	-	-	381.65	76.33
5	5	509.75	101.95	509.75	101.95
31	30	560.3	112.06	558.35	111.67
32	30	562.25	112.45	558.35	111.67
33	30	564.15	112.83	558.35	111.67
80	60	654.45	130.89	616.20	123.24
160	20	805.20	161.04	538.95	107.79

5.7.4. Определение погрешности измерения массы теплоносителя производится для температур $t = 5, 80, 160^{\circ}\text{C}$ (3-ий канал измерения) в следующей последовательности:

- с помощью магазинов сопротивлений устанавливают значения температур, указанные выше и считывают начальные показания теплосчетчика по массе теплоносителя;
- от генератора импульсов на все измерительные каналы подается 10 импульсов и считывают конечные значения показаний по массе теплоносителя;
- рассчитывают погрешность тепловычислителя - δ_M при измерении массы:

$$\delta_M = 100 (M_{\text{кон}} - M_{\text{нач}} - M_{\text{расч}}) / M_{\text{расч}}, \% \quad (5)$$

где $M_{\text{расч}} = 10 \cdot g \cdot \rho$,

g - цена импульса, $\text{м}^3/\text{имп.}$;

$M_{\text{кон}}, M_{\text{нач}}$ - конечное и начальное показания прибора по массе, т;

$M_{\text{расч}}$ - расчетное изменение массы при подаче 10 импульсов.

Прибор признается прошедшим испытание, если погрешность тепловычислителя δ_M не выходит за пределы $\pm 0,2\%$.

5.8. Определение основной погрешности прибора по функциям измерения давления

Определение погрешности каналов преобразования давления производят следующим образом:

- с помощью прибора для поверки вольтметров В1-12 устанавливают во входных цепях измерения давления значение тока согласно табл. 2.5;

- считают показания тепловычислителя по давлению и рассчитывают погрешность преобразования

$$\delta_p = 100 (P_{\text{изм}} - P_{\text{расч}}) / P_v, \% \quad (6)$$

где $P_{\text{изм}}$, $P_{\text{расч}}$, – измеренное и расчетное (см.табл.2.5) значения давления, МПа.

P_v - верхний предел измерения по давлению, $P_v = 1,6$

МПа. Таблица 2.5

Расчетное значение Давления, МПа	Сила тока, мА
0,4	8
0,8	12
1,2	16
1,6	20

Прибор признается прошедшим испытание, если его погрешность δ_p не выходит за пределы $\pm 0,2\%$

5.9. Проверка погрешности прибора при измерении времени исправной работы

Проверку погрешности прибора при измерении времени исправной работы проводите следующим образом:

- 5.8.1 Подключите к контрольному выходу «4 с» электронный частотомер и измерьте период следования четырехсекундных импульсов (системных меток времени). При этом частотомер должен накапливать результат измерения не менее чем за 10 периодов измеряемых импульсов.
- 5.8.2 Погрешность измерения времени, %, определите по формуле

$$\delta_T = 100 * (T_{\text{изм}} - 4,0) / 4,0 ,$$

где $T_{\text{изм}}$ – измеренный период следования, с.

Прибор считают выдержавшим проверку, если погрешность не превосходит 0,005 %.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ.

7.1. Положительные результаты первичной поверки и периодической поверки оформляются протоколом поверки (приложения 2.2).

Прибор допускается к эксплуатации с нормированной погрешностью.

На основании протокола оформляется свидетельство поверки.

Приложение 2.1

Схема поверки теплосчетчика ИРВИКОН ТС-200

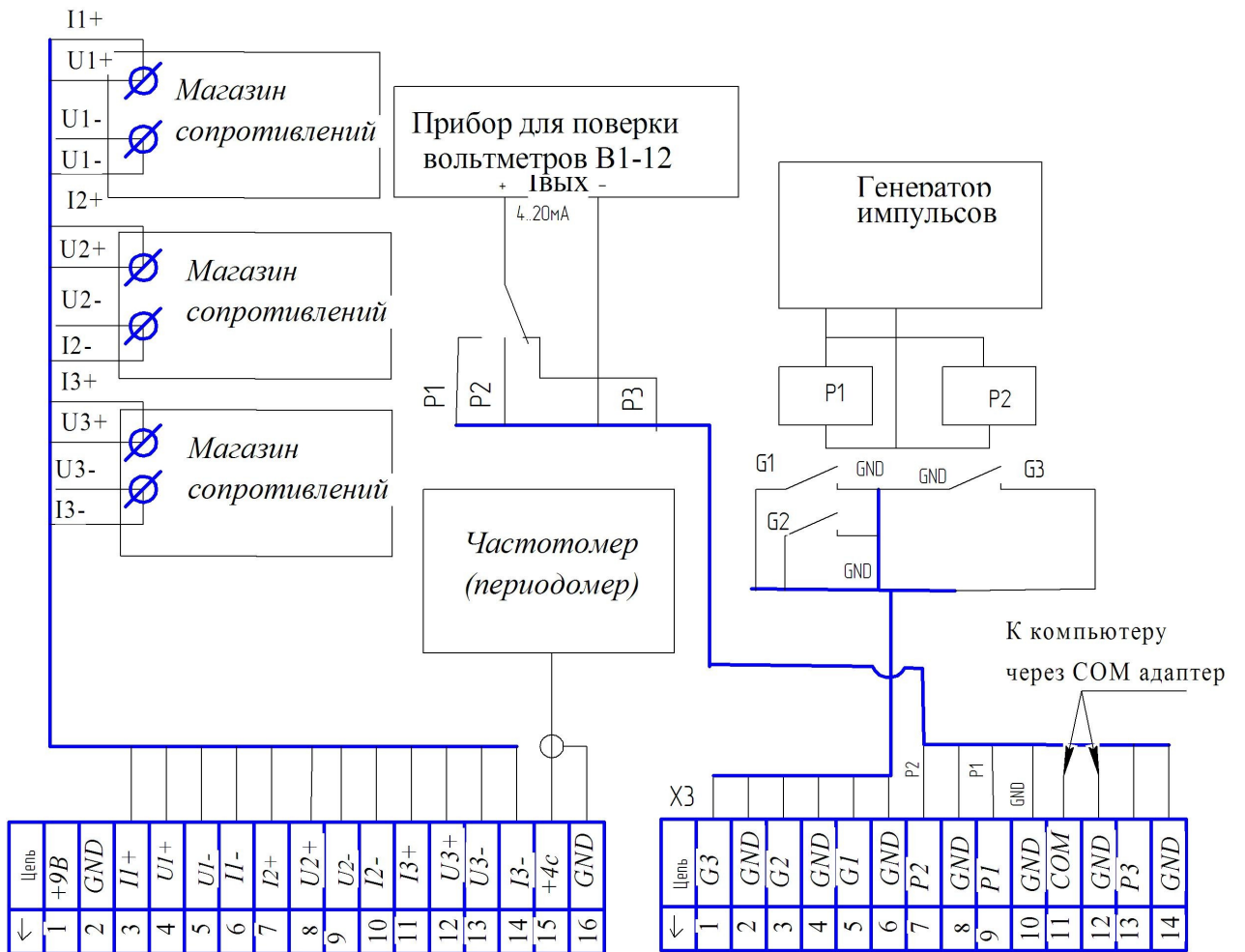


Рис. П1.1

Примечание. При использовании генераторов с длительностью импульсов менее 100 мс параллельно контактам реле установить конденсаторы емкостью 0,5 мкФ.

Форма протоколов поверки теплосчетчиков
Протокол поверки теплосчетчика ИРВИКОН ТС-200

Прибор № _____ год вып. _____ Исполнение: _____

Тип и зав. №№ преобразователей объема _____

Тип и зав. №№ термопреобразователей _____

Проверка основной погрешности по функциям измерения температуры и тепловой энергии

P1= 1МПа, P2= 0,5 МПа

№	Задаваемые и расчетные параметры						Показания теплосчетчика					Погрешности		
	t1	t2	R1	R2	t1-t2	Wp, Гкал	t1, оС	t2, оС	Wн, Гкал	Wк, Гкал	dW, Гкал	Δt1, оС	Δt2, оС	δw, %
1	31	30		559,26	1									
2	32	30		559,26	2									
3	33	30	565,20	559,26	3									
4	80	60	656,95	618,05	20									
5	160	20	810,05	539,6	140									
6	5	5	509,90	509,90	"-"	"-"			"-"	"-"	"-"			"-"

Проверка основной погрешности по функциям измерения температуры и массы

№	Задаваемые и расчетные параметры			Показания теплосчетчика					Погрешности	
	t3	R3	Mr3,г	t3,оС	t4,оС	MЗнач, г	MЗкон,г	dM г	Δt3,оС	δм,%
1	5	509,90	10,00							
2	80	656,95	9,721							
3	160	810,05	9,0752							
4*	-60	379,7	-			-	-			

Проверка основной погрешности по функции измерения давления

№	Задаваемые и расчетные параметры				Показания теплосчетчика		Погрешность	
	I1,мА	I2,мА	P1	P2	P1,Мпа	P2,Мпа	бр1,%	бр2,%
1	8	8						
2	12	12						
3	20	20						

Проверка основной погрешности по функции измерения времени работы

№	Период следования системных меток времени To, с	Погрешность бт, %	бт, % (по ТУ)
1			±0,0005
2			±0,0005
3			±0,0005
4			±0,0005

Поверитель _____

Дата _____ 20__ г.

Примечание.* - определяется только для каналов, имеющих функцию измерения температуры наружного воздуха (газообразной среды).

**Расчет погрешности теплосчетчика ИРВИКОН ТС-200
для открытой системы теплоснабжения**

1. Расчет относительной основной погрешности теплосчетчика при измерении тепловой энергии в открытой системе теплоснабжения, %, производится согласно МИ2553-99 по формулам:

а) при измерении тепловой энергии согласно уравнению $Q = M_1 \cdot h_1 - M_2 \cdot h_2$;

$$\delta_Q = [(1-\alpha)\delta_{h1} + (1-\beta)\delta_{\Delta h} + \delta_{m1} + \beta\alpha\delta_{m2}]/(1-\alpha\beta) + \delta_{ТВ}, \quad (1)$$

б) при измерении тепловой энергии согласно уравнениям

$$Q = M_1 \cdot (h_1 - h_2) + M_3 \cdot (h_2 - h_{хв}); \quad Q = M_2 \cdot (h_1 - h_2) + M_3 \cdot (h_1 - h_{хв})$$

$$\delta_Q = [(1-\alpha)\delta_{h1} + (1-\beta)\delta_{\Delta h} + (1-\beta)\delta_{m1} - \beta(1-\alpha)\delta_{m3}]/(1-\alpha\beta) + \delta_{ТВ}, \quad (2)$$

где $\alpha = M_2 / M_1 = 1 - M_3 / M_1$; $\beta = h_2 / h_1 \approx t_2 / t_1$; $M_3 = M_{ГВС} + M_{ППИТ}$

δ_{h1} – относительная погрешность измерения энтальпии h_1 , обусловленная погрешностью термопреобразователя и преобразователя давления (здесь и в дальнейшем индекс 1 обозначает параметры подающего трубопровода, 2 – параметры обратного трубопровода, 3 – параметры трубопроводов горячего водоснабжения и подпитки);

$\delta_{\Delta h}$ – относительная погрешность измерения разности энтальпии, обусловленная погрешностью комплекта термопреобразователей при измерении разности температур и погрешностью измерения давления преобразователями давления, %;

δ_{m1} , δ_{m2} , δ_{m3} – относительные погрешности измерения массы теплоносителя по подающему, обратному трубопроводам и по трубопроводам горячего водоснабжения и подпитки;

M_1 , M_2 , M_3 – значения масс теплоносителя в подающем, обратном трубопроводах и в трубопроводах горячего водоснабжения (или подпитки)

$\delta_{ТВ}$ – погрешность тепловычислителя.

1. Относительная погрешность измерения энтальпии, %, обусловленная погрешностью термопреобразователей и погрешностью преобразователей давления, рассчитывается по формуле:

$$\delta_h = 100 \{ [(dh/dt) \Delta t]^2 + [(dh/dp) \Delta p]^2 \}^{0.5} / h, \quad (3)$$

$$dh/dt_{\max} = 4,3 \text{ кДж}/(\text{кг}^\circ\text{C}); \quad dh/dp_{\max} = 1 \text{ кДж}/(\text{кг МПа}) \text{ где } \Delta p = \gamma_p P_v / 100$$

dh/dt , dh/dp – частные производные функции h по температуре, $\text{кДж}/(\text{кг}^\circ\text{C})$, и по давлению $\text{кДж}/(\text{кг МПа})$;

P_v – верхний предел измерения преобразователя давления, МПа.

Δt – абсолютная погрешность измерения температуры термопреобразователем, $^\circ\text{C}$;

Δp , γ_p – абсолютная, МПа, и приведенная, %, погрешности измерения давления в подающем и обратном трубопроводах,

P_v – верхний предел измерения давления преобразователем давления, МПа.

Расчеты показывают, что с достаточной для практики точностью (при условии измерения давления) погрешность $\delta_h \approx \Delta t / (t_1 - t_2)$. Если давление не измеряется, то значение Δp следует принимать равным максимально возможному различию между договорными значениями давления в трубопроводах и реальными.

2. Относительная погрешность измерения разности энтальпий, %, обусловленная погрешностью комплекта термопреобразователей и погрешностью преобразователей давления рассчитывается по формуле:

$$\delta_{\Delta h} = 100 \{ [(dh/dt) \Delta t]^2 + 2 [(dh/dp) \Delta p]^2 \}^{0,5} / \Delta h, \quad (4)$$

где Δt – абсолютная погрешность измерения разности температур комплектом термопреобразователей, °С;

Расчеты показывают, что с достаточной для практики точностью (при условии измерения давления) погрешность $\delta_{\Delta h} \approx \Delta t / (t_1 - t_2)$. Если давление не измеряется, то значение Δp следует принимать равным максимально возможному различию между договорными значениями давления в трубопроводах и реальными.

4. При расчетах значения энтальпии и плотности воды следует принимать согласно ГССД 98-86. Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...800°С и давлениях 0,001...1000 МПа. М.: Изд-во стандартов, 1986. Значения производных dh/dt и dh/dp можно заменять на соответствующие приращения. Для простоты расчетов целесообразно использованы максимальные значения производных энтальпии $dh/dt = 4,3$ кДж/(кг °С), $dh/dp = 1$ кДж/(кг МПа).

Значения погрешностей δ_{ov} , dt и Δt определены в НТД конкретного типа используемого преобразователя.

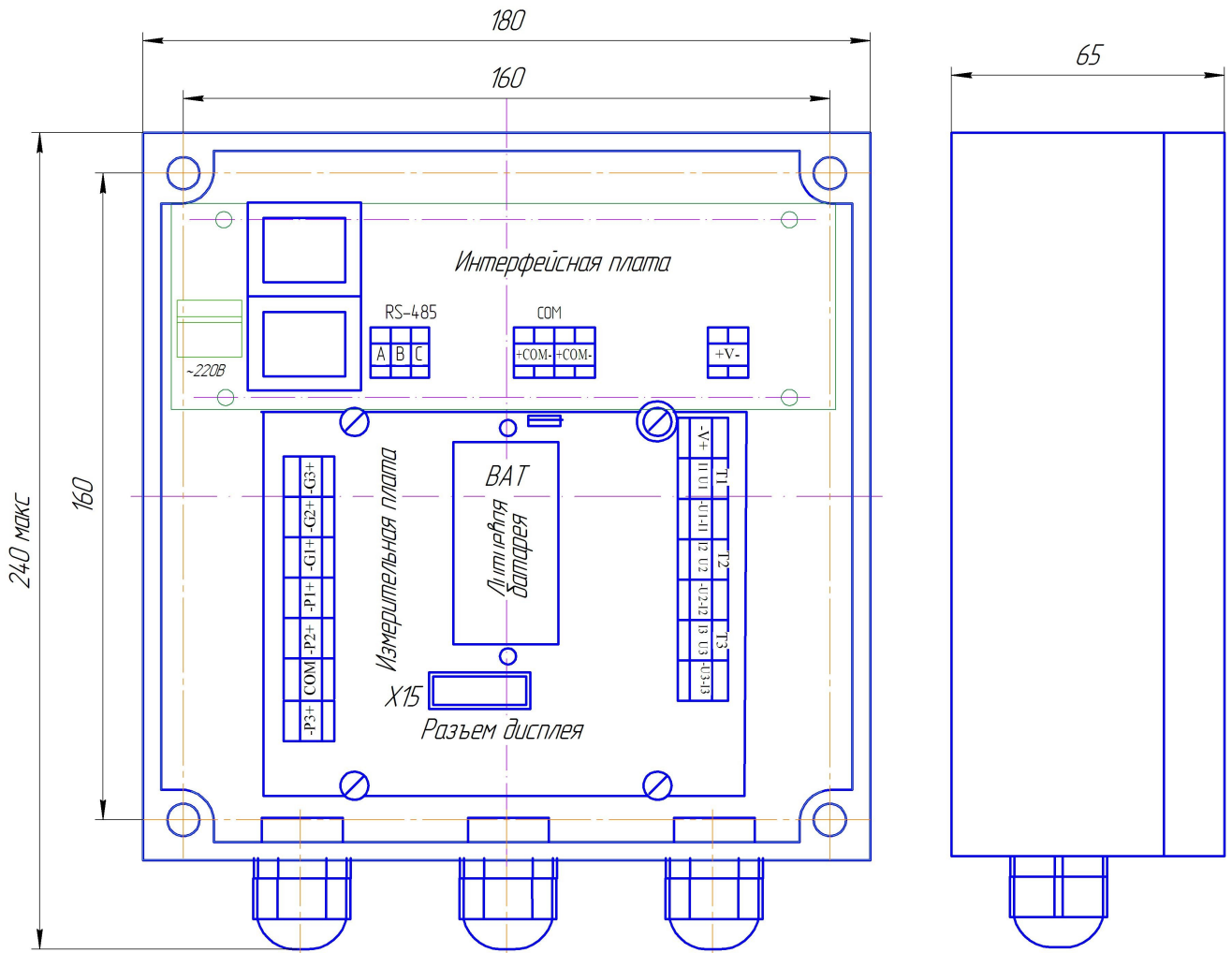
При расчете погрешностей теплосчетчика в качестве погрешности $\delta_{ТВ}$ следует брать предельно допустимые значения погрешностей тепловычислителя ИРВИКОН ВТ-200, приведенные в табл. ПЗ.1

Таблица ПЗ.1

Предельно допустимые погрешности тепловычислителя ИРВИКОН ВТ-200

t1	t2	$\delta_{ТВ}$
°С	°С	%
31	30	2,2
33	30	1,8
40	30	1,6
80	60	1,4
160	20	0,6

Внешний вид и габаритные размеры тепловычислителя со встроенным интерфейсом RS-485



Главный вид прибора показан со снятой крышкой