

АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО "AXIS INDUSTRIES "



УТВЕРЖДАЮ
Зам. Директора ФГУП "ВНИИМС"

В.Н. Яншин

«18» « 07 » 2014г.

ТЕПЛОСЧЕТЧИКИ

SKS-3

РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

Часть 2

PMRSKS33K02

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ

КАУНАС

СОДЕРЖАНИЕ

1. Введение.....	3
2. Операции поверки.....	3
3. Средства поверки.....	3
4. Требования техники безопасности.....	4
5. Условия поверки.....	4
6. Подготовка к поверке.....	5
7. Внешний осмотр	5
8. Опробование	5
9. Проверка герметичности преобразователей расхода.....	6
10. Определение погрешностей теплосчетчика	6
10.1. Определение погрешностей теплосчетчика исполнения SKS-3.....	6
10.2. Определение погрешностей теплосчетчика исполнении SKS-3К	10
11. Определение погрешности при измерении давления	13
12. Определение погрешности комплекта преобразователей температуры PL-6 и DS.....	14
13. Определение погрешности измерения расхода ППП SDU-1 и SDM-1	15
14. Оформление результатов поверки	16
15. Литература	16
Приложение 1. Технологические коэффициенты (для исполнения SKS-3)	17
Приложение 2. Схемы поверки.....	18
Приложение 3. Данные для проведения поверки исполнения SKS-3	23
Приложение 4. Формулы определения имитируемой тепловой энергии	25
Приложение 5. Схемы измерений теплосчетчика, в зависимости от исполнения.....	26

1. ВВЕДЕНИЕ

Настоящая методика распространяется на теплосчетчики типа SKS-3 (далее - теплосчетчики), и устанавливает методы, объем и порядок проведения их первичной, периодической и внеочередной поверок.

Поверка первичных преобразователей расхода (далее ППР), за исключением электромагнитного SDM-1 и ультразвукового SDU-1 и исполнения SKS-3К, а также преобразователей температуры, за исключением PL-6 и DS и преобразователей давления выполнять согласно методикам поверки соответствующей составной части.

Межповерочный интервал - 4 года.

2. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

№	Наименование операции поверки	номер пункта
1.	Внешний осмотр	7
2.	Опробование	8
3.	Проверка герметичности ППР	9
4.	Определение погрешностей теплосчетчика:	10
5.	1) Определение погрешностей теплосчетчика исполнения SKS-3	10.1
6.	2) Определение погрешностей теплосчетчика исполнении SKS-3К	10.2
7.	Определение погрешности при измерении давления	11
8.	Определение погрешности комплекта преобразователей температуры PL-6 и DS	12
9.	Определение погрешности ППР SDU-1 и SDM-1 при измерении объема	13

3. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

3.1. При проведении поверки должны применяться средства поверки и вспомогательное оборудование, указанные в таблице 3.1.

Таблица 3.1

№ п/п	Наименование средств измерения	Погрешность, пределы измерения	Номер пункта методики
1	2	3	4
1	Проливная расходомерная поверочная установка	$\pm 0,3 \%$ (0,006 ... 320) м ³ /ч	8, 10.2, 13
2	Магазин сопротивлений P4831	кл. точности 0,02/2·10 ⁻⁶ , (0,02...111111,1) Ом	8, 10.1, 10.2
3	Частотомер электронносчетный ЧЗ-63	$\pm 5 \cdot 10^{-7} \pm 1$ ед.сч. 0,1 Гц...200 МГц	10.1, 10.2, 13
4	Манометр МО	кл. точности 1 (0 ... 4) МПа	9
5	Установка для поверки герметичности	До 2,5 МПа	9
6	Компаратор напряжений P3003, ТУ25-04.3771-79	кл. точности 0,0005 (0-10) В	12

1	2	3	4
6	Термометр сопротивления платиновый образцовый ПТС-10 1 разряд, ТУ50.741-89	$\pm 0,01$ °С, (-200 ... +660) °С	12
7	Термостат нулевой ТН12	$\pm 0,02$ °С, 0,00 °С	12
8	Мера электрического сопротивления однозначная Р3030 ТУ25-04.4078-72	кл. точности 0,002 100 Ом	12
9	Термостат паровой ТП-5	$\pm 0,03$ °С, 100 °С	12
10	Мультиметр KEITHLEY 2001	$\pm 0,1$ %, (0 ... 20) мА	10.1
11	Генератор импульсов ГЗ-110	± 1 импульс (1 ... 10000) Гц	10.1
12	Адаптер для считывания показаний через оптопорт*		8,10.1,10.2
13	Компьютер с программным обеспечением для считывания показаний*		8,10.1,10.2
Примечание. * - применение не обязательно.			

3.2. Вместо указанных в таблице 3.1 средств поверки и вспомогательного оборудования допускается применять другие средства поверки с характеристиками не хуже приведенных в таблице 3.1.

3.3. Все средства поверки должны быть исправны, поверены и иметь свидетельства (отметки в формулярах или паспортах) о поверке и/или оттиск поверительного клейма.

4. ТРЕБОВАНИЯ ТЕХНИКИ БЕЗОПАСНОСТИ

4.1. При проведении поверки необходимо соблюдать общие требования техники безопасности и электробезопасности, представленные в соответствующих стандартах.

4.2. Все работы со теплосчетчиком и средствами поверки проводить согласно требованиям их эксплуатационной документации.

5. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

5.1. При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающей среды от +15 °С до 35 °С;
- относительная влажность воздуха от 30 % до 80 %;
- атмосферное давление от 84 до 106,7 кПа;
- напряжение питания (220 ± 5) В;
- частота питающей сети (50 ± 1) Гц;
- измеряемая среда – вода;
- температура измеряемой среды (20 ± 5) °С;
- колебания температуры измеряемой среды во время поверки не более 5 °С;
- длина линий от вычислителя до магазинов сопротивлений, имитирующих термопреобразователи сопротивления, не более 5 м.

6. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- проверить наличие действующих свидетельств о поверке (аттестации) средств поверки, оттисков поверительных клейм;

- вводить в вычислитель с помощью клавиш управления набор программируемых параметров (технологических коэффициентов), указанных в приложении 1*) (только для исполнения SKS-3);

- подготовить к работе средства поверки и теплосчетчики согласно их руководствам по эксплуатации.

Примечание: *) – допускается проводить поверку на конфигурации теплосчетчика применяемой при его эксплуатации.

7. ВНЕШНИЙ ОСМОТР

7.1.1. При проведении внешнего осмотра устанавливают соответствие теплосчетчика следующим требованиям:

- соответствие комплектности теплосчетчика комплектности, указанной в паспорте;

- отсутствие механических повреждений в виде царапин, вмятин, влияющих на работоспособность теплосчетчика;

- четкость маркировки теплосчетчика.

7.1.2. Результаты внешнего осмотра считаются положительными, если выполняются требования указанные в п.п. 7.1.1.

8. ОПРОБОВАНИЕ

8.1.1. Собрать схему согласно приложению 2 (в зависимости от исполнения счетчика). Исполнение SKS-3 проверяется в комплекте с ППР SDM-1 или SDU-1 (в схеме 2а указанный генератор G подключать только к свободным от ППР импульсным входам вычислителя).

8.1.2. Установить ППР счетчика в измерительный участок проливной расходомерной установки. Заполнить измерительную полость ППР водой и обеспечить расход через нее.

Для исполнения SKS-3 - на свободные импульсные входы (q1...q5) подать с генератора импульсов импульсы частоты 1...10 Гц с амплитудой $3,3 \pm 0,3$ В и скважностью (20... 80) %;

8.1.3. К входам давления p1, p2 подать ток величины 10...20мА (только для исполнения SKS-3)

8.1.4. Подключить к счетчику питание от сети ~220 В или от батареи (в зависимости от исполнения счетчика);

8.1.5. При помощи магазинов сопротивлений M1, M3 установить значения сопротивлений, соответствующее значению температуры воды на подающем трубопроводе 140 °С.

При помощи магазинов сопротивлений M2, M4, M5 установить значение сопротивления, соответствующее значению температуры воды на обратном трубопроводе 10 °С.

8.1.6. Наблюдать на индикаторе индикацию количества тепловой энергии.

8.1.7. Последовательным нажатием кнопки на корпусе прибора наблюдать смену отображаемых параметров.

8.1.8. В результате имитации расхода и разности температур, показания интегральных параметров должны изменяться в сторону увеличения их значений

8.1.9. Проверить идентификационный номер ПО теплосчетчика. Для этого длительными (более 3 сек.) нажатиями на любую клавишу на передней панели прибора выбрать уровень дисплея „INF“, затем короткими нажатиями на любую клавишу выбрать параметр - идентификационный

номер ПО с названием “SoFt:”. Для исполнения SKS-3 должен отображаться номер “SoFt: 003”, для исполнения SKS-3К - “SoFt: 0.06”.

9. ПРОВЕРКА ГЕРМЕТИЧНОСТИ ППР

9.1. Для проверки герметичности в измерительном канале ППР поверяемого счетчика создают давление, равное 2.5 МПа. Результаты испытаний считают удовлетворительными, если в течении 15 мин. в системе не наблюдается падение давления, а в местах соединений и на корпусе отсутствуют признаки видимой течи.

10. ОПЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА

10.1. ОПЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА ИСПОЛНЕНИЯ SKS-3

10.1.1. Определение погрешностей вычислителя

10.1.1.1. Определение погрешности вычислителя при измерении объема.

Определение погрешности вычислителя при измерении объема проводят для всех каналов расхода вычислителя на произвольной частоте в диапазоне (10...1000) Гц с амплитудой $3,3 \pm 0,3$ В и скважностью 50 % в следующей последовательности.

Собирают схему поверки 2а по приложению 2.

Считывают с дисплея вычислителя начальное значение объема V_H .

Подают на вход вычислителя не менее 500 импульсов.

Считывают с дисплея вычислителя конечное значение объема V_K .

Результаты поверки считают положительными, если выполняется условие

$$|(V_K - V_H) - N \times Cqi| < 1 \times Cqi$$

где

N – количество импульсов поданных на вход вычислителя, имп.;

Cqi – цена импульса, м³/имп.

10.1.1.2. Определение погрешности вычислителя при измерении температуры.

Определение погрешности вычислителя при измерении температуры проводят для всех каналов температуры вычислителя $T_1 \dots T_5$ в следующей последовательности.

Собирают схему поверки 2а по приложению 2.

При помощи магазинов сопротивлений поочередно устанавливают значения сопротивлений соответствующие имитируемым температурам T_0 , равным 0 °С, 80 °С и 160 °С. Значения сопротивлений приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1

№ п/п	R_i, Ω		$T_0, ^\circ\text{C}$
	Pt500	500П	
1	500,00	500,00	0
2	654,50	656,90	80,00
3	805,25	810,05	160,00

Примечание. Допускается проводить поверку при измерении температуры в других точках. При это значение сопротивления определяют по ГОСТ Р 8.625.

Считывают с дисплея тепловычислителя значения температур T_i для каждого канала измерения температуры.

Рассчитывают абсолютную погрешность вычислителя при измерении температуры для каждой точки измерения и для каждого канала по формуле:

$$\Delta T_i = T_i - T_0$$

Результаты поверки при измерении температуры считают положительными, если абсолютная погрешность вычислителя при измерении температуры не более $0,3 \text{ } ^\circ\text{C}$.

10.1.1.3. Определение погрешности вычислителя при измерении времени

Определение погрешности вычислителя при измерении времени проводят в следующей последовательности.

При помощи частотомера измеряют значение контрольной частоты f_i , Гц.

Погрешность измерения времени $\delta\tau$ определяется по формуле:

$$\delta\tau = \frac{f_i - 8192}{8192} \times 100\%$$

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при измерении времени не более 0,01 %.

10.1.1.4. Определение погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии

10.1.1.4.1. Определение погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии E_1

Определение погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии проводят в следующей последовательности.

Собирают схему поверки 2а согласно приложению 2:

- подключают к входам вычислителя T_1 , T_2 , T_5 магазины сопротивлений, имитирующие соответствующие преобразователи температуры;
- подключают к выходу вычислителя "PULSE1" счетчик импульсов;
- одновременно к входам q_1 и q_2 вычислителя подключают генератор импульсов, имитирующий преобразователи расхода. На выходе генератора устанавливают период повторения импульсов $10 \text{ мс} \pm 10 \%$, амплитуду $3,3 \pm 0,3 \text{ В}$, скважность (20... 80) %.
- устанавливают на магазинах сопротивлений сопротивления R_1 , R_2 , R_5 , соответствующие значениям температур T_1 , T_2 , T_5 , указанных в таблице 10.2.

Таблица 10.2

№ п/п	$T_1, \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_2, \text{ } ^\circ\text{C}$	$T_5, \text{ } ^\circ\text{C}$	$E_{10}, \text{ МВтч}$	$E_{10T}, \text{ МВтч}$	$\delta E_{10T}, \%$
1	53	50	50	$N_V \cdot C_1 \cdot 0,0034378$	3,44	$\pm 1,5$
2	90	80	5	$N_V \cdot C_1 \cdot 0,0530611$	53,06	$\pm 0,8$
3	70	50	50	$N_V \cdot C_1 \cdot 0,0227314$	22,73	$\pm 0,65$
4	155	5	5	$N_V \cdot C_1 \cdot 0,1602171$	160,22	$\pm 0,52$

- подготовить частотомер для подсчета импульсов и установить нулевое значение;
- на вычислителе с помощью клавиш управления включить режим поверки ("TEST"),
- считать с дисплея вычислителя начальное значение тепловой энергии E_{1n} ;
- с генератора импульсов подать N_V импульсов (количество импульсов должно обеспечивать приращение тепловой энергии не менее 1000 значащих единиц, количество импульсов с выхода "PULSE1" должно быть не менее 500, время измерения не менее 60 сек.);

- считать с дисплея вычислителя конечное значение тепловой энергии $E1_k$ и количество импульсов на выходе вычислителя $N1_{OUT}$ (выход вычислителя “PULSE1”);
- определяют расчетное значение тепловой энергии $E1_0$ по таблице 10.2 (при применении технологических коэффициентов) или рассчитывают его по приложению 3;
- рассчитывают погрешность измерений тепловой энергии по формуле

$$\delta E1 = \frac{(E1_k - E1_H) - E1_0}{E1_0} \times 100\%$$

где:

$E1_0$ – расчетное значение тепловой энергии $E1_0$, МВтч (по таблице 10.2).

Значения физических величин, применяемых при расчетах тепловой энергии $E1_0$, представлены в приложении 4.

- рассчитывают погрешность измерений тепловой энергии на выходе вычислителя по формуле

$$\delta E1_{OUT} = \frac{N1_{OUT} \times C_{E1} - E1_0}{E1_0} \times 100\%$$

где

C_{E1} - цена импульса по тепловой энергии с выхода тепловычислителя “PULSE1”.

Примечание. При определении погрешности тепловычислителя при измерении тепловой энергии вместо внешнего генератора импульсов разрешается применять внутренний имитатор импульсов потока вычислителя. Имитатор запускается в режиме поверки, нажатием левой кнопки вычислителя. Продолжительность теста -100 сек. Значение $E1_k$ и $N1_{OUT}$ считывается после завершения теста (после прекращения мигания надписи “TEST”). В этом случае, для определения $\delta E1$ и $\delta E1_{OUT}$ по формулам, вместо значения $E1_0$ необходимо брать значение $E1_{OT}$ (таблица 10.2).

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при измерении тепловой энергии тепловычислителем $\delta E1$ и $\delta E1_{OUT}$ не более

$$(0,5+3/\Delta t), \%$$

где

Δt – разность температур в подающем и обратном трубопроводах.

10.1.1.4.2. Определение погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии E2.

Определение погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии проводят в следующей последовательности.

- собирают схему 2а поверки согласно приложению 2;
- подключают к входам вычислителя Т3, Т4 магазины сопротивлений, имитирующие соответствующие преобразователи температуры;
- подключают к выходу вычислителя “PULSE2” счетчик импульсов;
- ко входу q3 вычислителя подключают генератор импульсов, имитирующий преобразователи расхода. На выходе генератора устанавливают период повторения импульсов $10 \text{ мс} \pm 10 \%$, амплитуду $3,3 \pm 0,3 \text{ В}$, скважность (20... 80) %.
- устанавливают на магазинах сопротивлений сопротивления R3, R4, соответствующие значениям температур Т3, Т4, указанных в таблице 10.3.

Таблица 10.3

№ п/п	T3, °C	T4, °C	E2 ₀ , МВтч	E2 _{0T} , МВтч	δE2 _{доп} , %
1	53	50	N _V ·C ₁ ·0,0034378	3,44	± 1,5
2	90	80	N _V ·C ₁ ·0,0112633	11,26	± 0,8
3	70	50	N _V ·C ₁ ·0,0227314	22,73	± 0,65
4	155	5	N _V ·C ₁ ·0,1602171	160,22	± 0,52

- подготовить частотомер для подсчета импульсов и установить нулевое значение;
- считать с дисплея вычислителя начальное значение тепловой энергии E2_н;
- на вычислителе с помощью клавиш управления включать режим поверки (“TEST”);
- подать с генератора импульсов N_V импульсов (количество импульсов должно обеспечивать приращение тепловой энергии не менее 1000 значащих единиц, количество импульсов с выхода “PULSE2” должно быть не менее 500, время измерения не менее 60 сек.);
- считывать с дисплея вычислителя конечное значение тепловой энергии E2_к и количество импульсов на выходе вычислителя N2_{OUT} (выход вычислителя “PULSE2”);
- определить расчетное значение тепловой энергии E2₀ по таблице 10.3 (при применении технологических коэффициентов) или рассчитывают его по приложению 3;
- рассчитывают погрешность измерений тепловой энергии по формуле

$$\delta E2 = \frac{(E2_k - E2_n) - E2_0}{E2_0} \times 100\%$$

где

E2₀ – расчетное значение тепловой энергии E2₀, МВтч (по таблице 10.3.).

Значения физических величин, применяемых при расчетах тепловой энергии E2₀, представлены в приложении 4.

- рассчитать погрешность измерений тепловой энергии на выходе вычислителя по формуле

$$\delta E2_{OUT} = \frac{N2_{OUT} \times C_{E2} - E2_0}{E2_0} \times 100\%$$

где

C_{E2} - цена импульса по тепловой энергии с выхода тепловычислителя “PULSE2”.

Примечание. При определении погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии вместо внешнего генератора импульсов разрешается применять внутренний имитатор импульсов потока вычислителя. Имитатор запускается в режиме поверки, нажатием левой кнопки вычислителя. Продолжительность теста -100 сек. Значение E2_к и N2_{OUT} считывается после завершения теста (после прекращения мигания надписи “TEST”). В этом случае, для определения δE2 и δE2_{OUT} по формулам, вместо значения E2₀ необходимо брать значение E2_{0T} (таблица 10.3).

Результаты поверки считают положительными, если относительная погрешность при измерении тепловой энергии тепловычислителем δE2 и δE2_{OUT} не более (0,5+3/Δt), где Δt – разность температур в подающем и обратном трубопроводах.

10.1.2. Определение погрешности теплосчетчика при измерении объема

Определение погрешности теплосчетчика при измерении объема проводят для всех каналов расхода теплосчетчика путем контроля погрешности первичных преобразователей расхода. Методика определения погрешности при измерении объема ППП SDU-1 и SDM-1 представлена в п.13.

Результаты поверки теплосчетчика при измерении объема считают положительными, если погрешность первичных преобразователей расхода не превышает допустимой погрешности измерения объема теплосчетчика.

10.1.3. Определение погрешности теплосчетчика при измерении температуры

Определение погрешности теплосчетчика при измерении температуры проводят при максимальной и минимальной температуре для всех каналов температуры теплосчетчика по формуле

$$\Delta t = \sqrt{\Delta t_{SKS3}^2 + \Delta t_p^2}$$

где

Δt_{SKS3} - пределы абсолютной погрешности вычислителя SKS3, °С;

Δt_p - пределы абсолютной погрешности первичного преобразователя температуры, °С.

Результаты поверки теплосчетчика при измерении температуры считают положительными, если рассчитанная погрешность не более $(0,6+0,004*t)$, °С, где t – температура теплоносителя.

10.1.4. Определение погрешности измерения тепловой энергии теплосчетчика

Определение погрешности теплосчетчика при измерении тепловой энергии в закрытых системах теплоснабжения проводят при разности температур температуре 3, 10, 20, 150 °С по формуле

$$\delta E = \sqrt{\delta V^2 + \delta t^2 + \delta N_{SKS}^2}$$

δV - пределы относительной погрешности измерения объема теплосчетчиком, %;

δt - пределы относительной погрешности измерения разности температур комплектом термопреобразователей сопротивления, %;

δN_{SKS} - пределы относительной погрешности измерения тепловой энергии вычислителем SKS3, %.

Результаты поверки теплосчетчика при измерении тепловой энергии считают положительными, если рассчитанные пределы погрешности не превышают допустимых пределов погрешности измерения тепловой энергии теплосчетчика.

10.2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ТЕПЛОСЧЕТЧИКА ИСПОЛНЕНИЯ SKS-3K

10.2.1. Определение относительной погрешности теплосчетчика при измерении объема

Собрать схему в соответствии с рис.26 приложения 2.

Установить ППР теплосчетчика в измерительный участок проливной расходомерной установки. Заполнить измерительную полость ППР водой и обеспечить расход через нее.

Расход воды через ППР установить в соответствии с таблицей 10.4.

Включают режим “Test” (установить переключку теплосчетчика, соответственно эксплуатационной документации).

Частотомер F2 и проливную расходомерную поверочную установку вводить в режим измерения. По окончании измерения снимать показания объема.

Таблица 10.4

Схема измерения*	Температура T1, °C	Температура T2, °C	Расход, м ³ /ч	Коэффициент теплосодержания, М, кВтч/м ³
U1, U1L	53	50	(0,8...1) · Q _{макс}	3,43585
	70	50	(0,1...0,12) · Q _{макс}	22,71933
	155	5	(1...1,2) · Q _{мин}	160,2409
U2, U2L	53	50	(0,8...1) · Q _{макс}	3,44067
	70	50	(0,1...0,12) · Q _{макс}	22,95757
	155	5	(1...1,2) · Q _{мин}	175,6533
Коэффициент теплосодержания, М, рассчитан по формуле: $M = \rho * (h_1 - h_2), \text{ кВтч/м}^3$ Где: ρ - плотность воды при температуре трубы, на которой установлен ППР, кг/м ³ h_1, h_2 - энтальпии воды при температурах T1 и T2, соответственно, кВтч/кг				
Температура, °C	Плотность воды ρ , кг/м ³		Энтальпии воды (h_1, h_2), кВтч/кг	
5	1000,703		0,00628	
50	988,698		0,05853	
53	987,313		0,06201	
70	978,438		0,08175	
155	912,897		0,18181	
Примечание. *- схемы измерений представлены в приложении 5				

Относительную погрешность измерения расхода по объему определяют по формуле:

$$\delta_V = (V_n - V_o) / V_o \times 100, \quad \%$$

где V_n - объем, измеренный поверяемым теплосчетчиком, м³, и рассчитываемый по формуле:

$$V_n = N_V \cdot C_V,$$

где N_V - количество импульсов, измеренное частотомером F2;

C_V - значение единицы выходного импульса объема воды, м³/имп, в соответствии с таблицей 10.5.

V_o - объем, измеренный на расходомерной поверочной установке, м³.

Таблица 10.5

Номинальное значение расхода, Q _{ном} , м ³ /ч	0,6	1,0	1,5	2,5	3,5	6,0	10,0	15,0
Значение импульса объема в режиме Test, C _V , м ³ /имп.	0,000002	0,000002	0,000004	0,000005	0,00002	0,00002	0,00005	0,00005
Значение импульса тепловой энергии в режиме Test, C _E , кВтч/имп	0,1 · 10 ⁻³	0,2 · 10 ⁻³	0,2 · 10 ⁻³	0,5 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻³	1 · 10 ⁻³	2 · 10 ⁻³	5 · 10 ⁻³

Результаты поверки теплосчетчика при измерении объема считают положительными, если измеренная погрешность не превышает допускаемой погрешности измерения объема теплосчетчика.

10.2.2. Определение абсолютной погрешности вычислителя при измерении температуры

Определение абсолютной погрешности вычислителя при измерении температуры осуществляют при помощи магазинов сопротивления М1 и М2.

На магазинах сопротивления поочередно установить значения сопротивлений соответствующие имитируемым температурам (T_0), равным 5 °С, 70 °С и 155 °С. Значения сопротивлений (R_i) приведены в таблице 10.6.

Таблица 10.6

Проверяемые точки, T_0 , °С	Значения сопротивлений, R_i , Ом
	Pt500
5	509,76
70,00	635,38
155,00	795,96

Считать с дисплея вычислителя значения температур T_i для каждого канала измерения температуры.

Абсолютную погрешность вычислителя при измерении температуры для каждой точки измерения и для каждого канала рассчитывают по формуле:

$$\Delta T_i = T_i - T_0, \quad ^\circ\text{C}$$

Результаты поверки при измерении температуры считают положительными, если абсолютная погрешность вычислителя при измерении температуры не превышает допусковых пределов $\pm 0,3$ °С.

Абсолютную погрешность вычислителя при измерении температуры для каждой точки измерения и для каждого канала определить по пункту 10.1.3

10.2.3. Определение относительной погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии

Собрать схему по рис.2б приложения 2.

Установить значения сопротивлений на магазинах М1 и М2, соответствующие температурам T_1 и T_2 , указанным в таблице 10.4 (в зависимости от схемы измерения).

Вводить частотомеры F1 и F2 в режим измерения.

В случае, когда показания по объему и тепловой энергии считываются с индикатора теплосчетчика (или через цифровой интерфейс) - частотомеры F1 и F2 не применяются.

Включить режим "Test" (устанавливают переключку теплосчетчика, в соответствии с эксплуатационной документацией).

Длительным нажатием (более 3 секунд) клавиши теплосчетчика запускают имитацию расхода режима "Test" (в соответствии с эксплуатационной документацией).

По окончании имитации расхода в режиме "Test", снять показания количества импульсов с частотомера (или расхода по объему и тепловой энергии - с индикатора счетчика или по цифровому интерфейсу).

Относительную погрешность измерения тепловой энергии вычислителя определить в процентах по формуле:

$$\delta_E = (E - E_0) / E_0 \times 100,$$

где E - тепловая энергия, измеренная поверяемым средством измерения, кВтч, считанная с индикатора теплосчетчика или через цифровой интерфейс, или рассчитанная по формуле:

$$E = N_E \cdot C_E,$$

где N_E - количество импульсов, измеренное частотомером $F1$;

C_E - значение единицы выходного импульса тепловой энергии, кВтч/имп, в соответствии с таблицей 10.5.

E_0 - имитируемая тепловая энергия, кВтч, рассчитанная по формуле:

$$E_0 = V_0 \cdot M,$$

где V_0 - имитированный объем воды, м³, рассчитанный по формуле (или считанный с регистра интегратора объема):

$$V_0 = N_V \cdot C_V,$$

где N_V - количество импульсов, измеренное частотомером $F2$;

C_V - значение единицы выходного импульса объема, м³/имп, в соответствии с таблицей 10.5.

M - коэффициент теплосодержания, указанный в таблице 10.4, кВтч/м³, рассчитанный по формуле:

$$M = \rho \cdot (h_1 - h_2),$$

где ρ - плотность воды при текущем значении температуры в подающем (в обратном) потоке, кг/м³;

h_1 и h_2 - энтальпии воды соответственно в подающем и обратном потоках, кВтч/кг.

Вычислитель считают прошедшим поверку, если относительная погрешность измерения тепловой энергии вычислителя не превышает допускаемых пределов $\pm (0,5 + \Delta T_{\min} / \Delta T)$, %, где: ΔT - разность имитируемых температур $T1-T2$, °С;

ΔT_{\min} - минимальное значение диапазона измерения разности температур теплосчетчика, °С.

Определение погрешности вычислителя при измерении тепловой энергии для всех измеренных точек производить по пункту 10.1.4.

После проведения всех измерений снимают переключку включения режима "Test".

11. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ДАВЛЕНИЯ

Определение погрешности вычислителя при измерении давления проводят для исполнения SKS-3, для каналов давления вычислителя $p1$ и $p2$ в следующей последовательности.

Собрать схему поверки согласно рис. 2а приложения 2.

Подают на вход вычислителя ток, имитирующий давление равный 4, 12, 20 мА.

Считать с дисплея вычислителя значение давления P_i , кПа.

Рассчитать приведенную погрешность вычислителя при измерении давления по формуле

$$\gamma P_i = \frac{P_i - P_{0i}}{P_{\max} - P_{\min}} \times 100\%$$

где

P_{\max} - давление, соответствующее выходному сигналу 20 мА;

P_{\min} - давление, соответствующее выходному сигналу 4 мА;

P_{0i} - значение давления, соответствующее току I_0 , задаваемому на вход вычислителя
рассчитанное по формуле

$$P_{0i} = P_{\min} + \frac{P_{\max} - P_{\min}}{16} \times (I_0 - 4)$$

Результаты поверки вычислителя при измерении давления считают положительными, если приведенная погрешность вычислителя при измерении давления не более 0,5 %.

12. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ КОМПЛЕКТА ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ТЕМПЕРАТУРЫ PL-6 И DS

Определение погрешности комплекта термопреобразователей сопротивления PL-6 и DS входящих в состав теплосчетчика проводят в следующей последовательности:

- проводить поверку термопреобразователей сопротивления (ТС), входящих в состав комплекта в соответствии с ГОСТ 8.461 в точках 0 °С и 100 °С (ток в цепи поверяемых ТС не должен превышать 0,5мА), измеряют абсолютную погрешности измерения температур (Δt_p);

- рассчитывать абсолютную погрешности измерения разности температур (Δ_{PT}) комплектом термопреобразователей сопротивления при температурах 0 °С и 100 °С по формуле:

$$\Delta_{PTi} = \frac{(R_{1i} - R_{2i}) \times 100}{R_{100} - R_0}$$

где:

R_{1i} - значения сопротивления первого термопреобразователя, полученные при его поверке при температурах 0 °С и 100 °С;

R_{2i} - значения сопротивления второго термопреобразователя, полученные при его поверке при температурах 0 °С и 100 °С;

R_{100} , R_0 - значения сопротивления термопреобразователя сопротивления, соответствующие 0 °С и 100 °С по номинальной функции преобразования.

При расчете погрешности вместо R_{1i} и R_{2i} подставляют значения сопротивлений первого и второго термопреобразователей соответственно при 0 °С и при 100 °С.

За значение абсолютной погрешности измерения разности температур Δ_{PT} принимают наибольшую по абсолютной величине погрешность, определенную при 0 °С и при 100 °С.

- рассчитывают относительную погрешность измерения разности температур комплектом термопреобразователей сопротивления δ_{PT} в точках указанных в таблице 12.1 по формуле:

$$\delta_{PT} = \frac{\Delta_{PT}}{T_1 - T_2} \times 100\%$$

Таблица 12.1

№ п.п	Значения разности температур $\Delta T, ^\circ\text{C}$	Температура $T_1, ^\circ\text{C}$	Температура $T_2, ^\circ\text{C}$
1	3	53	50
2	10	90	80
3	20	70	50
4	150	155	5

Результаты поверки считаются положительными, если полученные значения погрешностей $\delta_{\text{РТ}}$ комплекта термопреобразователей не превышает пределы допускаемого значения $\pm(0,5 + \Delta T_{\text{мин}}/\Delta T) \%$, где $\Delta T_{\text{мин}}$ – минимальная измеряемая разность температур пары термопреобразователей.

13. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГРЕШНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ОБЪЕМА ППР SDU-1 И SDM-1

Собрать схему в соответствии с рис. 2в ... рис.2е приложения 2 (зависимо от исполнения).

Установить ППР в измерительный участок проливной расходомерной установки. Заполнить измерительную полость ППР водой и обеспечить расход через нее.

Расход воды через ППР установить в соответствии с таблицей 10.4.

Частотомер F и проливную расходомерную поверочную установку вводить в режим измерения. По окончании измерения снимать показания.

Время измерения должно быть не менее 300 с.

Количество импульсов с выхода ППР должно быть не менее значений, указанных в таблице 13.1

Таблица 13.1

Измеряемый расход	Количество импульсов, не менее	
	Для ППР класса точности 2	Для ППР класса точности 1
$Q \geq 0,01 Q_{\text{макс}}$	500	1000
$Q_{\text{мин}}$	200	400

Относительную погрешность по объему определяют в процентах по формуле:

$$\delta_V = (V_n - V_o) / V_o \times 100,$$

Где

V_o - объем, измеренный на расходомерной поверочной установке, м^3 .

V_n - объем, измеренный поверяемым ППР, м^3 , и рассчитываемый по формуле:

$$V_n = N_V \cdot C_V,$$

где

N_V - количество импульсов, измеренное частотомером F;

C_V - значение единицы выходного импульса объема воды ППР, $\text{м}^3/\text{имп.}$

(C_V для ППР SDM-1 и для ППР SDU-1 номиналов DN25 и выше - указанное на этикетке ППР, для ППР SDU-1 номиналов DN15 и DN20 - представлено в таблице 13.2)

Таблица 13.2

Номинальный расход ППР SDU-1, $\text{м}^3/\text{ч}$	0,6; 1,0	1,5	2,5	3,5; 6,0	10; 15
Вес импульса в режиме поверки, л/имп.	0,002	0,004	0,005	0,02	0,05

Результаты поверки ППР при измерении объема считают положительными, если измеренные относительные погрешности измерения объема не превышает допусковых предел для данного ППР:

Наименование ППР	Значение расхода Q, м ³ /ч	Пределы допускаемой относительной погрешности, %
ППР SDU-1 и SDM-1 класса точности 2, исполнение SKS-3K	$0,01Q_{\text{макс}} \leq Q \leq Q_{\text{макс}}$ $Q_{\text{мин}} \leq Q < 0,01Q_{\text{макс}}$	± 2 $\pm 0,02 Q_{\text{макс}} / Q$
ППР SDU-1 и SDM-1 класса точности 1	$0,01Q_{\text{макс}} \leq Q \leq Q_{\text{макс}}$ $Q_{\text{мин}} \leq Q < 0,01Q_{\text{макс}}$	± 1 $\pm 0,01 Q_{\text{макс}} / Q$

14. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

14.1. При положительных результатах первичной поверки государственный поверитель в разделе “Свидетельство о поверке” паспорта ставит свою подпись, оттиск государственного клейма и дату поверки.

14.2. При положительных результатах периодической поверки государственный поверитель оформляет эти результаты протоколом поверки, где ставит свою подпись, оттиск государственного клейма и дату поверки.

14.3. При отрицательных результатах поверки счетчик изымают из обращения, производят погашение поверительного клейма и выдают извещение о непригодности.

15. ЛИТЕРАТУРА

15.1. Ривкин О., Александров А. "Теплофизические свойства воды и водяного пара", М.: Энергия, 1980.

15.2. Плотность, энтальпия и вязкость воды. / А.Д. Козлов и др.- М.: МП "СИТИ" 1993.

15.3. Пиотровский Я. Теория измерений для инженеров: Пер. с польск. - М.: Мир, 1989.

15.4. РД 50-213-80 “Правила измерения расхода газов и жидкостей стандартными сужающими устройствами”. Москва, Издательство стандартов, 1980 г.

Приложение 1

Технологические коэффициенты (для исполнения SKS-3)

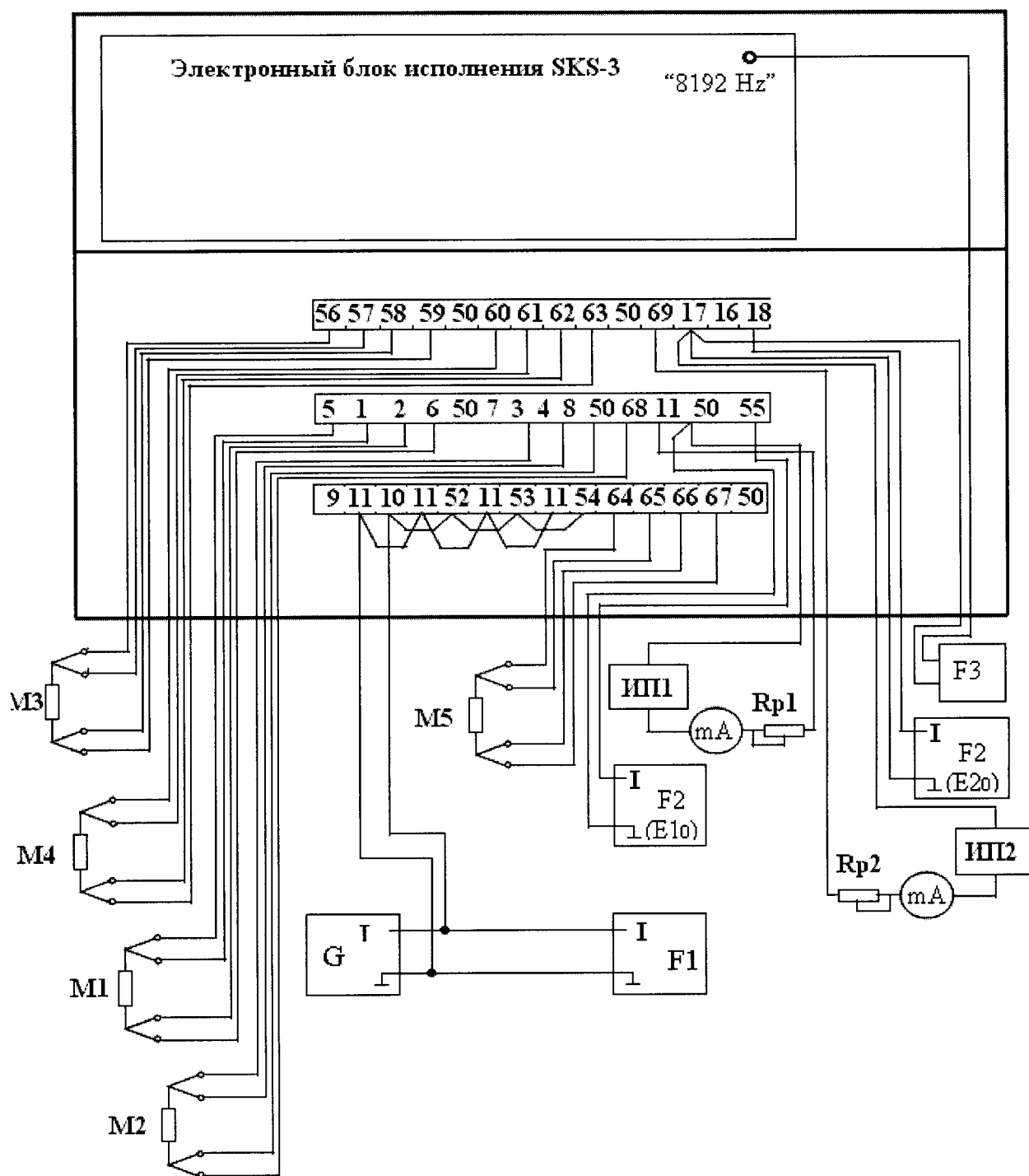
№№	Наименование	Значение	Код параметра в режиме настройки "SET"
1.	Схема измерений системы 1 Алгоритм вычисления тепловой энергии	"A1" "A1-1"	1:
2.	Схему измерений системы 2 Алгоритм вычисления тепловой энергии	"U1" " U 1-1"	1:
3.	Каналы измерения расходов $q_1...q_4$	вкл.	2:
4.	Каналы измерения температур $T_1...T_5$	вкл.	3:
5.	Каналы измерения давлений p_1, p_2	вкл.	4:
6.	Цена импульсов: - каналы расхода q_1, q_3 - каналы расхода q_2, q_4	0,1 м ³ /имп 0,05 м ³ /имп	5:
7.	Максимальное значение расхода q_{max} для каналов расхода $q_1...q_4$	400 м ³ /ч	6:
8.	Тип импульсных входов $q_1...q_4$	"1"	10:
9.	Фильтр $q_1...q_4$	выключен "1-000"	10:
10.	Градуировка преобразователей сопротивления $T_1...T_5$ *	"Pt500" или "500П"	11:
11.	Пределы тока. для входных каналов давления p_1 и p_2	"4-20 mA"	14:
12.	Верхний предел измерения давления для входных каналов давления p_1 и p_2	$p = 1600,0$ кПа	15:
13.	Значения давления для входных каналов давления p_1 и p_2 (для определения тепловой энергии и массы теплоносителя)	$p = 1600,0$ кПа,	16:
14.	Единицы измерения тепловой энергии	"MWh"	17:
15.	Выход PULSE1 (вывод импульсов тепловой энергии E1)	"1" "MWh"	19:
16.	Выход PULSE2 (вывод импульсов тепловой энергии E2)	"2" "MWh"	20:

Примечание

*) – Градуировка преобразователей сопротивления $T_1...T_5$ "Pt500" или "500П" выбирается в зависимости от НСХ термпреобразователей сопротивления применяемых в теплосчетчике.

Приложение 2

Схема поверки исполнения SKS-3

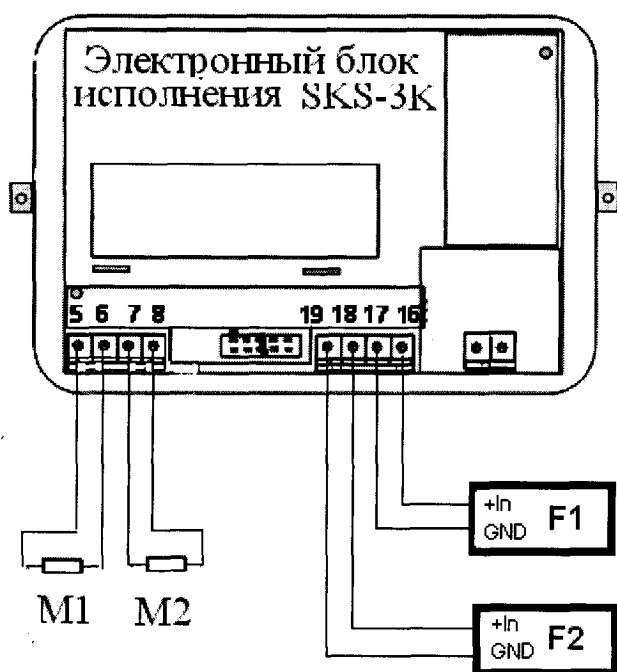


M1...M5 –магазины сопротивлений имитирующие преобразователи температуры T1... T5;
 Rp1 и Rp2 - магазин сопротивлений для изменении тока входов давления,
 F1, F2, F3– частотомеры.
 ИП1, ИП2– источник питания постоянной напряжении,
 mA– измерители постоянного тока,
 G - генератор импульсов

Рис. 2а

Приложение 2 (продолжение)

Схема проверки исполнения SKS-3K



M1, M2 – магазины сопротивлений имитирующие термопреобразователи сопротивления T1, T2;
F1, F2 – частотомеры.

Примечания

1-ый импульсный вход/выход должен быть настроен на режим выхода импульсов расхода.
2-ой импульсный вход/выход должен быть настроен на режим выхода импульсов энергии.
Для включения режима проверки необходимо установить переключку на электронной блоке счетчика:

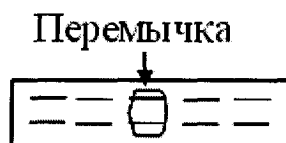
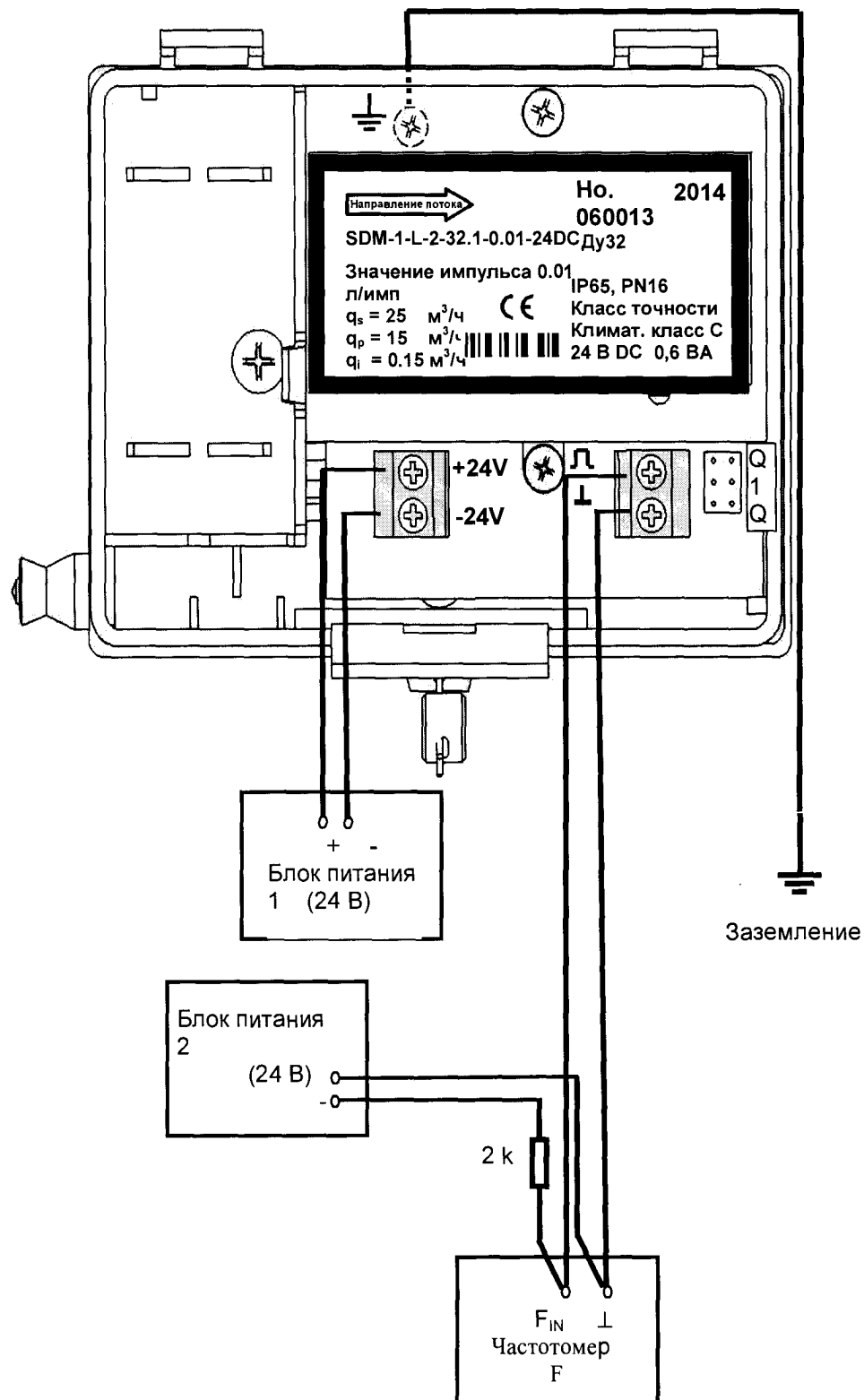


Рис. 26

Приложение 2 (продолжение)

Схема поверки ППП SDM-1 при питании ППП от источника постоянного тока



Примечание: При поверке допускается применять один блок питания

Рис. 2в

Приложение 2 (продолжение)

Схема поверки ППР SDM-1 при питании ППР от источника от источника переменного тока

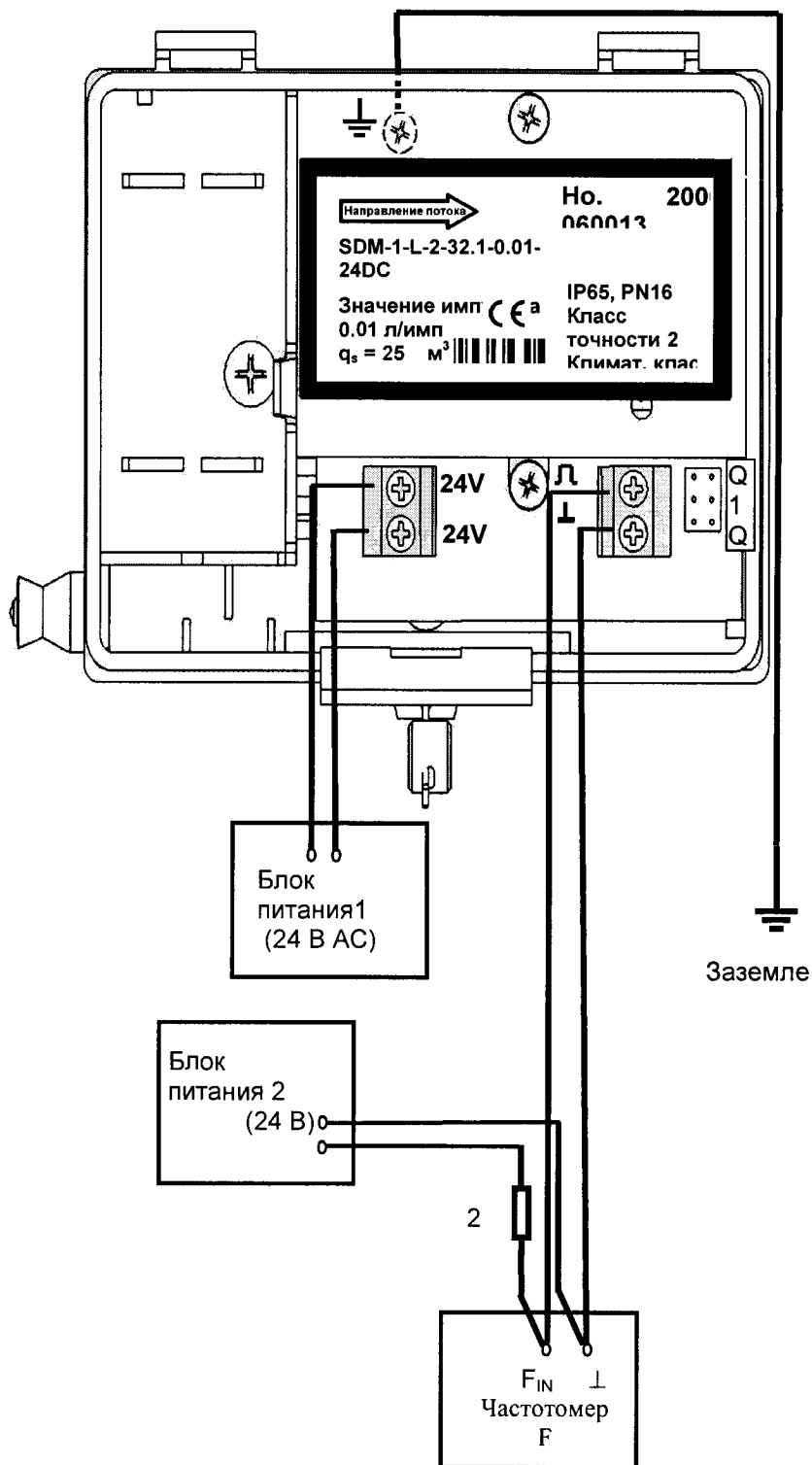
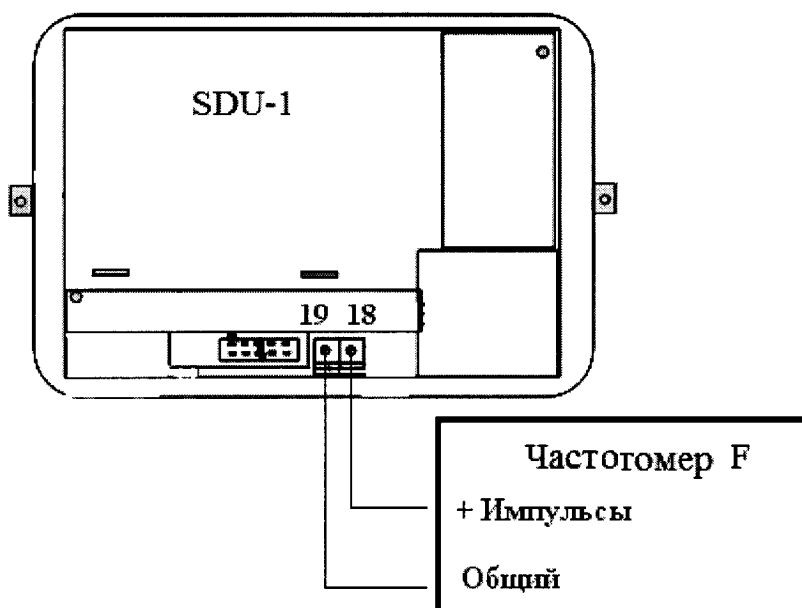


Рис.2г

Приложение 2 (продолжение)

Схема поверки ППР SDU-1 номиналов DN15 и DN20



Примечания.

1. Поверка ППР производится с установленной батареей питания
 2. Поверка ППР производится при включенном режиме поверки ППР.
- Для включения режима поверки необходимо установить перемычку J1:

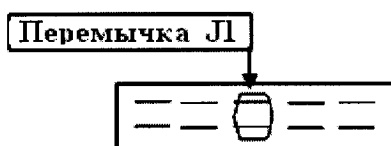
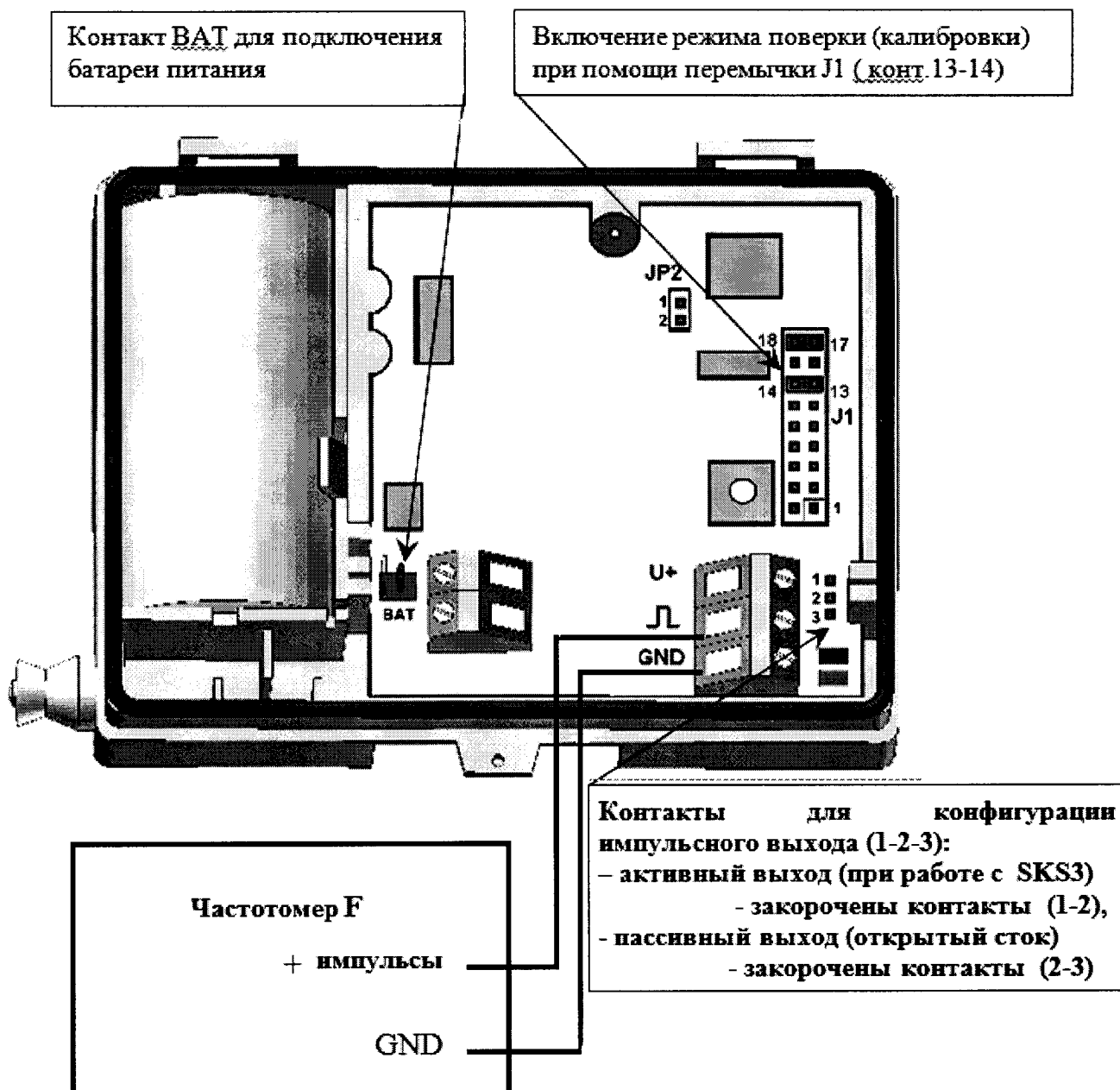


Рис.2д

Приложение 2 (продолжение)

Схема поверки ППР SDU-1 номиналов DN25 ... DN200



Примечания.

1. Поверка ППР производится с установленной батареей питания
2. Поверка ППР производится при включенном режиме поверки ППР.

Для включения режима поверки необходимо установить перемычку **J1**.

Рис.2е

Приложение 3

Данные для проведения поверки исполнения SKS-3

Температура воды, °С	Сопротивление, Ом		Плотность воды, кг/м ³	Энтальпия воды	
	Pt 500	500П		МВтч/кг	кДж/кг
5	509,75	509,90	1000,70	6,2807*10 ⁻⁶	22,611
50	597,00	598,50	988,69	58,531*10 ⁻⁶	210,711
53	602,75	604,35	987,30	62,013*10 ⁻⁶	223,246
70	635,40	637,50	978,43	81,763*10 ⁻⁶	294,348
80	654,50	656,90	972,46	93,402*10 ⁻⁶	336,248
90	673,55	676,25	965,99	105,06*10 ⁻⁶	378,224
155	795,95	800,60	912,90	181,78*10 ⁻⁶	654,424

Примечание. Значения плотности и энтальпии воды приведены таблице для давления 1,6 МПа. При других значениях давлений для расчета плотности и энтальпии воды необходимо применять ГСССД 187-99.

Расчетные значения $E1_0$ и $E2_0$ определяются по формулам*:

$$E1_0 = M_2(h_1 - h_2) + (M_1 - M_2)(h_1 - h_5)$$

$$E2_0 = M_3(h_3 - h_4)$$

где: M_1 – масса воды в подающем трубопроводе системы 1, кг ($M_1 = V_1 * \rho_1$);
 M_2 – масса воды в обратном трубопроводе системы 1, кг ($M_2 = V_2 * \rho_2$);
 M_3 – масса воды в подающем трубопроводе системы 2, кг ($M_3 = V_3 * \rho_3$);
 $V_1... V_3$ – объем воды в соответствующем трубопроводе, м³;
 $\rho_1... \rho_3$ – плотность воды в соответствующем трубопроводе, кг/м³;
 h_1, h_2, h_5 – энтальпия воды в соответствующем трубопроводе, МВтч/кг.

Примечание. * - формулы для расчетные значения $E1_0$ и $E2_0$ приведены для варианта поверки с помощью технологических коэффициентов по приложению 1. При поверке теплосчетчика на конфигурации, применяемой при эксплуатации, расчетные значения $E1_0$ и $E2_0$ рассчитывают по формулам приведенным в руководстве по эксплуатации.

Приложение 4
Формулы определения имитируемой тепловой энергии

Заданные значения							
Температура				Расход			
Схема измерения	T1, °C	T2, °C	T3, °C	T4, °C	1-ый канал q1	2-ой канал q2	Формула определения имитируемой тепловой энергии E ₀ = V ₀ * M
U1, U1L	90	80	-	-	(0,8...1)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ *11.30842
	90	70	-	-	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ * 22.54947
	140	10	-	-	(1...1,2)· q _{МИН}	-	E ₀ = V ₀ * 140.69978
U2, U2L	90	80	-	-	(0,8...1)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ * 11.38314
	90	70	-	-	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ * 22.83788
	140	10	-	-	(1...1,2)· q _{МИН}	-	E ₀ = V ₀ * 151.87113
U3	90	80	80	-	(0,8...1)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ * 11.38314
	90	70	70	-	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ * 22.83788
	140	10	10	-	(1...1,2)· q _{МИН}	-	E ₀ = V ₀ * 151.87113
A1	90	80	80	-	(0,8...1)· q _{МАХ}	(0,8...1)· q _{МАХ}	E ₀₁ = V ₀ * 11.38314
	90	70	70	-	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	E ₀₁ = V ₀ * 22.83788
	140	10	10	-	(1...1,2)· q _{МИН}	(1...1,2)· q _{МИН}	E ₀₁ = V ₀ * 151.87113
A2	90	80	10	-	(0,8...1)· q _{МАХ}	(0,8...1)· q _{МАХ}	E ₀₁ = V ₀ * 11.383 E ₀₂ = V ₀ *93.029
	90	70	10	-	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	E ₀₁ = V ₀ * 22.837 E ₀₂ = V ₀ *93.029
	140	70	10	-	(1...1,2)· q _{МИН}	(1...1,2)· q _{МИН}	E ₀₁ = V ₀ *80.387 E ₀₂ = V ₀ *151.871
A3	90	-	-	80	(0,8...1)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ *11.30842
	90	-	-	70	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	-	E ₀ = V ₀ * 22.54947
	140	-	-	10	(1...1,2)· q _{МИН}	-	E ₀ = V ₀ * 140.69978
A4	90	80	10	-	(0,8...1)· q _{МАХ}	(0,8...1)· q _{МАХ}	E ₀₁ = V ₀ * 11.308 E ₀₂ = V ₀ *81.319
	90	70	10	-	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	(0,1...0,12)· q _{МАХ}	E ₀₁ = V ₀ * 22.549 E ₀₂ = V ₀ *69.679
	140	70	10	-	(1...1,2)· q _{МИН}	(1...1,2)· q _{МИН}	E ₀₁ = V ₀ * 76.145 E ₀₂ = V ₀ *69.679

Приложение 5

Схемы измерений теплосчетчика, в зависимости от исполнения

Схемы измерений	Условное обозначение
Для измерений расхода, температуры и давления	U0
Для систем теплоснабжения закрытого типа Преобразователь расхода в подающем трубопроводе	U1
Для систем теплоснабжения-охлаждения закрытого типа Преобразователь расхода в подающем трубопроводе	U1L
Для систем теплоснабжения закрытого типа. Преобразователь расхода в обратном трубопроводе	U2
Для систем теплоснабжения-охлаждения закрытого типа Преобразователь расхода в обратном трубопроводе	U2L
Для систем теплоснабжения закрытого типа. Преобразователь расхода в системе отопления	U3
Для систем теплоснабжения открытого типа. С измерением составляющих энергии потребления	A1
Для систем теплоснабжения открытого типа для учета отпущенной тепловой энергии. Преобразователи расхода на подпиточном и на обратном трубопроводах	A2
Для однетрубных систем горячего водоснабжения	A3
Для систем теплоснабжения открытого типа для учета отпущенной тепловой энергии. Преобразователи расхода на подпиточном и на подающем трубопроводах	A4