

# ООО «Интелприбор»

**СОГЛАСОВАНО**

**Руководитель ГЦИ СИ**

**«НИИТеплоприбор»**

\_\_\_\_\_ **Ковалев В.А.**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2004 г.**

## **Теплосчетчик МКТС**

**Руководство по эксплуатации**

**Часть II. Методика поверки**

**2006**

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Операции поверки .....	5
2. Средства поверки .....	5
3. Требования безопасности .....	6
4. Условия поверки.....	6
5. Подготовка к поверке. ....	7
5.1. Внешний осмотр. ....	7
5.2. Проверка сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика. ....	7
6. Проведение поверки.....	7
6.1. Опробование.....	7
6.2. Определение основной погрешности.....	8
6.2.1. Подготовка к измерениям. ....	8
6.2.2. Выбор точек поверки.....	8
6.2.3. Измерения и вычисления. ....	10
6.2.4. Определение погрешности комплекта термопреобразователей, входящих в состав теплосчетчика.....	15
7. Оформление результатов поверки.....	17
Приложение А .....	19
Приложение Б.....	20
Приложение В .....	22
Приложение Г.....	22
Приложение Д .....	23

## ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика поверки определяет порядок первичной и периодической поверок теплосчетчиков МКТС.

Теплосчетчики МКТС (в дальнейшем теплосчетчики) подлежат обязательной первичной поверке, а также периодической поверке не реже одного раза в четыре года.

### ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ

ПР	– преобразователь расхода
ПРИ	– преобразователь расхода с импульсным выходом
ПРЭ	– преобразователь расхода электромагнитный полнопроходный
ПТ	– термопреобразователь или преобразователь температуры
ПД	– преобразователь давления
ЭБ	– электронный блок
ИМ	– измерительный модуль (ЭБ с подключенными к нему, в зависимости от модели, преобразователями расхода, температуры, давления)
СБ	– системный блок
БП	– блок питания
ВУ	– вычислительное устройство
УСЛ	– устройство сопряжения с линией (преобразователь интерфейса RS-232 или RS-485 в интерфейс связи с ИМ)
ПК	– персональный компьютер
РЭ	– руководство по эксплуатации
ТУ	– технические условия
МП	– методика поверки
Ду	– диаметр условного прохода
КР	– измерительный канал расхода или канал расхода
КТ	– измерительный канал температуры или канал температуры
КД	– измерительный канал давления или канал давления
ККТ	– измерительный канал количества теплоты или канал количества теплоты
ИВКТ	– измерительно-вычислительный канал количества теплоты
СУ	– схема (система) учета (конфигурация ВУ для теплоучета, учета расхода и т.д.)

## обозначения

Мххх – обозначение модификаций ИМ с различным количеством каналов измерения расхода, температуры и давления (первая, вторая и третья цифры, соответственно). Если указан ноль, то ИМ не содержит каналов измерения соответствующего параметра. ИМ состоят из электронного блока преобразования сигналов датчиков физических величин в цифровой код и самих датчиков. В дальнейшем при описании действий с ИМ подразумеваются действия с любым из Мххх при условии наличия у него соответствующего канала измерения, а при отсутствии соответствующего канала, описанное действие не выполняется.

$T_{и}$  – время измерений в точке поверки – время, прошедшее от сигнала «старт» до сигнала «стоп» накопления (осреднения) измерительных результатов при поверке.

**В состав теплосчетчиков входят:**

- Системный блок теплосчетчика, содержащий вычислительное устройство.
- М1хх, содержащие каналы измерения расхода, температуры и давления

**В состав теплосчетчиков могут входить, в зависимости от конфигурации:**

- М0хх, не содержащие каналов измерения расхода
- термопреобразователи сопротивления
- преобразователи давления

## 1. Операции поверки

1.1. При проведении поверки выполнять операции, указанные в таблице 1.

**Таблица 1**

Наименование операции	Номер пункта Настоящего раздела	Проведение операции при	
		первичной поверке	периодической поверке
1. Внешний осмотр	5.1	да	да
2. Проверка сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика	5.2	да	да
3. Опробование	6.1	да	да
5. Определение основной погрешности каналов теплосчетчика.	6.2	да	да

1.2. Преобразователи расхода, термопреобразователи и преобразователи давления поверять по методике изготовителя и с периодичностью, указанной в их технической документации.

1.3. Поверка теплосчетчика, должна осуществляться по каналам: измерения расхода, количества теплоты, температуры и давления.

1.4. Поверка вычислительного устройства теплосчетчика, должна осуществляться только по каналам количества теплоты.

1.5. Поверка М111 и М121 должна осуществляться по каналам расхода, температуры и давления; М011 – по каналам температуры и давления; М010 – по каналу температуры; М001 – по каналу давления. ИМ вырабатывают сигнал в виде, определяемом интерфейсом связи с СБ. Для просмотра значений измерений может использоваться поверенный СБ в качестве тестового устройства.

## 2. Средства поверки

При проведении поверки применять эталонные средства измерений и вспомогательное оборудование, приведенные в таблице 2.

**Таблица 2.**

Наименование	Технические характеристики
Установка поверочная для счетчиков жидкости ДОУН-150/200	Допускаемая основная относительная погрешность $\delta v = \pm 0,25\%$ Допускаемая основная относительная погрешность $\delta v = \pm 0,15\%$
Частотомер электронно-счетный вычислительный ЧЗ-64	Относительная погрешность $\sigma_f = \pm 5 \cdot 10^{-7}$

Секундомер электронный СТЦ2	Абсолютная погрешность измерения интервалов времени $\Delta = \pm (15 \cdot 10^{-6} \cdot T + C)$
Генератор прямоугольных импульсов Г5-82	$U_{\text{имп}} < 4,5 \text{ В}$ , $\tau_{\text{имп}} < 5 \text{ мс}$ , $T_{\text{max}} = 99 \text{ сек.}$
Магазин сопротивлений Р3026/1 (не менее 2 шт.)	Класс точности 0,002
Мегаомметр ЭС0210/1-Г	Диапазон измерения: 1-1000 МОм при $U=500\text{В}$ , основная относительная погрешность не более $\pm 1,5 \%$
Мера сопротивления Р3030	100 Ом, класс точности 0,002
Компаратор напряжений Р3003	0 ... 10 В, класс точности 0,0005
Блок питания Б5-49	10 ... 24 В, $I_{\text{max}} = 50 \text{ мА.}$
Термометр сопротивления платиновый образцовый ПТС-10М,	1-го разряда, (0 – 250)°С
Термостаты жидкостные для создания температур в диапазоне от 0°С до 200°С;	Стабильность температуры и однородность температурного поля не менее $\pm 0,005^\circ\text{С}$
Манометр МО.	Класс точности не хуже 0,4. Пределы измерения от 0 до 2,5 МПа.

**Примечание1:** допускается применение других средств поверки с характеристиками не хуже указанных, разрешенных к применению в Российской Федерации.

**Примечание2:** Все средства поверки должны быть поверены государственной метрологической службой и иметь действующие свидетельства о поверке или оттиски поверительных клейм.

### 3. Требования безопасности

- При проведении поверки необходимо соблюдать: "Правила эксплуатации электроустановок потребителей" и "Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
- Должны соблюдаться требования безопасности, указанные в эксплуатационной документации на средства поверки, и действующие в поверочной лаборатории правила безопасности.

### 4. Условия поверки

Основную погрешность теплосчетчиков определять при соблюдении следующих условий:

- температура окружающего воздуха  $(20 \pm 5)^\circ\text{С}$ ;
- относительная влажность от 30 до 80%;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- отклонение напряжения сетевого питания 220 В от номинального значения от –15 до +10%;
- отклонение частоты напряжения сетевого питания от 50 Гц не более  $\pm 2 \%$ ;
- внешние электрические и искусственные магнитные поля, а также вибрация и тряска, влияющие на работу теплосчетчиков, должны отсутствовать;

- длина измерительных линий и линий питания между ЭБ измерительных модулей и внешними датчиками температуры и давления не должна превышать указанной в РЭ.

Требования к измеряемой среде (водопроводной воде):

- температура измеряемой среды ( $20 \pm 5$ )°С;
- длина прямолинейного участка трубопровода для электромагнитных ПР: до первичного преобразователя – не менее 3 Ду, после первичного преобразователя – не менее 1 Ду;

## **5. Подготовка к поверке.**

### **5.1. Внешний осмотр.**

При проведении внешнего осмотра должно быть установлено:

- 1) наличие паспорта у теплосчетчика, выпущенного из производства или ремонта, и свидетельства о предыдущей поверке у теплосчетчика, находящегося в эксплуатации;
- 2) отсутствие крупных дефектов в окраске корпуса и дефектов, затрудняющих отсчет показаний и манипуляции органами управления;
- 3) соответствие маркировки теплосчетчика требованиям эксплуатационной документации на него;
- 4) отсутствие осадка на электродах и на внутренней поверхности ПР.

### **5.2. Проверка сопротивления изоляции цепей питания теплосчетчика.**

Сопротивление изоляции цепей питания теплосчетчика относительно корпуса проверить мегаомметром при напряжении 500 В путем измерения сопротивления между корпусом и соединенными вместе клеммами цепи питания теплосчетчика.

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

Сопротивление изоляции должно быть не менее 40 МОм.

## **6. Проведение поверки.**

### **6.1. Опробование.**

Установить преобразователи расхода на трубопровод расходомерной установки и произвести монтаж внешних соединений по схемам, приведенным в РЭ поверяемого теплосчетчика. Вместо термопреобразователей сопротивления подключить магазины сопротивлений.

Подключить питание к теплосчетчику и прогреть его не менее 30 минут.

Изменить расход измеряемой среды от нуля до максимального значения и обратно. Показания объемного и массового расхода на дисплее должны изменяться пропорционально расходу.

При изменении значений сопротивления (в диапазоне, соответствующем диапазону измерения температуры) на выходе магазинов сопротивления, показания значений температуры на дисплее должны изменяться.

## 6.2. Определение основной погрешности.

### 6.2.1. Подготовка к измерениям.

Установить ИМ на трубопровод расходомерной установки, включить максимальный для данного Ду расход на 30 минут. После чего, не сливая воды, оставить поверяемые ИМ на 12-48 часов для стабилизации характеристик преобразователя расхода.

Собрать электрическую схему подключения поверяемого теплосчетчика или ИМ (см. Приложение Б).

Вместо термопреобразователей сопротивления подключить магазины сопротивлений или имитаторы термопреобразователей.

Если теплосчетчик укомплектован дополнительными преобразователями расхода с импульсными выходами, при определении основной погрешности дополнительных каналов расхода к импульсным входам теплосчетчика вместо них подключить генератор импульсов.

Подготовить теплосчетчик к работе в соответствии с требованиями, указанными в РЭ.

Для автоматического сбора и обработки измерительной информации при определении основной погрешности теплосчетчика применить ПК типа IBM PC не ниже 486 серии и использовать программу поверки, поставляемую изготовителем по запросу потребителя. ПК подключить к СБ (см. Приложение Б). В случае, когда поверяются только каналы измерения расхода, температуры или давления, ПК может быть подключен к сети поверяемых ИМ через УСЛ, без применения СБ (см. Приложение Б, Рис. ПБ1).

### 6.2.2. Выбор точек поверки.

Основную относительную погрешность теплосчетчиков при определении количества теплоты (проливным методом), объема, массы, объемного и массового расхода, температуры теплоносителя и разности температур теплоносителя определять при значениях расхода, давления и температуры теплоносителя, указанных в таблице 3.  $G_{\max}$ ,  $G_{\min}$  – значения наибольшего и наименьшего расхода ПР поверяемого теплосчетчика.

Значения  $G_{\max}$ ,  $G_{\min}$  приводятся в паспорте и в РЭ поверяемого теплосчетчика.

Таблица 3

Объемный расход, м <sup>3</sup> /ч	$P_1$ , МПа	$t_1$ , °С	$t_2$ , °С	$t_1 - t_2$ , °С	Число измерений, не менее, раз
$G_{\min} \dots 1,1 \cdot G_{\min}$	0,980665	150	5	145	3
$0,03 \cdot G_{\max} \dots 0,22 \cdot G_{\max}$	0,980665	90	75	15	3
$0,9 \cdot G_{\max} \dots 1,0 \cdot G_{\max}$	0,980665	41	39	2	3

**Примечание:**  $t_1$ ,  $P_1$  – температура и давление теплоносителя в подающем трубопроводе,  $t_2$  – в обратном трубопроводе.

Значения сопротивления, соответствующие указанным температурам для платиновых ПТ с НСХ 100П и Pt100 приведены в таблице 4.



Таблица 4

Температура t, °C	Значение сопротивления R, Ом	
	НСХ 100П, W <sub>100</sub> = 1,3911	НСХ Pt100, W <sub>100</sub> = 1,3851
150	158,23	157,33
90	135,26	134,71
75	129,45	128,99
41	116,18	115,93
39	115,40	115,15
30	111,86	111,67
5	101,98	101,95

Рекомендуемые точки проверки погрешности комплекта ПТ, входящих в состав теплосчетчика приведены в таблице 5. В таблице 6 приведены значения  $t_1$ ,  $t_2$  и  $\Delta t$  после подстановки численных значений  $\Delta t_{\min} = 2^\circ\text{C}$ ,  $\Delta t_{\max} = 145^\circ\text{C}$ ,  $t_{\min} = 0^\circ\text{C}$ ,  $t_{\max} = 150^\circ\text{C}$ .

Таблица 5

№ точки	$\Delta t$ , °C	$t_2$ , °C	$t_1 = t_2 + \Delta t$ , °C
1	$\Delta t_{\min}$	$t_{\min} + 10$	$t_{\min} + 10 + \Delta t_{\min}$
2	$\Delta t_{\min}$	$0,5t_{\min} + 39$	$\Delta t_{\min} + 0,5t_{\min} + 39$
3	10	80	90
4	10	$t_{\max} - 10$	$t_{\max}$
5	$0,5(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})$	$t_{\max} - 0,5(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})$	$t_{\max}$
6	$0,5(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})$	$0,5(t_{\max} - t_{\min}) - 0,25(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})$	$0,5(t_{\max} - t_{\min}) + 0,25(\Delta t_{\max} + \Delta t_{\min})$
7	$\Delta t_{\max}$	$t_{\max} - \Delta t_{\max}$	$t_{\max}$
8	20	70	90

Таблица 6

№ точки	$\Delta t$ , °C	$t_2$ , °C	$t_1 = t_2 + \Delta t$ , °C
1	2	10	12
2	2	39	41
3	10	80	90
4	10	140	150
5	73	77	150
6	73	39	112
7	145	5	150
8	20	70	90

Рекомендуемые точки проверки погрешности измерительных каналов температуры без учета погрешности термопреобразователей приведены в таблице 7.

Таблица 7

№ точки	Температура t, °C	Значение сопротивления R, Ом	
		НСХ 100П, W <sub>100</sub> = 1,3911	НСХ Pt100, W <sub>100</sub> = 1,3851
1	5	101,98	101,95
2	30	111,86	111,67
3	90	135,26	134,71
4	150	158,23	157,33

### 6.2.3. Измерения и вычисления.

При определении измерительных погрешностей пустить воду через ПР поверяемых (градуируемых) приборов и установить требуемый расход. Не прерывая расхода воды через приборы, подать команду «старт» (старт с хода). Время между командами «старт» и «стоп» должно быть не менее 100 секунд (рекомендуется от 100 до 300 с). Если проливная установка работает таким образом, что перед стартом вода течет по обводной трубе, а через приборы пускается только в момент старта (старт со стопа) с одновременным перекрытием обводной трубы, то время между командами «старт» и «стоп» должно быть не менее 600 с. При определении погрешностей вычисления время между командами «старт» и «стоп» должно быть не менее 10 секунд.

6.2.3.1. Определение основной относительной погрешности теплосчетчика при измерениях объема, массы, объемного и массового расхода теплоносителя, основными измерительными каналами расхода (КР).

- а) Подготовить преобразователь расхода поверяемого КР к измерениям согласно п. 6.2.1. Перед началом измерений установить расход воды через поверяемые приборы на уровне 30-100% максимального значения для установленных приборов и выдержать не менее 15 минут.
- б) Испытания проводить при значениях расхода и температуры, указанных в таблице 3, троекратно для каждого значения расхода. Установить значение расхода  $G_э$  и температуры  $t_1$ , соответствующие поверочной точке. Значение давления  $P_1$  задать численно равным 0,980665 МПа. (При использовании программы поверки, поставляемой производителем теплосчетчика, указанное значение  $P_1$  задается автоматически).
- в) Измерить для каждого КР средние за время измерений  $T_и$  значения объемного ( $G_{ви}$ ) и массового ( $G_{ми}$ ) расхода, а также накопленные за время измерений  $T_и$  значения объема  $V_и$  и массы  $M_и$ .
- г) Определить основную относительную погрешность теплосчетчика при измерении объемного расхода по формуле:

$$\delta_{G_v} = \frac{G_{ви} - G_{vэ}}{G_{vэ}} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где:  $G_{ви}$  и  $G_{vэ}$  – соответственно, показания теплосчетчика и эталонного средства измерения;

При использовании объемных эталонных расходомерных установок объемный расход  $G_{vэ}$  вычислить по формуле:

$$G_{vэ} = \frac{V_э}{\tau_э} \cdot 3600 \text{ [м}^3\text{/ч]}, \quad (2)$$

где:  $\tau_э$  [сек] – время заполнения мерного объема  $V_э$  [м<sup>3</sup>];

- д) Определить основную относительную погрешность теплосчетчика при измерении объема по формуле:

$$\delta_V = \frac{V_и - V_э}{V_э} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где  $V_и$  [м<sup>3</sup>] – показания теплосчетчика, при измерении объема;

$V_э$  [м<sup>3</sup>] – объем, измеренный эталонной установкой.

- е) Определить основную относительную погрешность теплосчетчика при измерении массового расхода по формуле:

$$\delta_{G_m} = \frac{G_{m_i} - G_{m_э}}{G_{m_э}} \cdot 100\%, \quad (4)$$

где:  $G_{m_i}$  и  $G_{m_э}$  – соответственно, показания теплосчетчика и эталонной расходомерной установки;

При использовании объемной эталонной расходомерной установки массовый расход  $G_{m_э}$  вычислить по формуле:

$$G_{m_э} = \rho \cdot \frac{V_э}{\tau_э} \cdot 3600 \text{ [т/ч]}, \quad (5)$$

где:  $\tau_э$  [сек] – время заполнения мерного объема  $V_э$  [м<sup>3</sup>],

$\rho$  [т/м<sup>3</sup>] – табличное значение плотности воды при температуре  $t_1$  и давлении  $P_1$ . Табличные значения  $\rho$  в поверочных точках приведены в Приложение В.

ж) Определить основную относительную погрешность теплосчетчика при измерении массы по формуле:

$$\delta_M = \frac{M_u - M_э}{M_э} \cdot 100\%, \quad (6)$$

где:  $M_u$  – показания теплосчетчика, т., при измерении массы;

$$M_э = V_э \cdot \rho.$$

Результаты поверки считаются положительными, если  $\delta_V$ ,  $\delta_{G_V}$ ,  $\delta_M$  и  $\delta_{G_m}$  не превышают пределов допускаемой основной относительной погрешности поверяемого КР при измерении объема и массы  $\delta_{KPV}$  ( $\delta_{KPM}$ ). Значения  $\delta_{KPV}$  и  $\delta_{KPM}$  в зависимости от типа ПР в составе поверяемого КР приведены ниже:

В зависимости от класса точности при использовании электромагнитных полнопроходных преобразователей расхода  $\delta_{KPV}$  и  $\delta_{KPM}$  равны, %:

класс А:  $\pm(1 + 0,01 \cdot G_{max}/G)$ ;

класс В:  $\pm(1 + 0,01 \cdot G_{max}/G)$ , но не более 5;

класс С:  $\pm(1 + 0,01 \cdot G_{max}/G)$ , но не более 2;

класс D1:  $\pm 1,0$ ;

класс D2:  $\pm 0,5$ ;

класс D3:  $\pm 0,25$

Наименьшее значение расхода теплоносителя  $G_{min}$ , при котором измеряют количество теплоты, выбирается из ряда по ГОСТ Р 51649: 0,001; 0,004; 0,01; 0,02; 0,04; 0,1  $G_{max}$ .

6.2.3.2. Определение основной абсолютной погрешности теплосчетчика при измерении температуры теплоносителя без учета погрешности термопреобразователей.

а) Подключить к входу температуры магазин сопротивлений или имитатор термопреобразователей;

б) Испытания проводить при значениях температуры, указанных в таблице 7, трехкратно для каждого значения температуры. Установить значение температуры, соответствующие поверочной точке.

в) Измерить среднее за время измерений  $T_n$  значение температуры  $t_n$ .

г) Определить основную абсолютную погрешность теплосчетчика при измерении температуры теплоносителя по формуле:

$$\Delta_t = t_n - t_э, \quad (7)$$

где  $t_{и}$  – показания теплосчетчика, °С, при измерении температуры теплоносителя;  
 $t_3$  – эталонное значение температуры, °С

Теплосчетчики считаются выдержавшими испытание, если во всех точках поверки абсолютная погрешность при измерении температуры теплоносителя без учета погрешности ПТ не превышает  $\pm 0,02$ , °С.

### 6.2.3.3. Определение относительной погрешности количества теплоты измерительных каналов количества теплоты (ККТ).

Поверку ККТ допускается выполнять двумя способами: в соответствии с одним из приведенных ниже пунктов 6.2.3.3.1 или 6.2.3.3.2.

#### 6.2.3.3.1. Определение относительной погрешности вычисления количества теплоты измерительных каналов имитационным способом. Значения расхода, температуры и давления имитируются.

- а) Задать численно значения расхода  $G_1$ , температуры и давления теплоносителя в подающем ( $t_1, P_1$ ) и в обратном ( $t_2, P_2$ ) трубопроводах поверяемого ККТ от компьютера с помощью специальной имитационной программы. Для этого подключить имитаторы по схеме, указанной на рисунке ПБЗ в Приложении Б. При задании  $G_1, t_1, t_2, P_1, P_2$  их численные значения выбрать из условия, чтобы расчетное значение тепловой мощности  $W_{расч}$  было не менее 0,2 Гкал/ч;
- б) Измерить накопленные за время измерений  $T_{и}$  значения количества теплоты  $Q_{и}$ .
- в) Определить относительную погрешность вычисления количества теплоты измерительных каналов по формуле:

$$\delta Q_{ККТвыч} = \frac{Q_{и} - Q_{расч}}{Q_{расч}} \cdot 100\%, \quad (8)$$

где:  $Q_{и}$  – измеренное значение количества теплоты, ккал;  
 $Q_{расч}$  – расчетное значение количества теплоты, ккал.

Расчетное значение количества теплоты определить по формуле:

$$Q_{расч} = G_1 \cdot T_{и} \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2), \quad (9)$$

где  $G_1$  [м<sup>3</sup>/ч] – численно заданное значение объемного расхода;  
 $\rho$  [кг/м<sup>3</sup>] – табличное значение плотности воды при температуре  $t_1$  и давлении  $P_1$ ;  
 $T_{и}$  [ч] – время измерений  
 $h_1, h_2$  [ккал/кг] – табличные значения энтальпии воды при температуре  $t_1, t_2$  и давлении  $P_1, P_2$  соответственно.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность вычисления количества теплоты измерительных каналов не превышает 0,1 %.

#### 6.2.3.3.2. Определение относительной погрешности количества теплоты измерительных каналов количества теплоты проливным методом. Значения расхода задаются с помощью проливной установки, температура и давление имитируются.

- а) Подключить к входам  $t_1$  и  $t_2$  измерительного канала количества теплоты (ККТ) магазины сопротивлений или имитаторы термопреобразователей и подготовить преобразователь расхода поверяемого ККТ к измерениям согласно п. 6.2.1;

- б) Испытания проводить при значениях расхода и температуры, указанных в таблице 3, трехкратно для каждого значения расхода. Установить значения расхода  $G_3$  и температур  $t_1, t_2$ , соответствующие поверочной точке. Значение давления  $P_1$  и  $P_2$  задать численно равным 0,980665 МПа. (При использовании программы поверки, поставляемой производителем теплосчетчика, указанное значение давлений задается автоматически).
- в) Измерить количество теплоты  $Q_{и}$ , накопленное за время измерений  $T_{и}$  в поверяемом измерительном канале количества теплоты.
- г) Определить основную относительную погрешность измерительного канала количества теплоты по формуле:

$$\delta Q_{\text{ККТ}} = \frac{Q_{и} - Q_{\text{расч}}}{Q_{\text{расч}}} \cdot 100\%, \quad (10)$$

где:  $Q_{и}$  – измеренное значение количества теплоты, ккал;  
 $Q_{\text{расч}}$  – расчетное значение количества теплоты, ккал.

Расчетное значение количества теплоты определить по формуле:

$$Q_{\text{расч}} = V_э \cdot \rho \cdot (h_1 - h_2), \quad (11)$$

где  $V_э [м^3]$  – эталонное значение объема,  
 $\rho [кг/м^3]$  – табличное значение плотности воды при температуре  $t_1$  и давлении  $P_1$ ;  
 $h_1, h_2 [ккал/кг]$  – табличные значения энтальпии воды при температуре  $t_1, t_2$  и давлении  $P_1, P_2$  соответственно.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность измерительного канала количества теплоты без учета погрешности комплекта ПТ не превышает значений, %:

$$\delta Q_{\text{МКТС}} = \pm (|\delta_{\text{КРМ}}| + 4/\Delta t + |\delta Q_{\text{ККТвыч}}|) \quad (12)$$

где  $\delta_{\text{КРМ}}$  – предел допускаемой относительной погрешности КР при измерении массы теплоносителя,  
 $\delta Q_{\text{ККТвыч}}$  – предел допускаемой относительной погрешности информационно-вычислительных каналов количества теплоты.  
 $\Delta t [^\circ\text{C}]$  – значение разности температур в подающем и обратном трубопроводах.

#### 6.2.3.4. Определение относительной погрешности вычисления количества теплоты информационно-вычислительных каналов количества теплоты (ИВКТ). Значения расхода, температуры и давления имитируются.

- а) Задать численно значения расхода, температуры и давления теплоносителя в подающем ( $G_1, t_1, P_1$ ), обратном ( $G_2, t_2, P_2$ ), подпиточном ( $G_{\text{подп}}, t_{\text{хв}}, P_{\text{хв}}$ ) и/или других трубопроводах ( $G_i, t_i, P_i$ ), значения параметров теплоносителя, которые необходимы для расчета количества теплоты по алгоритму поверяемого ИВКТ. При задании численных значений расхода (расходов), температур и давлений необходимо выполнить условие, чтобы расчетное значение тепловой мощности  $W_{\text{расч}}$  было не менее 0,2 Гкал/ч;
- б) Измерить накопленные за время измерений  $T_{и}$  значения количества теплоты  $Q_{и}$ .
- в) Определить относительную погрешность вычисления количества теплоты ИВКТ по формуле:

$$\delta Q_{\text{ККТвыч}} = \frac{Q_{\text{и}} - Q_{\text{расч}}}{Q_{\text{расч}}} \cdot 100\%, \quad (13)$$

где:  $Q_{\text{и}}$  – измеренное значение количества теплоты, ккал;  
 $Q_{\text{расч}}$  – расчетное значение количества теплоты, ккал.

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность вычисления количества теплоты ИВКТ не превышает 0,1 %.

#### 6.2.3.5. Определение погрешности вычисления дополнительных измерительных каналов расхода (КР).

- а) Считать с индикатора теплосчетчика или при помощи ПК начальное значение объема  $V_{\text{и}}$  по поверяемому КР и запомнить его;
- б) Импульсный вход поверяемого КР, генератор прямоугольных импульсов и частотомер соединить таким образом, чтобы импульсы с генератора поступали на импульсный вход КР и счетный вход частотомера.

Исходно частотомер обнулить. По разрешающему сигналу (синхроимпульсу) подать заданное количество импульсов  $N_{\text{и}}$  (за время  $T_{\text{и}}$ ) с генератора на входы КР и частотомера. Величины  $N_{\text{и}}$  и  $T_{\text{и}}$  [сек] выбрать из условия: расход по поверяемому каналу не должен превышать соответствующий верхний предел:

$$N_{\text{и}} \cdot K_{\text{вх}} \cdot 3600 / T_{\text{и}} < G_{\text{max}} [\text{м}^3/\text{ч}] \quad (14)$$

Где  $K_{\text{вх}} [\text{м}^3/\text{имп}]$  – вес импульса ПР поверяемого КР (см. Приложение Г),  
 $G_{\text{max}} [\text{м}^3/\text{ч}]$  – наибольшее значение расхода поверяемого КР.

- в) Считать с индикатора теплосчетчика или при помощи ПК конечное значение объема  $V_{\text{к}}$  по поверяемому КР и вычислить приращение  $V_{\text{и}} = V_{\text{к}} - V_{\text{и}}$ ;
- г) Определить относительную погрешность вычисления дополнительных измерительных каналов расхода по формуле:

$$\delta V_{\text{ДКРвыч}} = \frac{V_{\text{и}} - V_{\text{расч}}}{V_{\text{расч}}} \cdot 100\%, \quad (15)$$

где:  $V_{\text{и}}$  – показания теплосчетчика,  $\text{м}^3$ ;  
 $V_{\text{расч}}$  – расчетное значение количества теплоты,  $\text{м}^3$ .  
 Расчетное значение объема определить по формуле:

$$V_{\text{расч}} = K_{\text{вх}} \cdot N_{\text{и}}, \quad (16)$$

Результаты поверки считаются положительными, если относительная погрешность вычисления дополнительных измерительных каналов расхода не превышает 0,1 %.

#### 6.2.3.6. Определение приведенной погрешности теплосчетчика при измерении давления.

Данный пункт выполняется для каждого канала давления только при поверке теплосчетчиков, укомплектованных преобразователями давления.

- а) Для приборов со встроенным датчиком давления:  
 заглушить первичный преобразователь расхода с установленным на нем датчиком давления фланцем без проходного центрального отверстия. Подсоединить к другому фланцу опрессовочное устройство с образцовым измерителем давления (см. Таблицу 2).

Для приборов с выносным датчиком давления:

установить датчик давления в штуцер заглушенной трубы (или в переходной штуцер) с подключенным к ней (к нему) опрессовочным устройством с

- образцовым измерителем давления и подключить датчик давления к измерительному модулю теплосчетчика;
- б) Подать давление, соответствующее первой точке проверки ( $P_3=0,25 \cdot P_{\max}$ ) в поверяемый преобразователь, а для выносных датчиков давления в трубу (или переходной штуцер), на которой (котором) установлен датчик давления;
- в) Считать с индикатора теплосчетчика или с помощью ПК показания при измерении давления поверяемым КД;
- г) Определить приведенную погрешность теплосчетчика при измерении давления по формуле:

$$\delta_p = \frac{P_{\text{и}} - P_3}{P_{\max}} \cdot 100\%, \quad (17)$$

- где  $P_{\text{и}}$  [МПа] – показания теплосчетчика, при измерении давления;
- $P_3$  [МПа] – заданное в пункте б) значение давления, измеренное образцовым измерителем давления.
- $P_{\max}$  [МПа] – верхний предел датчика давления

Повторить пункты б), в) и г) во второй ( $P_3 = 0,5 \cdot P_{\max}$ ) и в третьей ( $P_3 = 0,9 \cdot P_{\max}$ ) поверочных точках;

Результаты поверки считаются положительными, если приведенная погрешность теплосчетчика при измерении давления не превышает  $\pm 2,0$  %.

#### 6.2.3.7. Определение относительной погрешности при измерении времени наработки.

- а) Соединить вход «Старт/Стоп» теплосчетчика и вход электронного секундомера (ЭС).
- б) Войти в режим «Поверка» (см. РЭ)
- в) Исходно секундомер обнулить. Подать сигнал «старт» (напряжение +12В) на контакты "+СС" и "-СС" теплосчетчика и вход ЭС. При этом теплосчетчик и ЭС начнут отсчет времени.
- г) Через 3600 с подать сигнал «стоп» (снять напряжение +12В с контактов "+СС" и "-СС" теплосчетчика и входа ЭС). При этом теплосчетчик и ЭС остановят отсчет времени.
- д) Считать показания теплосчетчика ( $T_{\text{ин}}$ [сек]) и показания электронного секундомера ( $T_{\text{из}}$ [сек]).
- е) Определить основную относительную погрешность при измерении времени наработки по формуле:

$$\delta_T = \frac{T_{\text{ин}} - T_{\text{из}}}{T_{\text{из}}} \cdot 100\%, \quad (19)$$

Результаты поверки считаются положительными, если основная относительная погрешность при измерении времени наработки не превышает  $\pm 0,005$  %.

### 6.2.4. Определение погрешности комплекта термопреобразователей, входящих в состав теплосчетчика.

#### 6.2.4.1. Определение сопротивления изоляции.

Сопротивление изоляции между выводами ПТ и защитной арматурой определить при двух направлениях приложенного испытательного напряжения 100В.

Сопротивление изоляции должно быть не менее 100МОм.

#### 6.2.4.2. Определение метрологических характеристик.

Метрологические характеристики – отклонения индивидуальных статических характеристик (ИСХ) ПТ комплекта от соответствующей НСХ и значения погрешности комплекта при измерении разности температур определять, используя индивидуальные для каждого ПТ комплекта коэффициенты ИСХ.

##### 6.2.4.2.1. Определение сопротивлений ПТ комплекта в трех точках диапазона измерения температуры.

- а) ПТ должны быть погружены в жидкостные ванны термостатов на длину монтажной части.
- б) При измерениях сопротивления ток через ПТ не должен превышать 1 мА.
- в) Для каждого ПТ комплекта должны быть определены значения сопротивления при трех температурах диапазона измерений. Температуры должны выбираться в соответствии с таблицей 3.
- г) Подставив три полученные пары значений сопротивление-температура для каждого ПТ комплекта, в уравнение 20 получить систему трех линейных уравнений. Рассчитать значения коэффициентов ИСХ –  $R_0$ ,  $A$  и  $B$ .

$$R_t = R_0 \cdot (1 + A \cdot t + B \cdot t^2), \quad (20)$$

Здесь  $R_t$  – сопротивление ПТ (чувствительного элемента ПТ) при температуре  $t$ .

При четырехпроводном подключении ПТ:  $R_t = R_{и}$ , где  $R_{и}$  – значение сопротивления, полученное при измерении;

Решение системы уравнений приведено в Приложение Д.

##### 6.2.4.2.2. Определение отклонений ИСХ ПТ комплекта от НСХ.

Соответствие ПТ комплекта установленному пределу допускаемого отклонения от НСХ определять, рассчитывая отклонения ИСХ в температурном эквиваленте от номинальной статической характеристики по ГОСТ 6651-94 в начале, в середине и в конце температурного диапазона измерения.

Вычисленные отклонения не должны превышать значений установленных пределов для соответствующего класса ПТ.

##### 6.2.4.2.3. Определение значений погрешности комплекта ПТ при измерении разности температур

- а) Значения относительной погрешности комплекта ПТ при измерении разности температур определять по формуле:

$$\delta_{\Delta t} = \frac{(t_{и1} - t_{и2}) - (t_1 - t_2)}{t_1 - t_2}, \quad (21)$$

Индексы «и1» и «и2» относятся к измеренным значениям температур на подающем трубопроводе «1» и обратном трубопроводе «2», действительные значения температур в которых соответственно  $t_1$  и  $t_2$ .

- б) Значения температур  $t_{и}$  определять по формуле:

$$t_{и} = \left( -A_{и} + \sqrt{A_{и}^2 + 4 \cdot R_t / R_{0и} - 1} \right) / 2 \cdot B_{и} \quad (22)$$

В этой формуле  $R_{0и}$  – номинальное сопротивление ПТ при 0 °С,  $A_{и}$  и  $B_{и}$  – номинальные значения температурных коэффициентов сопротивления платинового ПТ по ГОСТ 6651-94 для градуировки соответствующего типа ( $W_{100}=1,3851$  или  $W_{100}=1,3911$ ).

Для ПТ с  $W_{100}=1,3911$ :  $A_{и}=3,9692 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $B_{и}=-5,8290 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ ;  
 для ПТ с  $W_{100}=1,3851$ :  $A_{и}=3,9083 \cdot 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ;  $B_{и}=-5,7750 \cdot 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$ .



Сопротивление  $R_t$  для температуры  $t$  («действительной» температуры в данной точке) рассчитывать для каждого ПТ по уравнению 20 с использованием коэффициентов ИСХ, определенных при выполнении п. а).

- в) Значения погрешности  $\delta_{\Delta t}$  вычислять для достаточного количества точек внутри области, определяемой диапазоном температур и диапазоном разности температур комплекта ПТ. При этом для температур  $t_2$  (обратного потока теплоносителя) выше  $80^\circ\text{C}$  учитывать только разности температур больше  $10^\circ\text{C}$ .

Схематическое изображение этой области приведено в Приложение Д.

Значения погрешности комплекта ПТ при измерении разности температур не должны превышать значений, указанных в таблице 8 при использовании КТПТР и в таблице 9 при применении КТСП-Р.

Таблица 8

Класс внутри типа компл.	Предел допускаемой абсолютной погрешности комплекта ПТ $\Delta_{\Delta t}$ , $^\circ\text{C}$	Предел допускаемой относительной погрешности комплекта ПТ $\delta_{\Delta t}$ , %
1	$\pm(0,05 + 0,001 \cdot \Delta t)$	$\pm(0,1 + 5/\Delta t)$
2	$\pm(0,1 + 0,002 \cdot \Delta t)$	$\pm(0,2 + 10/\Delta t)$

Таблица 9

Класс внутри типа компл.	Предел допускаемой абсолютной погрешности комплекта ПТ $\Delta_{\Delta t}$ , $^\circ\text{C}$	Предел допускаемой относительной погрешности комплекта ПТ $\delta_{\Delta t}$ , %
1	$\pm(0,03 + 0,002 \cdot \Delta t)$	$\pm(0,2 + 3/\Delta t)$
2	$\pm(0,06 + 0,005 \cdot \Delta t)$	$\pm(0,5 + 6/\Delta t)$
3	$\pm(0,09 + 0,005 \cdot \Delta t)$	$\pm(0,5 + 9/\Delta t)$

## 7. Оформление результатов поверки.

Теплосчетчики, прошедшие поверку с положительными результатами, допускаются к эксплуатации.

Результаты поверки теплосчетчиков и ИМ необходимо занести в паспорта и протокол поверки, оформляемый по произвольной форме.

Пломба с оттиском поверительного клейма должна ставиться в местах, препятствующих доступу к регулирующим элементам теплосчетчика. Места пломбирования должны соответствовать требованиям технической документации.

При выпуске теплосчетчиков из производства или ремонта, а также при их периодической поверке в паспорте необходимо сделать запись о результатах поверки, и поставить подпись поверителя, производившего поверку с нанесением оттиска поверительного клейма.

При положительных результатах поверки теплосчетчика оформляется свидетельство о поверке установленной формы.

При отрицательных результатах поверки теплосчетчик не допускать к применению.

В паспорте (или документе, его заменяющем) произвести запись о непригодности теплосчетчика, поверительное клеймо погасить, пломбу снять.

На теплосчетчик не прошедший поверку выдать извещение о непригодности и изъять из эксплуатации.

## Приложение А

## ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ ПРИ ПОВЕРКЕ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА.

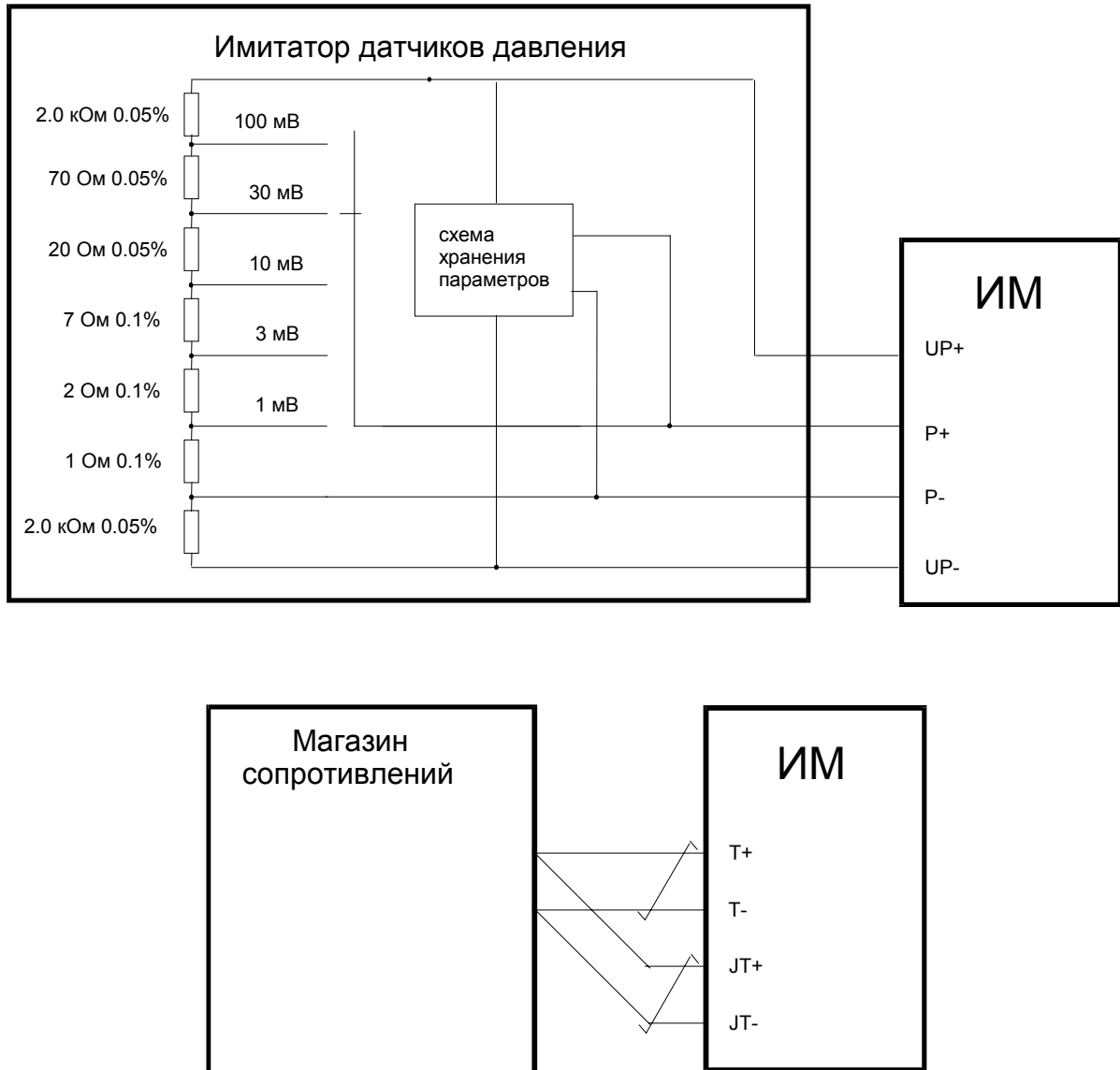


Рис. ПА1. Электрическая схема подключения приборов при поверке измерительного канала давления. Приборы подключаются через специальные контактные переходники, устанавливаемые в ИМ вместо штатных преобразователей давления и температуры.

## Приложение Б

## СХЕМЫ ПОДКЛЮЧЕНИЯ К КОМПЬЮТЕРУ ПРИ ПОВЕРКЕ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА И ИМ.

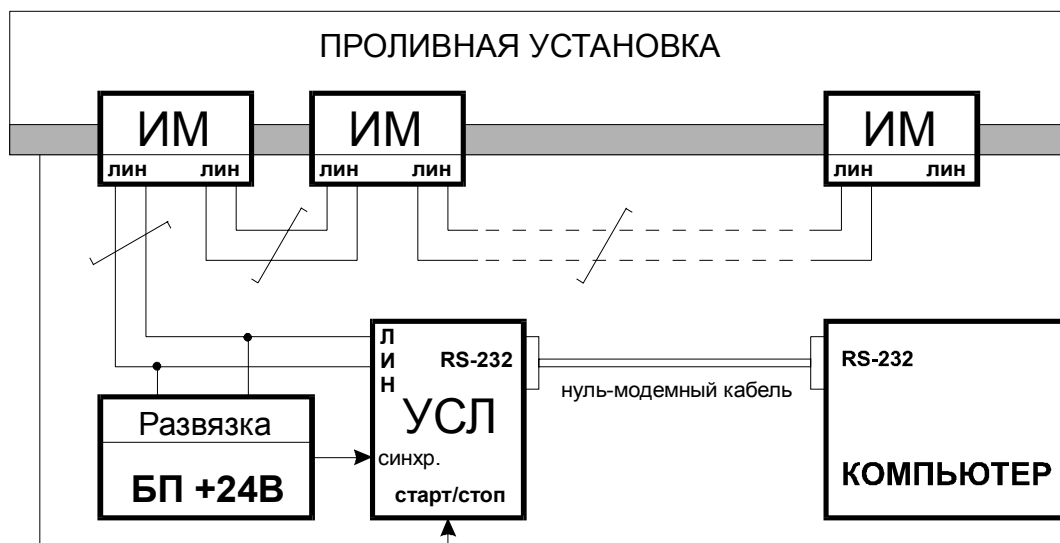


Рис. ПБ1. Электрическая схема подключения ИМ к компьютеру при поверке без СБ (только каналов расхода, температуры и давления) на проливной установке.

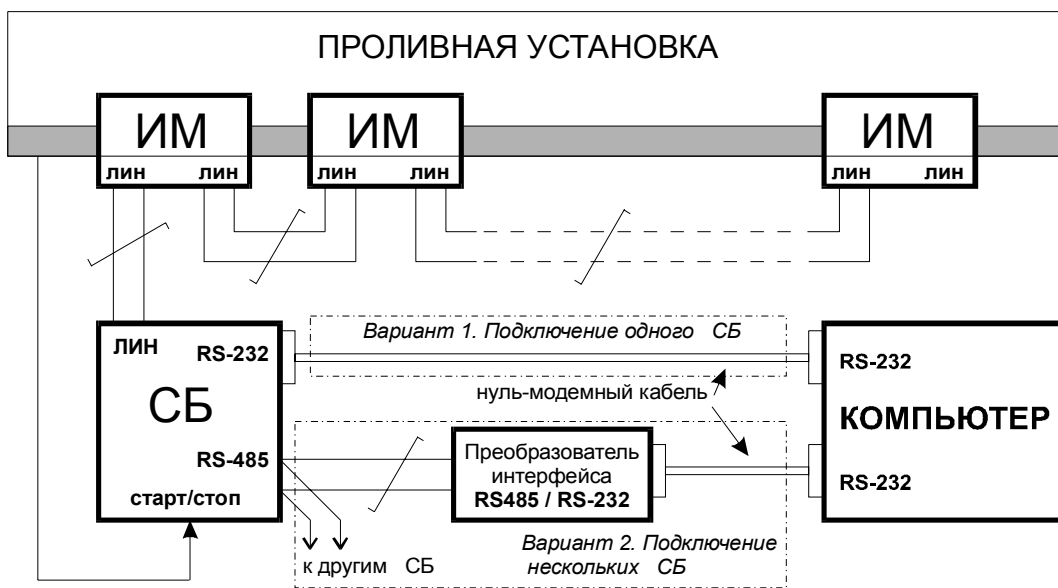


Рис. ПБ2. Электрическая схема подключения теплосчетчика к компьютеру при поверке на проливной установке.

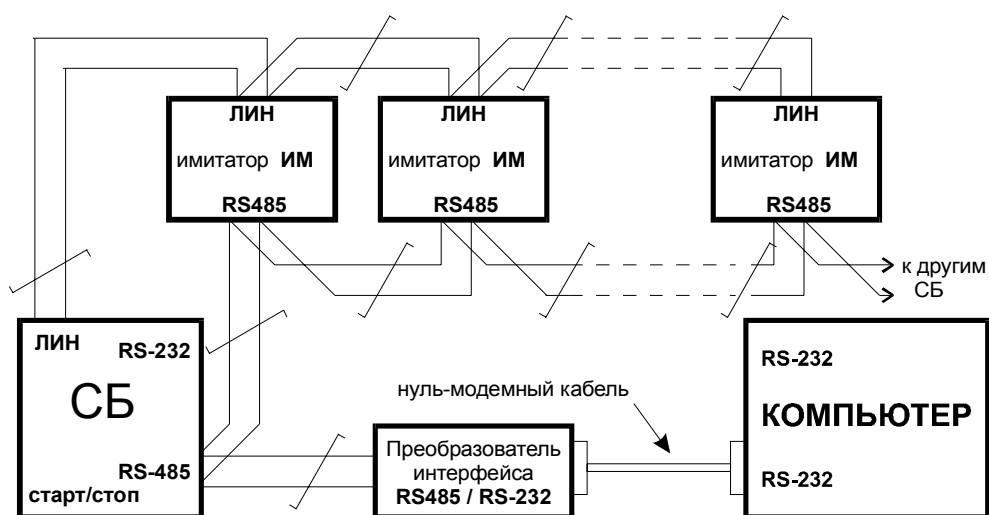


Рис. ПБ3. Электрическая схема подключения СБ к компьютеру при проверке погрешностей вычислений посредством специальной имитационной программы.

## Приложение В

## ЗНАЧЕНИЯ ПЛОТНОСТИ И ЭНТАЛЬПИИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ПОВЕРОЧНЫХ ТОЧКАХ.

Теплоноситель	Температура	Давление	Плотность	Энтальпия	
	t, °С	P, МПа	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	h, Дж/кг	h, кал/кг
Вода	5	0,980665	1000,4	21,993	5,253
Вода	30	0,980665	996,04	126,609	30,240
Вода	39	0,980665	992,98	164,164	39,210
Вода	40	0,980665	992,6	168,351	40,210
Вода	150	0,980665	917,33	632,416	151,05

## Приложение Г

## ВЫБОР ЗНАЧЕНИЯ ВЕСА ИМПУЛЬСА ПРИ ОПРОБОВАНИИ ИМПУЛЬСНОГО ВХОДА ТЕПЛОСЧЕТЧИКА.

Для выбора значения веса импульса  $K_i$  с учетом максимального значения расхода в трубопроводе, которому соответствует входной импульсный сигнал, можно воспользоваться формулой:

$$K_i[\text{м}^3/\text{имп}] = G_{\text{max}}[\text{м}^3/\text{ч}]/(3600 \cdot N_{\text{max}}[\text{имп}/\text{сек}]) = G_{\text{max}}[\text{м}^3/\text{ч}]/360000$$

Где  $N_{\text{max}}$  – максимальное число импульсов в секунду входного импульсного сигнала,  $N_{\text{max}} = 100$ .

$G_{\text{max}}$  – максимальное значение расхода.

Рекомендованные значения  $K_i$  в зависимости от  $G_{\text{max}}$ , рассчитанные из условия  $50 < N_{\text{max}} < 100$  приведены в таблице:

Ду мм	$G_{\text{max}}$ , м <sup>3</sup> /ч	$K_i$ , [л/имп]	$K_i$ , [имп/л]
10	1,5	0,005	200,0
15	6,0	0,02	50,0
25	16,0	0,05	20,0
40	40,0	0,2	5,0
50	60,0	0,2	5,0
80	160,0	0,5	2,0
100	250,0	1,0	1,0
150	600,0	2,0	0,5
200	1000,0	5,0	0,2
300	2500,0	10,0	0,1

## Приложение Д

**Решение системы линейных уравнений при определении коэффициентов ИСХ для ПТ комплекта.**

Составленная по трем парам измеренных значений  $(R_{t1}, t_1)$ ,  $(R_{t2}, t_2)$ ,  $(R_{t3}, t_3)$  система уравнений:

$$R_{t1} = R_0 * (1 + A * t_1 + B * t_1^2)$$

$$R_{t2} = R_0 * (1 + A * t_2 + B * t_2^2)$$

$$R_{t3} = R_0 * (1 + A * t_3 + B * t_3^2)$$

Коэффициенты  $R_0$ ,  $A$  и  $B$  рассчитываются следующим образом:

$$R_0 = D_{R0} / D, \quad A = D_A / D_{R0}, \quad B = D_B / D_{R0},$$

где  $D$ ,  $D_{R0}$ ,  $D_A$ ,  $D_B$  – определитель и соответствующие алгебраические дополнения системы трех уравнений для искомых коэффициентов:

$$D = (t_2 * t_3^2 - t_2^2 * t_3) - (t_1 * t_3^2 - t_1^2 * t_3) + (t_1 * t_2^2 - t_1^2 * t_2)$$

$$D_{R0} = R_1 * (t_2 * t_3^2 - t_2^2 * t_3) - R_2 * (t_1 * t_3^2 - t_1^2 * t_3) + R_3 * (t_1 * t_2^2 - t_1^2 * t_2)$$

$$D_A = (R_2 * t_3^2 - R_3 * t_2^2) - (R_1 * t_3^2 - R_3 * t_1^2) + (R_1 * t_2^2 - R_2 * t_1^2)$$

$$D_B = (R_3 * t_2 - R_2 * t_3) - (R_3 * t_1 - R_1 * t_3) + (R_2 * t_1 - R_1 * t_2)$$

**Границы области контроля погрешности комплекта ПТ в координатах  $\Delta t$ ,  $t_2$** 