Канев С.Н., Старовойтов А.А.

ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ИСПЫТАНИЯ ТЕПЛОСЧЕТЧИКОВ

В период с 1995 по 2000 г. Хабаровский центр энергоресурсосбережения уже проводил эксплуатационные испытания различных типов теплосчетчиков на базе электромагнитных, ультразвуковых, вихревых расходомеров с целью выявления тех типов и моделей приборов, которые были бы наиболее пригодными для эксплуатации в системах теплоснабжения г. Хабаровска.

В результате проведенных испытаний было установлено, что наиболее надежными при условиях эксплуатации в системах теплоснабжения г. Хабаровска являются теплосчетчики на базе электромагнитных расходомеров, в частности, теплосчетчики SA-94 и КМ-5. Дальнейший анализ работы электромагнитных теплосчетчиков различных модификаций (ВЗЛЕТ, ТСК, SA, КМ-5) подтвердил правильность результатов эксплуатационных испытаний. Многолетние наблюдения за работой этих приборов и обработка статистических данных по отказам и результатам очередных поверок, проводимых с 2000 по 2006 г. показали, что наиболее надежными в условиях эксплуатации в г. Хабаровске являются теплосчетчики SA-94 и КМ-5. Поэтому основной теплосчетчик, который на сегодняшний день используется для коммерческих расчетов в г. Хабаровске – это теплосчетчик КМ-5.

Однако мы не считаем данный теплосчетчик идеальным, по нашему мнению он лишь один из «лучших» среди существующих «худших» отечественных теплосчетчиков.

К теплосчетчику КМ-5 у нас имеется ряд существенных нареканий, основными из которых являются:

- заявленный паспортный диапазон измерения расхода $G_{min}/G_{max} = 1/1000$ не соответствует фактическому $G_{min}/G_{max} = 1/200 \div 1/250$ - получаемому при входном контроле;
- сложная и длительная процедура поверки теплосчетчика (10-12 часов), это связано с тем, что перед поверкой преобразователи расхода необходимо сначала «замочить» на проливочном стенде около 6-8 часов, а затем пролить их в трех диапазонах расхода, причем каждую точку необходимо проливать не менее трех раз; отметим, что это в соответствии со старой методикой поверки от 2001 г., в новой методике поверки от 2006 г. теплосчетчик КМ-5 необходимо проливать не в 3-х, а в 7 точках, причем в каждой не менее 3-х раз;
- около 50 % межфланцевых преобразователей расхода с керамической футеровкой после их очередной поверки, связанной с демонтажом и монтажом, начинают «сбоить» из-за попадания воды внутрь измерительного блока и мы вынуждены в процессе технического обслуживания за свой счет заменять эти приборы у потребителя;

- около 1-2 % находящихся в эксплуатации теплосчетчиков КМ-5 дают в процессе эксплуатации программные сбои.

Поэтому мы продолжаем искать другие типы пусть даже более дорогих, но более надежных теплосчетчиков, так как во главу угла мы ставим надежность приборов и достоверность измерений. С этой целью мы решили снова вернуться к эксплуатационным испытаниям теплосчетчиков как отечественных, так и зарубежных, выбрав для этой цели два типа электромагнитных теплосчетчиков (МКТС, SIMA) и два типа ультразвуковых теплосчетчиков (SONOCAL, СВТУ-10М). В качестве эталонного теплосчетчика был выбран комбинированный теплосчетчик, состоящий из преобразователей расхода OPTIFLUX 5300, преобразователей температуры КТСПР и тепловычислителя СПТ941. Технические характеристики испытуемых теплосчетчиков приведены в табл. 1.

Отметим, что в отличие от всех других приборов преобразователи расхода OPTIFLUX позволяют осуществлять тройную 100 % диагностику:

100 % диагностика применения

Возможные проблемы	**Определяется как**
Пузырьки газа	Измерение шумов
Коррозия электродов	Измерение шумов
Засорение электродов	Измерение сопротивления > Limit 1
Короткое замыкание электродов	Измерение сопротивления = 0
Очень низкая проводимость	Измерение сопротивления > Limit 2
Частичное заполнение трубы	Обратная поляризация магнитного поля
Нарушение линейности	Измерение линейности, обратная поляризация магнитного поля
Внешние магнитные поля	Проверка линейности
Дополнительная диагностика	
Контроль профиля потока	Обратная поляризация магнитного поля
Проверка температуры катушки	Измерение сопротивления

100 % диагностика точности

Проверки	**Проверяется как**
Проверка точности	Контрольный замер
Проверка линейности	Тест линейности
Проверка тока возбуждения	Текущее измерение

100 % диагностика оборудования

Проверки	**Проверяется как**
Микропроцессор	Программное обеспечение
Память	Программное обеспечение
Температура электроники	Измерение температуры
Проверка выходов - прерывание - загрузка	Аппаратное и программное обеспечение
Программное обеспечение	Программное обеспечение

Таблица 1

Технические характеристики испытуемых теплосчетчиков

№ п/п	Характеристики	Тип теплосчетчика				
		SIMA+СПТ 941	SONOCAL	СВТУ-10М	OPTIFLUX+СПТ 941	МКТС
1	2	3	4	5	6	7
1	d_N,мм	25	32	32	25	40
2	Диапазон расходов, $м^3/ч$	0,176-17,6	0,09-9,0	0,22-22,0	0,5-20,00	0,04-40
3	Тип преобразователя температур	КТСП-Р	Pt 500	ТСП-С	КТСПР	ТСП-1098К1
4	Относительная погрешность измерения расхода, %	$\pm 0{,}5\%$ при $G=(0{,}05\text{-}1)G_{max}$	± 5 при $G=(0{,}01\text{-}0{,}02)G_{max}$ ± 2 при $G=(0{,}02\text{-}1{,}0)G_{max}$	± 3 при $G_{min} \le G < G_{перех}$ ± 1 при $G_{перех} \le G \le G_{max}$	$\pm 0{,}15$	± 1 класс D1
5	Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения температуры, ^0C	$\pm (0{,}3+0{,}005t)$	± 1	$\pm 0{,}2$	$\pm (0{,}3+0{,}005t)$	$\pm (0{,}3+0{,}005t)$
6	Предел допускаемой абсолютной погрешности измерения разности температур, ^0C	$\pm (0{,}5+3\Delta t_{min}/\Delta t)$	$\pm 0{,}05$	$\pm 0{,}1$	$\pm (0{,}5+3\Delta t_{min}/\Delta t)$	$\pm (0{,}045+0{,}003\Delta t)$
7	Предел допустимой погрешности измерения количества теплоты, %	$\pm (3+4\Delta t_{min}/\Delta t+0{,}02G_{max}/G)$	$\pm 1{,}5\Delta t$ при $3^0C \le \Delta t < 10^0C$ $\pm 1{,}0\Delta t$ при $10^0C \le \Delta t < 20^0C$ $\pm 0{,}5\Delta t$ при $20^0C \le \Delta t < 150^0C$	$\pm$ (4-6) в зависимости от $f=G_2/G_1$ и $k=(T1-T2)/T1$	$\pm (3+4\Delta t_{min}/\Delta t+0{,}02G_{max}/G)$	$\pm (2+4\Delta t_{min}/\Delta t+0{,}01G_{max}/G)$ при $\Delta t_{min} \ge 2^0C$

Испытания проводились в соответствии с программой испытаний, в которой были прописаны порядок проведения испытаний и методика обработки экспериментальных данных.

Целью проведения испытаний являлись:

- оценка метрологической надежности исследуемых ТС;
- определение действительных границ относительной погрешности исследуемых СИ в условиях их реальной эксплуатации и сравнение их с нормируемыми значениями относительных погрешностей, которые указаны в НТД на данные СИ;
- выявление потенциальных возможностей несанкционированного вмешательства в работу теплосчетчиков, нарушающих достоверный учет.

Эксплуатационные испытания проводились на натурном стенде Хабаровского центра энергоресурсосбережения с использованием проливочной установки класса 0,2. Эксплуатационные испытания проводились в нормальных условиях: температура поверочной воды $(20 \pm 5)^0$С (входной, промежуточный и выходной контроль) и в эксплуатационных условиях: температура теплоносителя в подающем трубопроводе $(70 \pm 25)^0$С, температура теплоносителя в обратном трубопроводе $(50 \pm 25)^0$С.

В ходе проведения эксплуатационных испытаний осуществлялись следующие операции:

1. Входной контроль - поверка теплосчетчиков на проливочной установке перед их монтажом на эксплуатационном стенде.
2. Экспериментальные исследования с целью определения фактических метрологических характеристик теплосчетчиков и их изменения в процессе эксплуатационных испытаний.
3. Промежуточный контроль – проливка преобразователей расхода, установленных на натурном стенде без их демонтажа с использованием весового устройства.
4. Выходной контроль - демонтаж теплосчетчиков и их поверка на проливочной установке после окончания испытаний.

Рассмотрим более подробно каждую из этих операций.

1. Входной контроль.

Входной контроль испытуемых преобразователей расхода проводился на проливочном стенде Хабаровского центра энергоресурсосбережения класса 0,2. Результаты входного контроля приведены в табл. 2. В соответствии с методикой поверки проливка преобразователей расхода SONO 2500 должна проводиться при температуре измеряемой среды 25-50^{0}С. Поэтому проливка этих расходомеров проводилась при двух температурах измеряемой среды: +20^{0}С и +45^{0}С. Все остальные расходомеры проливали в соответствии с Российскими нормами при t=20^{0}С.

Таблица 2

Результаты входного контроля преобразователей расхода

Теплосчетчик	Трубопро-вод	Режим по расходу, $м^3/ч$	Температура измеряемой среды, ^0C	Относительная погрешность измерения объемного расхода, %		Примечание
				Фактическая	Допустимая	
1	2	3	4	5	6	7
SIMA	Подающий	G_{min}=0,18	20	39	1,3	Не проходит на минимальном и переходном режиме
		$G_{перех}$=0,9		8	0,5	
		$G_{номин}$=17,6		-0,1	0,5	
	Обратный	G_{min}=0,18	20	33	1,3	Не проходит на минимальном и переходном режиме
		$G_{перех}$=0,9		9	0,5	
		$G_{номин}$=17,6		0,2	0,5	
SONO 2500	Подающий	G_{min}=0,18	20	3,5	5	Не проходит на переходном режиме
		$G_{перех}$=0,72		2,7	2	
		$G_{номин}$=7,2		1,0	2,0	
	Обратный	G_{min}=0,18	20	3,7	5	Не проходит на переходном режиме
		$G_{перех}$=0,72		3,1	2	
		$G_{номин}$=7,2		1,0	2	
	Подающий	G_{min}=0,18	45	1	5	Проходит на всех режимах
		$G_{перех}$=0,72		0,7	2	
		$G_{номин}$=7,2		0,4	2	
	Обратный	G_{min}=0,18	45	1,7	5	Проходит на всех режимах
		$G_{перех}$=0,72		0,9	2	
		$G_{номин}$=7,2		0,8	2	
СВТУ-10М	Подающий	G_{min}=0,22	20	1,9	3	Не проходит на переходном режиме
		$G_{перех}$=0,6		1,8	1	
		$G_{номин}$=22		0,7	1	
	Обратный	G_{min}=0,22	20	0,9	3	Проходит на всех режимах
		$G_{перех}$=0,6		0,6	1	
		$G_{номин}$=22		-0,5	1	
OPTIFLUX 5300	Подающий	G_{min}=0,22	20	0	0,15	Проходит на всех режимах
		$G_{перех}$=1,17		-0,1	0,15	
		$G_{номин}$=5,3		0,1	0,15	
	Обратный	G_{min}=0,22	20	-0,6	0,15	Не проходит на минимальном и переходном режиме
		$G_{перех}$=1,17		-0,3	0,15	
		$G_{номин}$=5,3		-0,17	0,15	
МКТС	Подающий	G_1=0,06	20	0,85	1,0	Не проходит на втором и четвертом режиме
		G_2=0,24		1,1	1,0	
		G_3=4,05		0,5	1,0	
		G_4=36,6		-1,3	1,0	
	Обратный	G_1=0,06	20	0,16	1,0	Не проходит на четвертом режиме
		G_2=0,24		1,0	1,0	
		G_3=4,05		0,6	1,0	
		G_4=36,6		-1,1	1,0	

Как видно из табл. 2 при температуре измеряемой среды t=20^{0}С один из расходомеров SONO 2500 не прошел поверку, в то время как при t=45^{0}С оба расходомера прошли поверку.

Отметим, что до испытаний все испытуемые расходомеры успешно прошли поверки в соответствующих ЦСМ, но половина из них не прошла входного контроля в Хабаровске. Особенно в этом смысле надо отметить расходомеры SIMA (см. табл. 2). Наиболее лучшие результаты входного контроля показали расходомеры OPTIFLUX (Кроне). То, что один из расходомеров OPTIFLUX не прошел входного контроля можно объяснить тем, что эталонный и испытуемый расходомер были одного класса 0,15, т.е. отсутствовал метрологический запас.

Подведя итоги входного контроля можно сказать, что практически все испытуемые расходомеры, кроме расходомеров SIMA, достаточно успешно прошли входной контроль.

2. Экспериментальные исследования с целью определения фактических метрологических характеристик теплосчетчиков и их изменения в процессе эксплуатационных испытаний.

Эксплуатационные испытания теплосчетчиков проводились на натурном стенде Хабаровского центра энергоресурсосбережения, принципиальная схема которого приведена на рис. 1. Как видно из этого рисунка, с помощью кранов 6 и 7 можно моделировать «закрытую» и «открытую» схему с «отрицательным» и «положительным» водоразбором. Если краны 6 и 7 закрыты, то мы имеем «закрытую» схему. Если кран 6 открыт, а кран 7 закрыт, то мы имеем «открытую» схему с «отрицательным» водоразбором, если кран 6 закрыт, а кран 7 открыт, то мы имеем «открытую» схему с «положительным» водоразбором. Теплоноситель поступает в первичный контур теплообменника системы отопления через измерительный участок А и возвращается по измерительному участку В при закрытых кранах 6 и 7 или минуя измерительные участки А и В при открытых кранах 6 и 7 и закрытых кранах 4, 5, 8, 9. Из вторичного контура теплообменника теплоноситель поступает в систему отопления здания ХЦЭС. В первичном контуре теплообменника установлен штатный теплосчетчик КМ-5, по которому производятся расчеты за потребленное тепло с энергоснабжающей организацией. данный теплосчетчик используется в системе теплоснабжения ХЦЭС уже 6 лет, очередную поверку он проходил в 2005 г.

Термопреобразователи испытуемых теплосчетчиков, кроме теплосчетчика МКТС, установлены в специально оборудованных измерительных участках, которые представляют собой стакан 10, 11 с диаметром 50 мм и длиной 0,5 м. В данный стакан врезаны гильзы, залитые маслом, в которые вставлены термопреобразователи. Стаканы теплоизолированы.

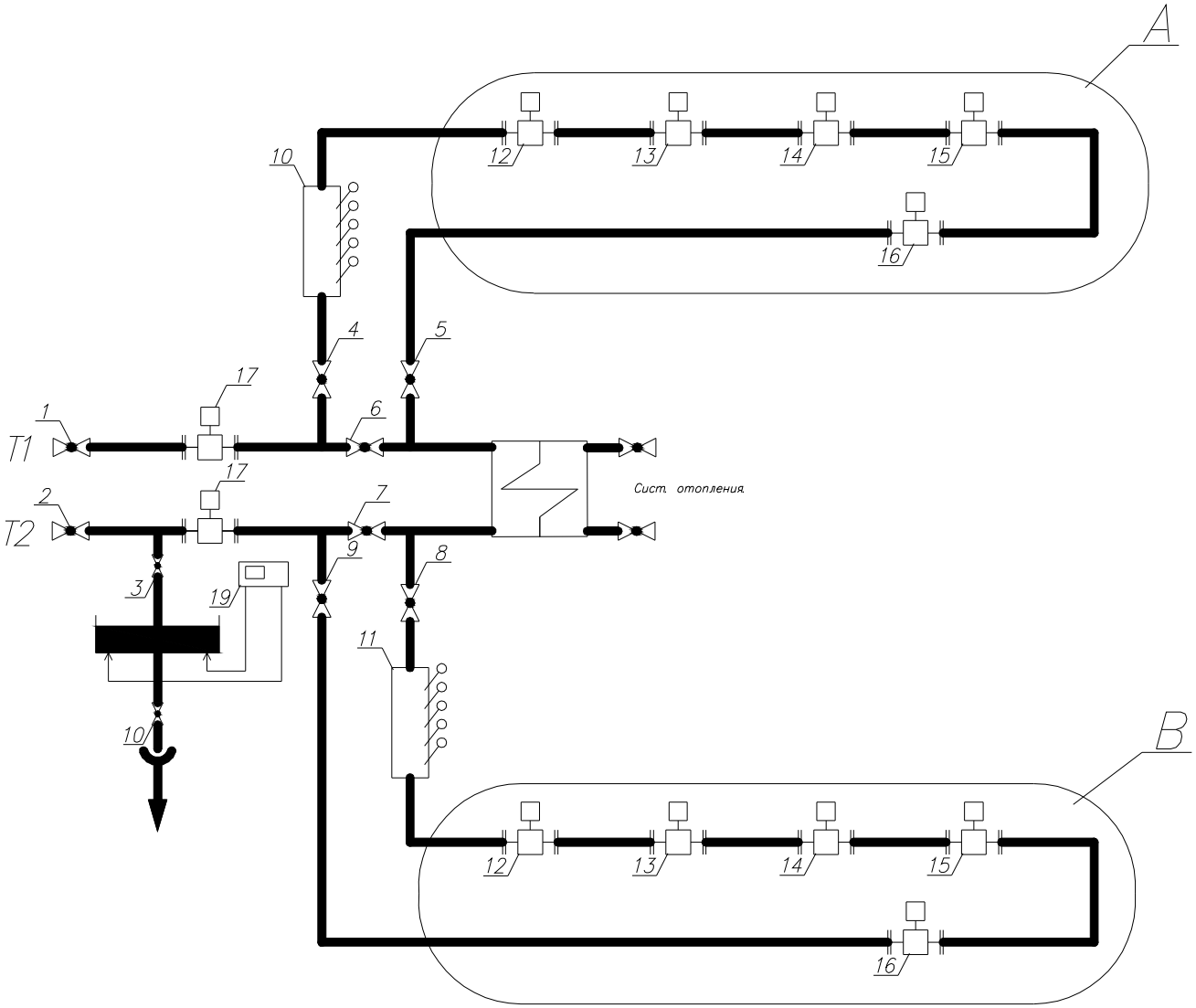

Рис. 1. Принципиальная схема испытательного стенда:
1-10 – шаровый кран; 10,11 – место установки термопреобразователей; 12-16 – испытуемые расходомеры;
12 – СВТУ-10М; 13 – МКТС; 14 – Sono2500; 16 – OPTIFLUX; 17 – штатный теплосчетчик КМ-5;
18 – мерный бак; 19 – весоизмерительное устройство.

На измерительных участках А и В, принципиальная схема которых приведена на рис. 2 и 3, установлены пять преобразователей расхода: СВТУ-10М (d_N=32мм), МКТС (d_N=40мм), SONO 2500 (d_N=32мм), SIMA (d_N=25мм), OPTIFLUX 5300 (d_N=25мм). На рис. 2, 3 приведены длины прямолинейных участков до ℓ_1 и после ℓ_2 расходомеров, все они соответствуют НТД на соответствующий расходомер.

Эксплуатационные испытания проводились в период с 14 декабря 2006 г. по 30 апреля 2007 г. при следующих параметрах теплоносителя и окружающей среды:

- температура теплоносителя в подающем трубопроводе $t_1 = 60 \div 95^0$C
- температура теплоносителя в обратном трубопроводе $t_2 = 30 \div 60^0$C
- давление теплоносителя в подающем трубопроводе $P_1 = 6 \div 8$ бар
- давление теплоносителя в обратном трубопроводе $P_2 = 4 \div 6$ бар
- температура окружающего воздуха $t_{ос} = 20 \pm 2^0$C
- относительная влажность воздуха φ=30-80%

В процессе исследований измерялись и рассчитывались следующие величины:

- среднесуточная температура теплоносителя в подающем трубопроводе - t_1, ^{0}C;
- среднесуточная температура теплоносителя в обратном трубопроводе - t_2, ^{0}C;
- среднесуточный расход теплоносителя в подающем трубопроводе - M_1, т;
- среднесуточный расход теплоносителя в обратном трубопроводе – M_2, т;
- среднесуточные потери теплоносителя $M_п = M_1 - M_2$, т;
- среднесуточное теплопотребление $Q_п = M_1(h_1 - h_{хв}) - M_2(h_2 - h_{хв})$, Гкал.

Результаты эксплуатационных испытаний обрабатывались по следующей методике.

1. Среднесуточная относительная погрешность измерения расхода рассчитывалась по формуле:

$$\delta M = (M_{эт} - M) / M_{эт}, \qquad (1)$$

где $M_{эт}$ – среднесуточный расход теплоносителя, измеренный эталонным расходомером; M – среднесуточный расход теплоносителя, измеренный испытуемым расходомером.

2. Экспериментальная составляющая действительных границ (центр распределения) относительной погрешности измерения расхода рассчитывалась по формуле:

$$\overline{\delta M} = \left(\sum_{1}^{n} \delta M \right) / n, \qquad (2)$$

где n=1,2,...,31.

3. Экспериментальное СКО результатов измерения расхода рассчитывалось по формуле:

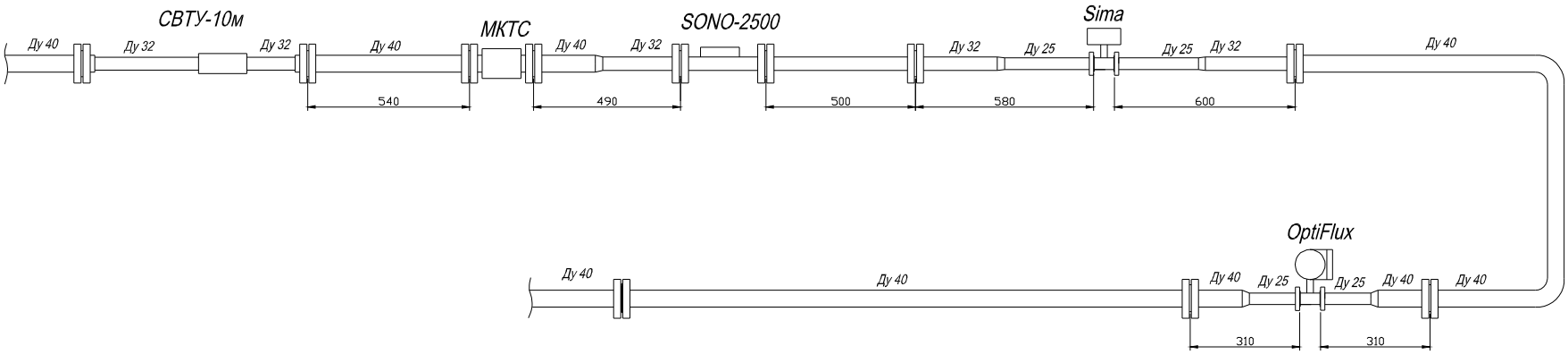

Рис. 2. Принципиальная схема измерительного участка А

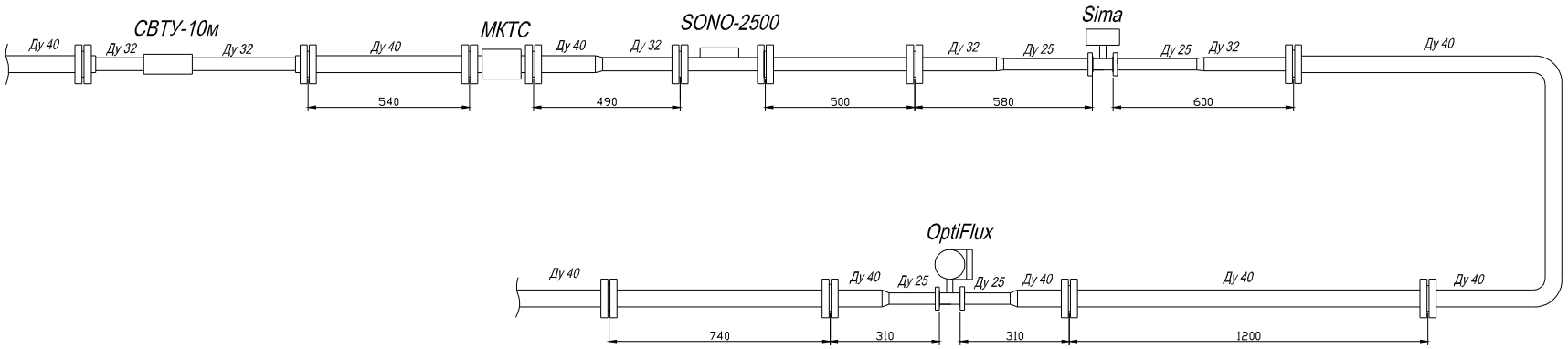

Рис. 3. Принципиальная схема измерительного участка В

$$S_M = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{1}^{n}(\overline{\delta M} - \delta M)^2} \qquad (3)$$

4. Экспериментальное значение случайной составляющей действительных границ относительной погрешности по измерению расхода теплоносителя рассчитывалось по формуле:

$$\varepsilon_M = tS_M, \qquad (4)$$

где t – квантиль; для нормального распределения случайной составляющей погрешности при доверительной вероятности P=0,95 квантиль t=2.

5. Действительные границы относительной погрешности измерения расхода определялись по формуле:

$$\delta M_Д = \pm\left(\left|\overline{\delta M}\right| + \left|\varepsilon_M\right|\right) \qquad (5)$$

6. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если удовлетворяются условия:

$$\left|\delta M_Д\right| \le \delta M_Н, \qquad (6)$$

$$\left|\delta M\ \right| \le \delta M_Н, \qquad (7)$$

где $\delta M_Н$ - нормируемые пределы относительной погрешности измерения расхода в соответствии с НТД.

Аналогичным образом обрабатывались результаты вычислений по количеству теплоты.

1. Среднесуточная относительная погрешность вычисления количества теплоты:

$$\delta Q = (Q_{эт} - Q)/Q_{эт} \qquad (8)$$

2. Экспериментальная составляющая действительных границ (центр распределения) относительной погрешности вычисления количества теплоты:

$$\overline{\delta Q} = \left(\sum_{1}^{n}\delta Q\right)/n, \qquad (9)$$

где n=1,2,...,31.

3. Экспериментальное СКО вычисления количества теплоты:

$$S_Q = \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{1}^{n}(\overline{\delta Q} - \delta Q)^2} \qquad (9)$$

4. Экспериментальное значение случайной составляющей действительных границ относительной погрешности вычисления количества теплоты:

$$\varepsilon_Q = tS_Q, \qquad (10)$$

где t=2 при P=0,95.

5. Действительные границы относительной погрешности вычисления количества теплоты:

$$\delta Q_{Д} = \pm\left(\left|\overline{\delta Q}\right| + \left|\varepsilon_{Q}\right|\right) \quad (11)$$

6. Результаты испытаний считаются удовлетворительными, если удовлетворяются условия:

$$\left|\delta Q_{Д}\right| \le \delta Q_{Н}, \quad (12)$$

$$\left|\delta Q\ \right| \le \delta Q, \quad (13)$$

где $\delta Q_{Н}$ - нормируемые пределы относительной погрешности вычисления количества теплоты в соответствии с НТД.

Как указано выше, эксплуатационные испытания проводились с 14 декабря 2006 г. по 30 апреля 2007 г. Однако в силу того, что часть испытуемых теплосчетчиков была установлена на испытательном стенде в период с 14 по 25 декабря 2006 г., полноценные испытания начались с 01.01.2007 г.

Результаты эксплуатационных испытаний приведены на рис. 4-8 и в табл. 3-4. В качестве примера приведены протоколы испытаний теплосчетчиков за январь 2007 г. (см. Приложения № 1-10).

Как видно из рис. 7, в период с 02.02 по 01.03.07 был смоделирован «положительный» водоразбор, а в период с 02.03 по 15.03.07 – «отрицательный» водоразбор. При этом теплосчетчик КМ-5 в водоразборе не участвовал и для него система всегда оказывалась закрытой, что хорошо видно на рис. 7. Из этого же рисунка (и из протоколов испытаний) видно, что все испытуемые расходомеры при «закрытой» системе теплоснабжения, фиксирует «водоразбор».

В табл. 3 приведены обобщенные результаты по каналам измерения за январь, февраль и март 2007 г. Для теплосчетчика КМ-5 приведены результаты только за январь, так как в феврале и марте 2007 г. все испытуемые теплосчетчики, кроме КМ-5, работали в режиме открытой схемы, а КМ-5 работал по закрытой схеме.

Как видно из табл. 3, условие (6) удовлетворялось только для следующих расходомеров:

- КМ-5 по подающему и обратному трубопроводу;
- SIMA по подающему трубопроводу в феврале;
- МКТС по подающему трубопроводу в январе и феврале.

Для данных расходомеров в эти же периоды удовлетворялось и условие (7), т.е. в данные периоды эти расходомеры соответствовали по своим метрологическим характеристикам Правилам учета тепловой энергии. Отметим также, что в эти периоды метрологические характеристики расходомеров SIMA и МКТС не соответствовали заявленным в НТД на эти приборы (см. табл. 1).

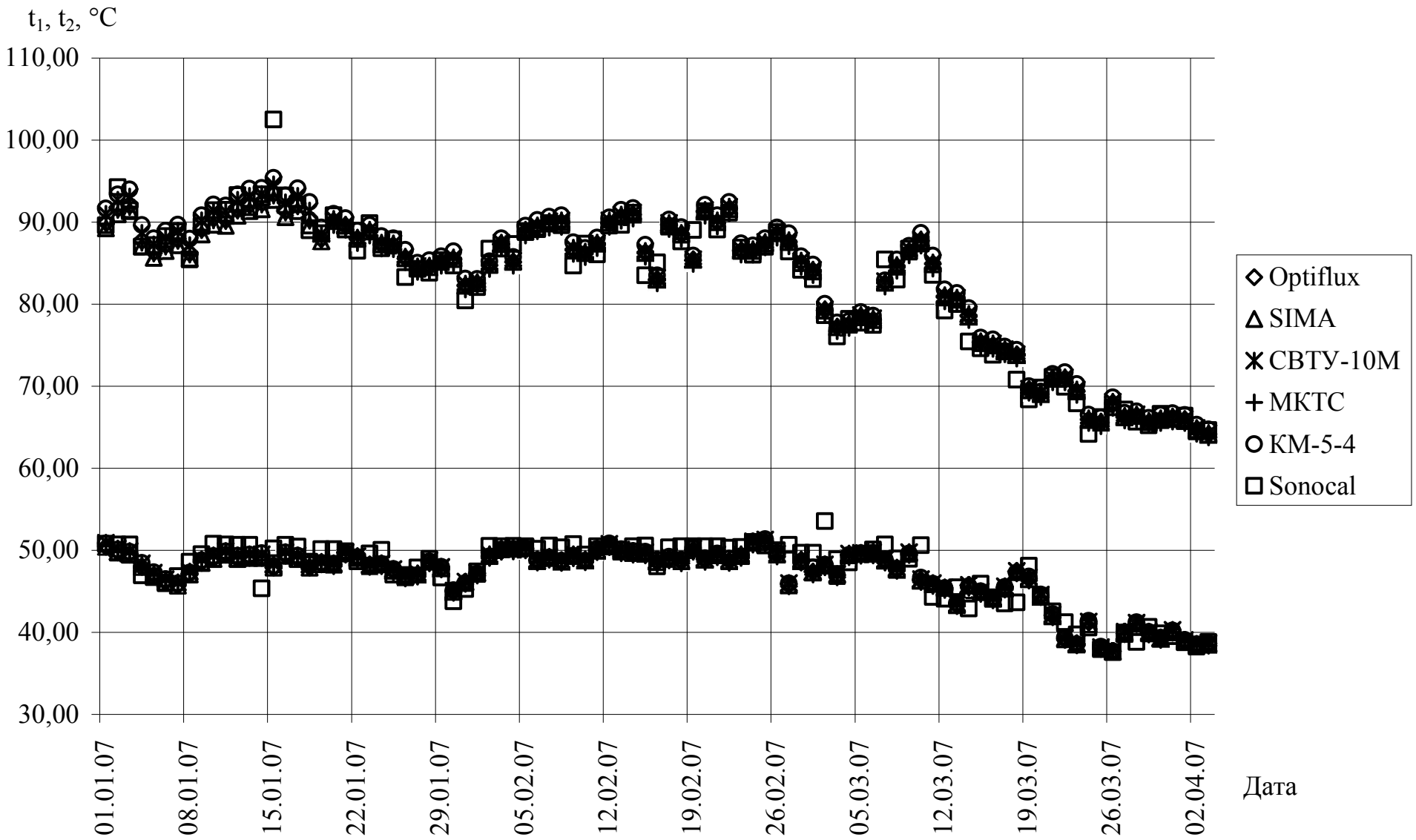

Рис.4 Среднесуточные температуры теплоносителя в подающем и обратном трубопроводах

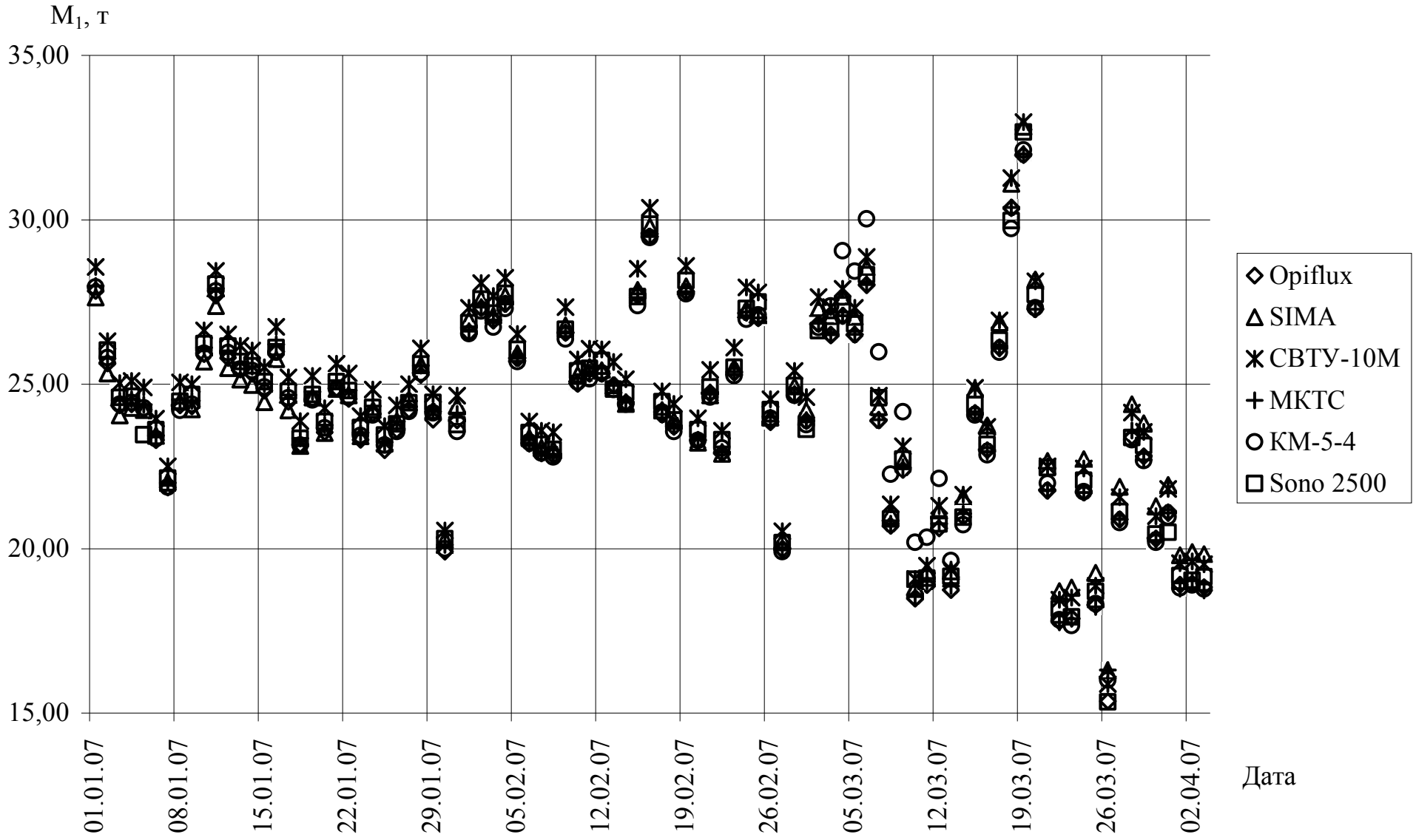

Рис.5 Среднесуточная масса теплоносителя по подающему трубопроводу

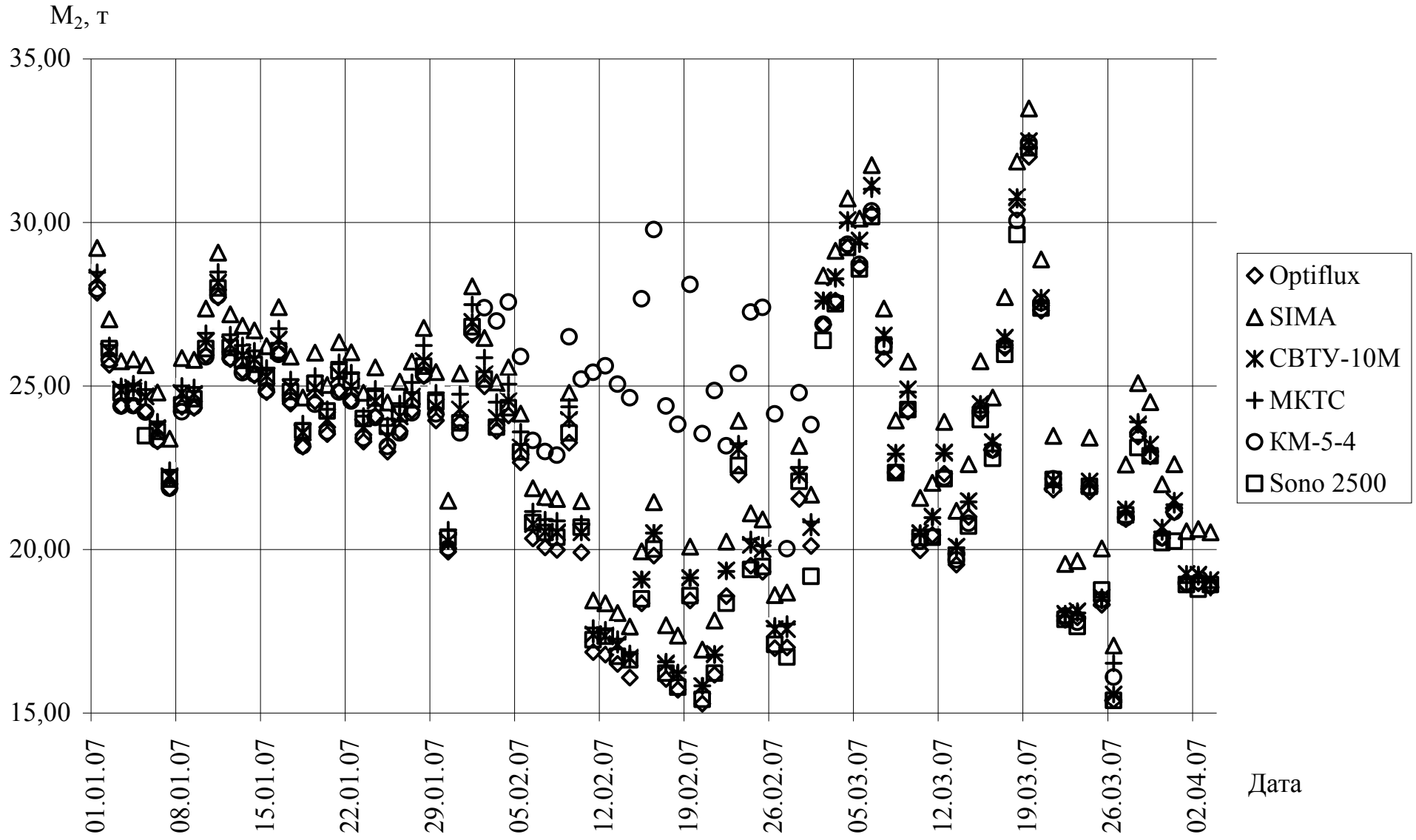

Рис.6 Среднесуточная масса теплоносителя по обратному трубопроводу

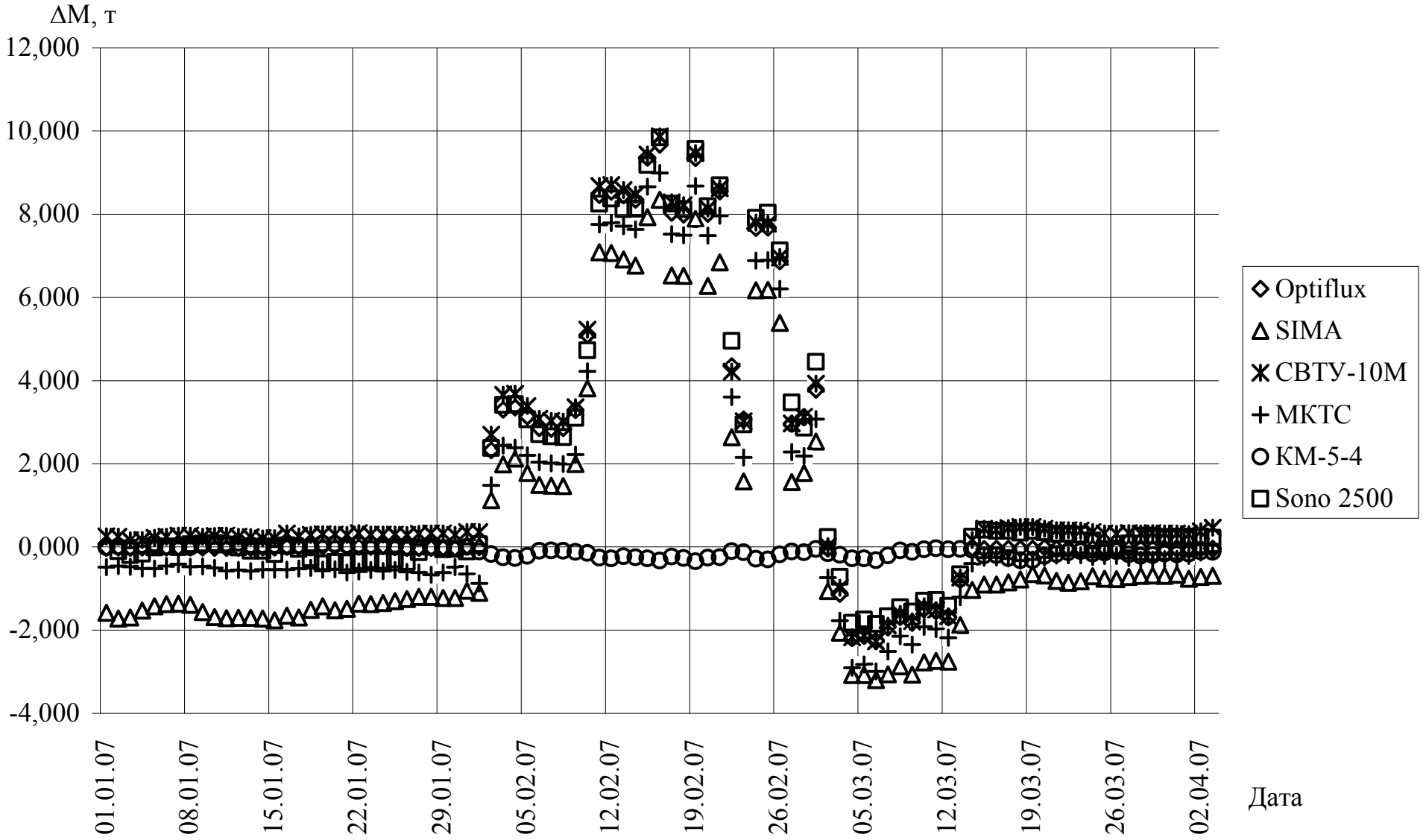

Рис.7 Среднесуточный "водоразбор" теплоносителя

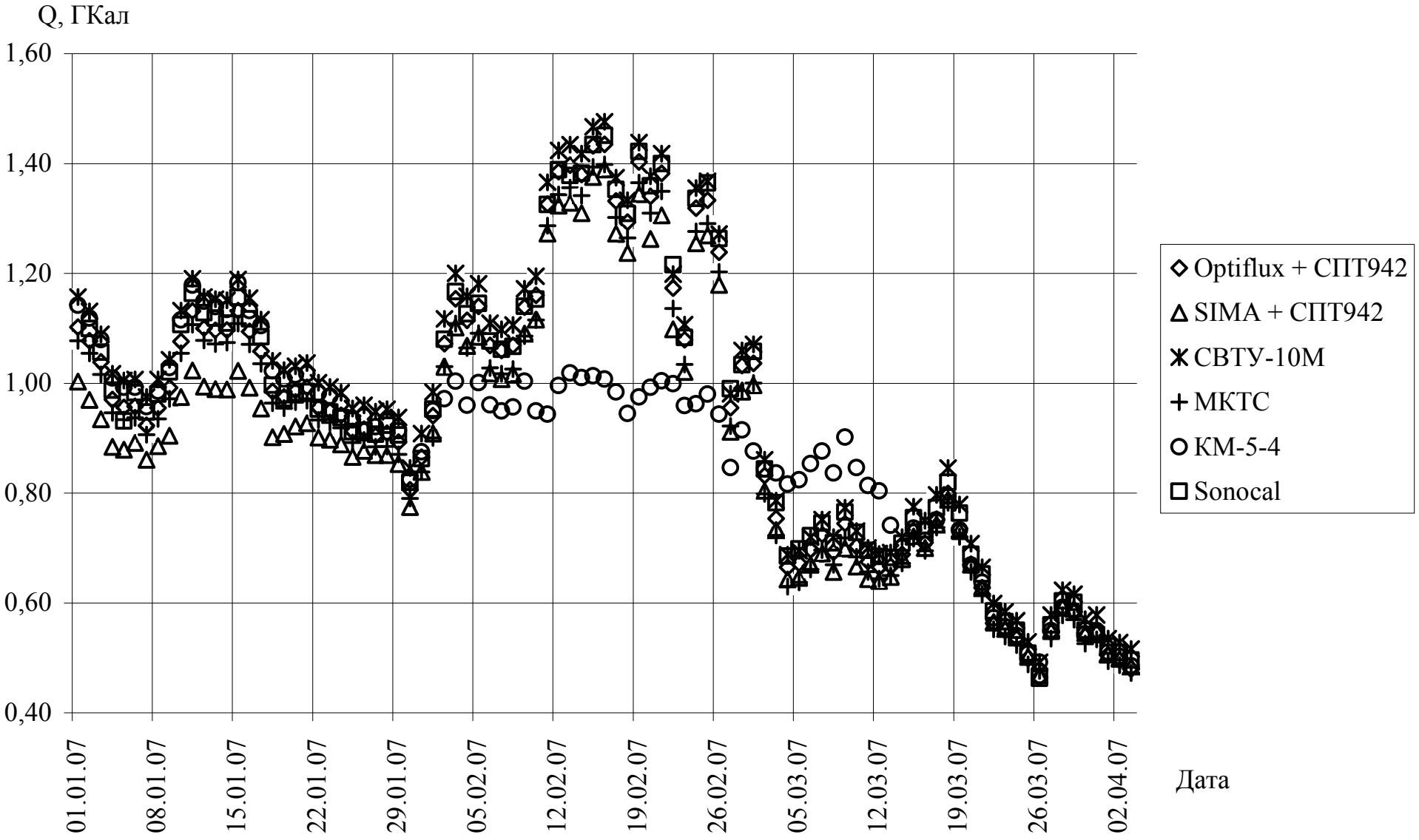

Рис.8 Среднесуточное теплопотребление

Таблица 3

Результаты испытаний по каналам измерения расхода

№ п/п	Наименование	Канал	СВТУ-10М			SIMA			МКТС			SONO 2500			КМ-5
			янв.	февр.	март	янв.	февр.	март	янв.	февр.	март	янв.	февр.	март	янв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	Границы неисключенной систематической погрешности, $\delta\overline{M}$, %	подающий	2,96	2,91	3,21	-0,02	0,62	3,19	0,85	0,09	0,29	1,04	1,04	0,97	0,18
		обратный	1,76	2,99	1,88	5,82	8,13	6,8	1,52	3,91	1,74	1,5	1,16	-0,23	0,02
2	СКО случайной погрешности, S_M, %	подающий	0,19	0,06	0,14	1	0,45	1,35	0,175	0,05	1,13	0,94	0,53	1,31	0,43
		обратный	0,14	0,77	0,75	0,6	1,51	1,57	0,43	0,42	1,36	1,18	1,26	1,56	0,41
3	Границы случайной погрешности, ε_M, %	подающий	0,38	0,13	0,28	2	0,9	2,69	0,35	0,1	2,26	1,88	1,07	2,62	0,87
		обратный	0,29	1,54	1,5	1,2	3,01	3,14	0,86	0,85	2,71	2,36	2,52	3,11	0,81
4	Действительные границы относительной погрешности, $\delta M_Д$, %	подающий	3,34	3,04	3,35	2,02	1,53	5,88	1,2	0,2	2,55	2,87	2,11	3,59	1,05
		обратный	2,04	4,54	3,38	7,02	11,14	9,94	3,82	4,74	4,45	3,86	3,86	3,34	0,84
5	Нормируемые пределы относительной погрешности, $\delta M_Н$,%	подающий	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
		обратный	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
6	Результат	подающий	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	-	-	+
		обратный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+

Отметим также, что если для СВТУ в суммарной допустимой погрешности доля неисключенной систематической погрешности составляет около 90 % и только 10 % приходится на случайную составляющую, то для остальных расходомеров эти составляющие примерно одинаковы или даже случайная погрешность много превышает неисключенную систематическую погрешность. Поэтому, если какими-то способами исключить систематическую составляющую погрешность для СВТУ, то его метрологические характеристики по расходу будут соответствовать заявленным в НТД на эти приборы.

Результаты испытаний по каналам вычисления теплоты приведены в табл. 4. Здесь в качестве эталонного выступал комбинированный теплосчетчик OPTIFLUX+КТСПР+СПТ941, собранный на месте эксплуатации. Однако возникает вопрос: «Можно ли считать его эталоном по отношению к другим испытуемым теплосчетчикам?». Если принять его в качестве эталонного, то из табл. 4 следует, что все испытуемые теплосчетчики, кроме МКТС, в январе и SONOCAL в январе и феврале имели метрологические характеристики по количеству теплоты не соответствующие Правилам учета. Однако нормирование теплосчетчиков по количеству теплоты – это довольно сложный вопрос, по которому нет единого мнения у специалистов. Отметим также, что все испытуемые теплосчетчики работали по двухканальной схеме, даже при закрытой системе. Поэтому нормируемые метрологические характеристики двухканальных теплосчетчиков, очевидно, надо рассчитывать по формуле:

$$\delta Q_{Н} = 1{,}1\sqrt{\delta Q_1^2 + \delta Q_2^2 + \delta Q_{выч}}\ . \qquad (14)$$

В этом случае нормируемая погрешность по вычислению количества теплоты при $\delta Q_{1Н} = \delta Q_{2Н} = 4\%$ будет равна примерно 6%.

В этом случае фактические метрологические характеристики теплосчетчиков, кроме СВТУ-10М в марте и SIMA+ СПТ941 в январе и марте будут соответствовать нормативным метрологическим характеристикам, т.е. будут удовлетворяться условия (12).

С целью выявления зависимости показаний расходомеров от температуры рассчитывался «водоразбор» теплоносителя по формуле:

$$M_{П} = M_1 - M_2\,. \qquad (15)$$

Величина водоразбора при закрытой системе сравнивалась с нормируемым значением абсолютной погрешности $\Delta M_{ПН}$, рассчитываемой по формуле:

$$\Delta M_{ПН} = \Delta M_1 + \Delta M_2 = M_1\delta M_{1Н} + M_2\delta M_{2Н} = \delta M_{Н}(M_1 + M_2)\,, \qquad (16)$$

где $\delta M_{1Н}$ и $\delta M_{2Н}$ - нормируемая погрешность измерения расхода по подающему и обратному трубопроводу. Так как в подающем и обратном трубопроводах установлены однотипные расходомеры, то $\delta M_{1Н} = \delta M_{2Н} = \delta M_{Н}$.

Для закрытой системы должно удовлетворяться условие:

Таблица 4

Результаты испытаний по каналам вычисления теплоты при использовании в качестве эталона комбинированного теплосчетчика OPTIFLUX+КТСПР+СПТ941

№ п/п	Наименование	СВТУ-10М			SIMA + СПТ941			МКТС			SONOCAL			КМ-5
		янв.	февр.	март	янв.	февр.	март	янв.	февр.	март	янв.	февр.	март	янв.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Границы неисключенной систематической погрешности, $\delta\overline{Q}$, %	5	3,07	4,89	-7,34	-4,6	-1,74	-2,23	-3,38	-2,7	1,15	0,91	2,66	3,24
2	СКО случайной погрешности, S_Q, %	0,32	0,6	1,09	2,24	0,7	2,28	0,24	0,76	1,14	1,43	1,1	1,09	0,83
3	Границы случайной погрешности, ε_Q, %	0,64	1,2	2,19	4,47	1,4	4,56	0,47	1,52	2,83	2,85	2,2	2,19	1,66
4	Действительные границы относительной погрешности, $\delta Q_Д$, %	5,64	4,27	7,08	11,81	6	6,29	2,71	4,9	5,52	4	3,1	4,85	4,9
5	Нормируемые пределы относительной погрешности, $\delta Q_Н$,%	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
6	Результат	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	-	-

$$|M_{П}| \le |\Delta M_{ПН}|. \qquad (17)$$

В табл. 5 приведены экспериментальные данные по водоразбору за январь 2007 г., когда система теплоснабжения закрыта. Как видно из табл. 5, для всех испытуемых расходомеров, кроме расходомера SIMA, величина водоразбора при закрытой системе теплоснабжения не превышает нормативную утечку $\Delta M_{ПН}$, т.е. для всех них удовлетворяется условие (17).

3. Промежуточный контроль преобразователей расхода с использованием весового устройства.

В соответствии с программой испытаний был проведен промежуточный контроль испытуемых преобразователей расхода непосредственно на натурном стенде без их демонтажа методом прямого взвешивания. Для этой цели к стенду через кран 3 (рис. 1) подключалось весоизмерительное устройство и теплоноситель при закрытых кранах 6, 7 и открытых кранах 4, 5, 8, 9 поступал непосредственно в бак весоизмерительного устройства.

Данный эксперимент (промежуточный контроль) проводился по следующей методике. При определенном расходе теплоносителя он, пройдя по измерительным участкам А и В, поступал в мерный бак измерительного участка. После этого кран 3 (рис. 1) закрывался и теплоноситель взвешивался. После определенного промежутка времени снимались архивные часовые значения с тепловычислителей и измерялись массы теплоносителя, прошедшие по подающему M_1 и обратному трубопроводу M_2. Эти массы сравнивались с эталонным значением $M_{эт}$, полученным по результатам взвешивания. Затем по формуле

$$\delta M = \frac{|M_{эт} - M|}{M_{эт}} \qquad (18)$$

рассчитывались относительные погрешности δM_1 и δM_2. Результаты эксперимента приведены в табл. 6. Необходимо отметить, что при закрытом кране 3, т.е. когда скорость теплоносителя равна нулю, расходомеры СВТУ и МКТС показывают физический ноль, т.е. их показания в этом случае равны нулю. В отличие от них преобразователь расхода теплосчетчика КМ-5 имел уставку $G_{дог}$=16 л/час, а преобразователи расхода OPTIFLX при обработке их показаний с помощью СПТ941 имели физический ноль G_0=10 л/ч. Откорректированные результаты с учетом вышесказанного для преобразователей расхода КМ-5 и OPTIFLX приведены в табл. 6а. Как видно из этой таблицы, относительная погрешность при этом значительно уменьшается.

Таблица 5

Результаты измерения водоразбора за январь 2007 г.

Дата	СВТУ-10М		SIMA		МКТС		SONOCAL		КМ-5	
	Мп	Δ Мпн	Мп	Δ Мпн	Мп	Δ Мпн	Мп	Δ Мпн	Мп	Δ Мпн
	т									
01.01.07	0,2570	1,1376	-1,5850	1,1373	-0,4855	1,1294			-0,0078	1,1183
02.01.07	0,2500	1,0475	-1,7185	1,0474	-0,4589	1,0404	-0,0990	1,0435	0,0094	1,0320
03.01.07	0,1560	0,9981	-1,6974	0,9961	-0,4757	0,9900	-0,1940	0,9879	0,0044	0,9756
04.01.07	0,1640	1,0004	-1,5310	1,0020	-0,5201	0,9922	-0,1630	0,9886	0,0482	0,9767
05.01.07	0,2180	0,9919	-1,4218	0,9968	-0,5184	0,9854	-0,0140	0,9388	0,0846	0,9696
06.01.07	0,2500	0,9531	-1,3685	0,9646	-0,4608	0,9470	0,0110	0,9445	0,0019	0,9339
07.01.07	0,2730	0,8948	-1,3630	0,9084	-0,4172	0,8884	-0,0060	0,8860	-0,0073	0,8748
08.01.07	0,2730	0,9967	-1,3889	1,0062	-0,4749	0,9906	0,0630	0,9780	-0,0091	0,9685
09.01.07	0,2420	0,9951	-1,5617	1,0007	-0,4665	0,9891	0,0840	0,9857	0,0314	0,9750
10.01.07	0,2650	1,0603	-1,6828	1,0612	-0,5005	1,0547	0,0900	1,0473	0,0464	1,0364
11.01.07	0,2730	1,1323	-1,7084	1,1291	-0,5751	1,1281	0,0520	1,1208	0,0824	1,1118
12.01.07	0,2420	1,0558	-1,7074	1,0536	-0,5553	1,0515	-0,0110	1,0465	0,0970	1,0363
13.01.07	0,2340	1,0422	-1,7030	1,0396	-0,5823	1,0380	-0,0970	1,0294	0,0496	1,0174
14.01.07	0,2030	1,0369	-1,7162	1,0336	-0,5468	1,0322	-0,0960	1,0243	0,0452	1,0155
15.01.07	0,2110	1,0164	-1,7613	1,0133	-0,5448	1,0112	-0,1680	1,0066	0,0468	0,9954
16.01.07	0,3200	1,0633	-1,6510	1,0634	-0,5434	1,0593	0,0370	1,0438	0,0111	1,0387
17.01.07	0,2570	1,0033	-1,6985	1,0021	-0,5222	0,9975	-0,0520	0,9921	0,0396	0,9828
18.01.07	0,2890	0,9492	-1,5146	0,9555	-0,4990	0,9442	-0,2750	0,9395	-0,0182	0,9263
19.01.07	0,3040	1,0039	-1,4247	1,0125	-0,5421	1,0016	-0,3970	0,9953	0,0772	0,9791
20.01.07	0,2970	0,9647	-1,5176	0,9710	-0,5384	0,9609	-0,3610	0,9620	0,0674	0,9453
21.01.07	0,2890	1,0192	-1,4813	1,0238	-0,6151	1,0167	-0,3740	1,0105	0,0491	0,9934
22.01.07	0,3360	1,0064	-1,3646	1,0138	-0,5868	1,0043	-0,3450	0,9991	0,0542	0,9827
23.01.07	0,2970	0,9553	-1,3721	0,9644	-0,5521	0,9521	-0,3210	0,9535	0,0482	0,9368
24.01.07	0,2970	0,9875	-1,3461	0,9957	-0,5813	0,9850	-0,3330	0,9784	0,0272	0,9620
25.01.07	0,2970	0,9431	-1,3064	0,9539	-0,5579	0,9405	-0,3060	0,9442	-0,0017	0,9257
26.01.07	0,2890	0,9686	-1,2514	0,9803	-0,6009	0,9666	-0,3590	0,9588	0,0005	0,9426
27.01.07	0,3120	0,9937	-1,1989	1,0059	-0,6139	0,9920	-0,1290	0,9801	-0,0050	0,9670
28.01.07	0,3280	1,0372	-1,1989	1,0470	-0,6664	1,0360	0,0020	1,0243	0,0036	1,0133
29.01.07	0,3280	0,9812	-1,2282	0,9924	-0,6172	0,9793	-0,0600	0,9790	-0,0226	0,9654
30.01.07	0,2890	0,8164	-1,2246	0,8352	-0,4845	0,8143	-0,0490	0,8129	-0,0389	0,8006
31.01.07	0,3590	0,9787	-1,0549	0,9944	-0,6489	0,9770	-0,1090	0,9527	0,0041	0,9425

Таблица 6

Результаты промежуточного контроля испытуемых преобразователей расхода на натурном стенде, полученные методом прямого взвешивания

Дата: 13.04.07 Температура воды t=80/40^{0}C

Преобразователи расхода	Расход, G	$M_{эт}$	M_1	M_2	δM_1	δM_2
	т/ч	кг			%	
1	2	3	4	5	6	7
СВТУ	0,3	369	395	371	6,97	0,37
	1,0	366	376	369	2,71	0,78
	2,0	375	383,5	379,5	2,36	1,29
МКТС	0,3	369	363	372	1,8	0,7
	1,0	366	368	368,5	0,47	0,67
	2,0	375	379	377,5	1,05	0,74
КМ-5	0,3	369	377	377	2,14	2,07
	1,0	366	372	375	1,64	2,38
	2,0	375	383	387	2,3	3,27
OPTIFLUX	0,3	369	376	375,5	1,74	1,72
	1,0	366	372	371	1,58	1,36
	2,0	375	383	382	2,33	1,96
SIMA	0,3	369	417,5	460	13,07	24,66
	1,0	366	380	391	3,82	6,79
	2,0	375	384	390	2,46	4,07

Таблица 6а

Преобразователи расхода	Расход, G	$M_{эт}$	M_1	M_2	δM_1	δM_2
	т/ч	кг			%	
1	2	3	4	5	6	7
КМ-5	0,3	369	365	365	1,08	1,08
	1,0	366	367	370	0,3	1,1
	2,0	375	369	373	1,6	0,5
OPTIFLUX	0,3	369	366	366	0,8	0,8
	1,0	366	362	361	1,09	1,37
	2,0	375	373	372	0,5	0,8

Чтобы исключить эту систематическую погрешность, был проведен новый эксперимент по следующей методике:

1. Были обнулены тотальные значения всех испытуемых расходомеров.
2. Была взвешена масса теплоносителя, прошедшая по измерительным участкам А и В за определенный период времени – измерительный период.
3. Были измерены тотальные значения испытуемых расходомеров после измерительного периода.

Результаты повторного эксперимента приведены в табл. 7.

Таблица 7

Результаты повторного промежуточного контроля испытуемых преобразователей расхода, полученных методом прямого взвешивания

Дата: 18.04.07 Температура воды t=90/40^{0}C

Преобразователи расхода	Расход, G	$M_{эт}$	M_1	M_2	δM_1	δM_2
	т/ч	кг			%	
1	2	3	4	5	6	7
СВТУ	0,3	371,5	380	377	2,25	1,47
	1	369,5	378	373	2,23	1,05
	2	362,5	377	363,5	4,2	0,27
МКТС	0,3	371,5	373	371	0,31	0,23
	1	369,5	373	369	0,88	0,15
	2	362,5	351	360,5	3,28	0,58
КМ-5	0,3	371,5	369	371	0,74	0,16
	1	369,5	367	368	0,63	0,43
	2	362,5	356	358	1,68	1,14
OPTIFLUX	0,3	371,5	370	370	0,5	0,5
	1	369,5	367	367,6	0,7	0,5
	2	362,5	360,5	360	0,56	0,6
SIMA	0,3	371,5	387	382	4,05	2,9
	1	369,5	387	392	4,9	6,11
	2	362,5	393	436	8,6	20,15

Как видно из табл. 7, относительные погрешности испытуемых преобразователей расхода δM значительно меньше, чем при эксперименте 13 апреля, что и следовало ожидать, так как в этом случае эксперимент был проведен более чисто.

Отметим, что в табл. 6 и 7 отсутствуют данные по расходомерам SONO 2500 – это объясняется техническими причинами: фирма Данфосс изъяла считывающую головку, после чего эксперименты с этими приборами пришлось приостановить.

Поскольку статья была написана в апреле до окончания эксплуатационных испытаний, то в ней не отражены результаты выходного контроля после окончания испытаний.

В заключение можно сделать следующие выводы.

1. Все испытуемые преобразователи расхода кроме SIMA ведут себя адекватно, однако все они (кроме КМ-5) в процессе эксплуатационных испытаний не подтвердили заявленные в их НТД метрологические характеристики.

2. Метрологические характеристики всех исследуемых расходомеров в процессе испытаний оказались хуже, чем это предусмотрено Правилами учета.

Канев Сергей Николаевич, ктн, доцент, генеральный директор Хабаровского центра энергоресурсосбережения.

Старовойтов Андрей Александрович, начальник метрологической службы Хабаровского центра энергоресурсосбережения.

680033, Хабаровск, Тихоокеанская, 221-А, тел./факс (4212) 72-55-01, 72-55-02, E-mail: info@lers.ru.

Приложение №1

Обработка результатов измерений теплосчетчика СВТУ по каналам измерения расхода

Дата	$M_{1эт}$	M_1	$\Delta M_1=M_1-M_{1эт}$	$\delta M_1=\Delta M_1/M_{1эт}$	$\delta M_{1ПН}$	$\lvert\delta M_1\rvert > \lvert\delta M_{1ПН}\rvert$	$M_{2эт}$	M_2	$\Delta M_2=M_2-M_{2эт}$	$\delta M_1=\Delta M_2/M_{2эт}$	$\delta M_{2ПН}$	$\delta M_2 > \delta M_{2ПН}$
	т			%			т			%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01.01.07	27,830	28,570	0,7395	2,66	2	+	27,852	28,312	0,4600	1,65	2	
02.01.07	25,638	26,312	0,6744	2,63	2	+	25,651	26,062	0,4111	1,60	2	
03.01.07	24,358	25,031	0,6727	2,76	2	+	24,381	24,875	0,4937	2,02	2	+
04.01.07	24,391	25,093	0,7022	2,88	2	+	24,404	24,929	0,5249	2,15	2	+
05.01.07	24,226	24,906	0,6802	2,81	2	+	24,228	24,687	0,4592	1,90	2	
06.01.07	23,301	23,953	0,6519	2,80	2	+	23,312	23,703	0,3907	1,68	2	
07.01.07	21,858	22,507	0,6493	2,97	2	+	21,872	22,234	0,3617	1,65	2	
08.01.07	24,352	25,054	0,7020	2,88	2	+	24,363	24,781	0,4178	1,71	2	
09.01.07	24,321	25,000	0,6785	2,79	2	+	24,336	24,757	0,4210	1,73	2	
10.01.07	25,921	26,640	0,7189	2,77	2	+	25,941	26,375	0,4339	1,67	2	
11.01.07	27,689	28,445	0,7558	2,73	2	+	27,712	28,172	0,4601	1,66	2	
12.01.07	25,792	26,515	0,7235	2,81	2	+	25,819	26,273	0,4536	1,76	2	
13.01.07	25,450	26,172	0,7221	2,84	2	+	25,471	25,937	0,4657	1,83	2	
14.01.07	25,312	26,023	0,7107	2,81	2	+	25,325	25,820	0,4945	1,95	2	
15.01.07	24,806	25,515	0,7088	2,86	2	+	24,819	25,304	0,4854	1,96	2	
16.01.07	25,991	26,742	0,7513	2,89	2	+	25,988	26,422	0,4337	1,67	2	
17.01.07	24,464	25,211	0,7471	3,05	2	+	24,466	24,953	0,4872	1,99	2	
18.01.07	23,158	23,875	0,7169	3,10	2	+	23,150	23,586	0,4364	1,89	2	
19.01.07	24,540	25,250	0,7097	2,89	2	+	24,527	24,945	0,4179	1,70	2	
20.01.07	23,533	24,265	0,7316	3,11	2	+	23,531	23,968	0,4369	1,86	2	
21.01.07	24,864	25,625	0,7611	3,06	2	+	24,862	25,336	0,4745	1,91	2	
22.01.07	24,553	25,328	0,7752	3,16	2	+	24,548	24,992	0,4436	1,81	2	
23.01.07	23,305	24,031	0,7264	3,12	2	+	23,300	23,734	0,4339	1,86	2	
24.01.07	24,093	24,836	0,7428	3,08	2	+	24,075	24,539	0,4641	1,93	2	
25.01.07	22,995	23,726	0,7308	3,18	2	+	22,998	23,429	0,4309	1,87	2	
26.01.07	23,603	24,359	0,7560	3,20	2	+	23,623	24,070	0,4469	1,89	2	
27.01.07	24,217	25,000	0,7833	3,23	2	+	24,239	24,687	0,4480	1,85	2	
28.01.07	25,285	26,093	0,8078	3,19	2	+	25,308	25,765	0,4567	1,80	2	
29.01.07	23,917	24,695	0,7785	3,26	2	+	23,943	24,367	0,4240	1,77	2	
30.01.07	19,905	20,554	0,6488	3,26	2	+	19,938	20,265	0,3265	1,64	2	
31.01.07	23,898	24,648	0,7500	3,14	2	+	23,885	24,289	0,4045	1,69	2	

n	31	n	31
$\delta \bar{M}_1$	2,96	$\delta \bar{M}_2$	1,76
S_{M1}	0,19	S_{2M2}	0,14
ε_{M1}	0,38	ε_{M2}	0,29
δM_{1D}	3,34	δM_{2D}	2,04

Приложение № 2

Обработка результатов измерений теплосчетчика SIMA по каналам измерения расхода

Дата	$M_{1эт}$	M_1	$\Delta M_1=M_1-M_{1эт}$	$\delta M_1=\Delta M_1/M_{1эт}$	$\delta M_{1ПН}$	$\lvert\delta M_1\rvert > \lvert\delta M_{1ПН}\rvert$	$M_{2эт}$	M_2	$\Delta M_2=M_2-M_{2эт}$	$\delta M_1=\Delta M_2/M_{2эт}$	$\delta M_{2ПН}$	$\delta M_2 > \delta M_{2ПН}$
	т			%			т			%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01.01.07	27,830	27,641	-0,1895	-0,68	2		27,852	29,226	1,3740	4,93	2	+
02.01.07	25,638	25,325	-0,3131	-1,22	2		25,651	27,043	1,3921	5,43	2	+
03.01.07	24,358	24,054	-0,3039	-1,25	2		24,381	25,752	1,3705	5,62	2	+
04.01.07	24,391	24,285	-0,1060	-0,43	2		24,404	25,816	1,4117	5,78	2	+
05.01.07	24,226	24,210	-0,0156	-0,06	2		24,228	25,632	1,4042	5,80	2	+
06.01.07	23,301	23,430	0,1290	0,55	2		23,312	24,799	1,4863	6,38	2	+
07.01.07	21,858	22,028	0,1706	0,78	2		21,872	23,391	1,5190	6,94	2	+
08.01.07	24,352	24,461	0,1095	0,45	2		24,363	25,850	1,4871	6,10	2	+
09.01.07	24,321	24,236	-0,0858	-0,35	2		24,336	25,797	1,4615	6,01	2	+
10.01.07	25,921	25,689	-0,2323	-0,90	2		25,941	27,372	1,4304	5,51	2	+
11.01.07	27,689	27,374	-0,3155	-1,14	2		27,712	29,082	1,3701	4,94	2	+
12.01.07	25,792	25,486	-0,3057	-1,19	2		25,819	27,193	1,3737	5,32	2	+
13.01.07	25,450	25,139	-0,3109	-1,22	2		25,471	26,842	1,3706	5,38	2	+
14.01.07	25,312	24,983	-0,3293	-1,30	2		25,325	26,699	1,3737	5,42	2	+
15.01.07	24,806	24,452	-0,3546	-1,43	2		24,819	26,213	1,3943	5,62	2	+
16.01.07	25,991	25,760	-0,2304	-0,89	2		25,988	27,411	1,4229	5,48	2	+
17.01.07	24,464	24,204	-0,2601	-1,06	2		24,466	25,902	1,4365	5,87	2	+
18.01.07	23,158	23,129	-0,0287	-0,12	2		23,150	24,644	1,4944	6,46	2	+
19.01.07	24,540	24,600	0,0601	0,24	2		24,527	26,025	1,4980	6,11	2	+
20.01.07	23,533	23,517	-0,0161	-0,07	2		23,531	25,035	1,5038	6,39	2	+
21.01.07	24,864	24,855	-0,0092	-0,04	2		24,862	26,336	1,4745	5,93	2	+
22.01.07	24,553	24,662	0,1089	0,44	2		24,548	26,026	1,4779	6,02	2	+
23.01.07	23,305	23,424	0,1194	0,51	2		23,300	24,796	1,4961	6,42	2	+
24.01.07	24,093	24,220	0,1266	0,53	2		24,075	25,566	1,4911	6,19	2	+
25.01.07	22,995	23,194	0,1984	0,86	2		22,998	24,500	1,5020	6,53	2	+
26.01.07	23,603	23,882	0,2787	1,18	2		23,623	25,133	1,5100	6,39	2	+
27.01.07	24,217	24,547	0,3305	1,36	2		24,239	25,746	1,5071	6,22	2	+
28.01.07	25,285	25,575	0,2896	1,15	2		25,308	26,774	1,4655	5,79	2	+
29.01.07	23,917	24,197	0,2803	1,17	2		23,943	25,425	1,4820	6,19	2	+
30.01.07	19,905	20,268	0,3628	1,82	2		19,938	21,493	1,5541	7,79	2	+
31.01.07	23,898	24,333	0,4350	1,82	2		23,885	25,388	1,5034	6,29	2	+

n	31	n	31
δM_1	-0,02	δM_2	5,82
S_{M1}	1,00	S_{2M2}	0,60
ε_{M1}	1,99	ε_{M2}	1,21
δM_{1D}	2,01	δM_{2D}	7,02

Приложение № 3

Обработка результатов измерений теплосчетчика МКТС по каналам измерения расхода

Дата	$M_{1эт}$	M_1	$\Delta M_1=M_1-M_{1эт}$	$\delta M_1=\Delta M_1/M_{1эт}$	$\delta M_{1ПН}$	$\lvert\delta M_1\rvert > \lvert\delta M_{1ПН}\rvert$	$M_{2эт}$	M_2	$\Delta M_2=M_2-M_{2эт}$	$\delta M_1=\Delta M_2/M_{2эт}$	$\delta M_{2ПН}$	$\delta M_2 > \delta M_{2ПН}$
	т			%			т			%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01.01.07	27,830	27,993	0,1625	0,58	2		27,852	28,479	0,6266	2,25	2	+
02.01.07	25,638	25,781	0,1435	0,56	2		25,651	26,240	0,5892	2,30	2	+
03.01.07	24,358	24,513	0,1545	0,63	2		24,381	24,988	0,6071	2,49	2	+
04.01.07	24,391	24,545	0,1538	0,63	2		24,404	25,065	0,6606	2,71	2	+
05.01.07	24,226	24,376	0,1506	0,62	2		24,228	24,895	0,6671	2,75	2	+
06.01.07	23,301	23,444	0,1431	0,61	2		23,312	23,905	0,5925	2,54	2	+
07.01.07	21,858	22,002	0,1442	0,66	2		21,872	22,419	0,5469	2,50	2	+
08.01.07	24,352	24,528	0,1762	0,72	2		24,363	25,003	0,6397	2,63	2	+
09.01.07	24,321	24,494	0,1722	0,71	2		24,336	24,960	0,6242	2,57	2	+
10.01.07	25,921	26,117	0,1955	0,75	2		25,941	26,617	0,6761	2,61	2	+
11.01.07	27,689	27,914	0,2251	0,81	2		27,712	28,489	0,7774	2,81	2	+
12.01.07	25,792	26,009	0,2174	0,84	2		25,819	26,564	0,7448	2,88	2	+
13.01.07	25,450	25,658	0,2082	0,82	2		25,471	26,240	0,7692	3,02	2	+
14.01.07	25,312	25,532	0,2195	0,87	2		25,325	26,079	0,7532	2,97	2	+
15.01.07	24,806	25,009	0,2023	0,82	2		24,819	25,553	0,7347	2,96	2	+
16.01.07	25,991	26,211	0,2199	0,85	2		25,988	26,754	0,7658	2,95	2	+
17.01.07	24,464	24,675	0,2112	0,86	2		24,466	25,197	0,7316	2,99	2	+
18.01.07	23,158	23,355	0,1968	0,85	2		23,150	23,854	0,7043	3,04	2	+
19.01.07	24,540	24,768	0,2281	0,93	2		24,527	25,310	0,7833	3,19	2	+
20.01.07	23,533	23,753	0,2194	0,93	2		23,531	24,291	0,7601	3,23	2	+
21.01.07	24,864	25,110	0,2457	0,99	2		24,862	25,725	0,8632	3,47	2	+
22.01.07	24,553	24,814	0,2611	1,06	2		24,548	25,401	0,8523	3,47	2	+
23.01.07	23,305	23,526	0,2210	0,95	2		23,300	24,078	0,7775	3,34	2	+
24.01.07	24,093	24,335	0,2415	1,00	2		24,075	24,916	0,8412	3,49	2	+
25.01.07	22,995	23,234	0,2393	1,04	2		22,998	23,792	0,7944	3,45	2	+
26.01.07	23,603	23,865	0,2615	1,11	2		23,623	24,465	0,8422	3,57	2	+
27.01.07	24,217	24,492	0,2753	1,14	2		24,239	25,106	0,8670	3,58	2	+
28.01.07	25,285	25,568	0,2823	1,12	2		25,308	26,234	0,9257	3,66	2	+
29.01.07	23,917	24,175	0,2583	1,08	2		23,943	24,792	0,8490	3,55	2	+
30.01.07	19,905	20,116	0,2110	1,06	2		19,938	20,601	0,6621	3,32	2	+
31.01.07	23,898	24,100	0,2016	0,84	2		23,885	24,749	0,8640	3,62	2	+

n	31	n	31
δM_1	0,85	δM_2	2,96
S_{M1}	0,17	S_{2M2}	0,43
ε_{M1}	0,35	ε_{M2}	0,86
δM_{1D}	1,20	δM_{2D}	3,82

Приложение № 4

Обработка результатов измерений теплосчетчика Sonoflow по каналам измерения расхода

Дата	$M_{1эт}$	M_1	$\Delta M_1=M_1-M_{1эт}$	$\delta M_1=\Delta M_1/M_{1эт}$	$\delta M_{1ПН}$	$\lvert\delta M_1\rvert > \lvert\delta M_{1ПН}\rvert$	$M_{2эт}$	M_2	$\Delta M_2=M_2-M_{2эт}$	$\delta M_1=\Delta M_2/M_{2эт}$	$\delta M_{2ПН}$	$\delta M_2 > \delta M_{2ПН}$
	т			%			т			%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01.01.07					2						2	
02.01.07	25,638	26,037	0,3994	1,56	2		25,651	26,136	0,4851	1,89	2	
03.01.07	24,358	24,601	0,2427	1,00	2		24,381	24,795	0,4137	1,70	2	
04.01.07	24,391	24,634	0,2432	1,00	2		24,404	24,797	0,3929	1,61	2	
05.01.07	24,226	23,462	-0,7638	-3,15	2	+	24,228	23,476	-0,7518	-3,10	2	+
06.01.07	23,301	23,619	0,3179	1,36	2		23,312	23,608	0,2957	1,27	2	
07.01.07	21,858	22,148	0,2903	1,33	2		21,872	22,154	0,2817	1,29	2	
08.01.07	24,352	24,482	0,1300	0,53	2		24,363	24,419	0,0558	0,23	2	
09.01.07	24,321	24,685	0,3635	1,49	2		24,336	24,601	0,2650	1,09	2	
10.01.07	25,921	26,227	0,3059	1,18	2		25,941	26,137	0,1959	0,76	2	
11.01.07	27,689	28,046	0,3568	1,29	2		27,712	27,994	0,2821	1,02	2	
12.01.07	25,792	26,158	0,3665	1,42	2		25,819	26,169	0,3496	1,35	2	
13.01.07	25,450	25,686	0,2361	0,93	2		25,471	25,783	0,3117	1,22	2	
14.01.07	25,312	25,559	0,2467	0,97	2		25,325	25,655	0,3295	1,30	2	
15.01.07	24,806	25,080	0,2738	1,10	2		24,819	25,248	0,4294	1,73	2	
16.01.07	25,991	26,113	0,1223	0,47	2		25,988	26,076	0,0877	0,34	2	
17.01.07	24,464	24,777	0,3131	1,28	2		24,466	24,829	0,3632	1,48	2	
18.01.07	23,158	23,349	0,1909	0,82	2		23,150	23,624	0,4744	2,05	2	+
19.01.07	24,540	24,684	0,1437	0,59	2		24,527	25,081	0,5539	2,26	2	+
20.01.07	23,533	23,870	0,3366	1,43	2		23,531	24,231	0,6999	2,97	2	+
21.01.07	24,864	25,076	0,2121	0,85	2		24,862	25,450	0,5885	2,37	2	+
22.01.07	24,553	24,804	0,2512	1,02	2		24,548	25,149	0,6006	2,45	2	+
23.01.07	23,305	23,678	0,3734	1,60	2		23,300	23,999	0,6989	3,00	2	+
24.01.07	24,093	24,294	0,2008	0,83	2		24,075	24,627	0,5521	2,29	2	+
25.01.07	22,995	23,453	0,4578	1,99	2		22,998	23,759	0,7609	3,31	2	+
26.01.07	23,603	23,791	0,1880	0,80	2		23,623	24,150	0,5269	2,23	2	+
27.01.07	24,217	24,438	0,2213	0,91	2		24,239	24,567	0,3280	1,35	2	
28.01.07	25,285	25,608	0,3228	1,28	2		25,308	25,606	0,2977	1,18	2	
29.01.07	23,917	24,444	0,5275	2,21	2	+	23,943	24,504	0,5610	2,34	2	+
30.01.07	19,905	20,299	0,3938	1,98	2		19,938	20,348	0,4095	2,05	2	+
31.01.07	23,898	23,763	-0,1350	-0,57	2		23,885	23,872	-0,0125	-0,05	2	

n	30	n	30
δM_1	0,98	δM_2	1,50
S_{M1}	0,94	S_{2M2}	1,18
ε_{M1}	1,88	ε_{M2}	2,36
δM_{1D}	2,87	δM_{2D}	3,86

Приложение № 5

Обработка результатов измерений теплосчетчика КМ-5-4 по каналам измерения расхода

Дата	$M_{1эт}$	M_1	$\Delta M_1=M_1-M_{1эт}$	$\delta M_1=\Delta M_1/M_{1эт}$	$\delta M_{1ПН}$	$\lvert\delta M_1\rvert > \lvert\delta M_{1ПН}\rvert$	$M_{2эт}$	M_2	$\Delta M_2=M_2-M_{2эт}$	$\delta M_1=\Delta M_2/M_{2эт}$	$\delta M_{2ПН}$	$\delta M_2>\delta M_{2ПН}$
	т			%			т			%		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
01.01.07	27,830	27,953	0,1226	0,44	2		27,852	27,961	0,1090	0,39	2	
02.01.07	25,638	25,805	0,1672	0,65	2		25,651	25,795	0,1446	0,56	2	
03.01.07	24,358	24,392	0,0334	0,14	2		24,381	24,387	0,0060	0,02	2	
04.01.07	24,391	24,441	0,0499	0,20	2		24,404	24,393	-0,0116	-0,05	2	
05.01.07	24,226	24,283	0,0573	0,24	2		24,228	24,198	-0,0294	-0,12	2	
06.01.07	23,301	23,348	0,0467	0,20	2		23,312	23,346	0,0336	0,14	2	
07.01.07	21,858	21,867	0,0097	0,04	2		21,872	21,875	0,0024	0,01	2	
08.01.07	24,352	24,207	-0,1451	-0,60	2		24,363	24,216	-0,1473	-0,60	2	
09.01.07	24,321	24,391	0,0700	0,29	2		24,336	24,360	0,0241	0,10	2	
10.01.07	25,921	25,932	0,0114	0,04	2		25,941	25,886	-0,0551	-0,21	2	
11.01.07	27,689	27,836	0,1468	0,53	2		27,712	27,754	0,0417	0,15	2	
12.01.07	25,792	25,955	0,1634	0,63	2		25,819	25,858	0,0385	0,15	2	
13.01.07	25,450	25,460	0,0103	0,04	2		25,471	25,411	-0,0607	-0,24	2	
14.01.07	25,312	25,410	0,0975	0,39	2		25,325	25,365	0,0392	0,15	2	
15.01.07	24,806	24,909	0,1029	0,41	2		24,819	24,862	0,0437	0,18	2	
16.01.07	25,991	25,972	-0,0188	-0,07	2		25,988	25,961	-0,0275	-0,11	2	
17.01.07	24,464	24,590	0,1262	0,52	2		24,466	24,550	0,0847	0,35	2	
18.01.07	23,158	23,148	-0,0096	-0,04	2		23,150	23,167	0,0170	0,07	2	
19.01.07	24,540	24,515	-0,0250	-0,10	2		24,527	24,438	-0,0890	-0,36	2	
20.01.07	23,533	23,666	0,1325	0,56	2		23,531	23,598	0,0674	0,29	2	
21.01.07	24,864	24,860	-0,0041	-0,02	2		24,862	24,811	-0,0509	-0,20	2	
22.01.07	24,553	24,594	0,0414	0,17	2		24,548	24,540	-0,0084	-0,03	2	
23.01.07	23,305	23,445	0,1401	0,60	2		23,300	23,396	0,0964	0,41	2	
24.01.07	24,093	24,063	-0,0299	-0,12	2		24,075	24,036	-0,0387	-0,16	2	
25.01.07	22,995	23,142	0,1463	0,64	2		22,998	23,143	0,1452	0,63	2	
26.01.07	23,603	23,566	-0,0372	-0,16	2		23,623	23,565	-0,0578	-0,24	2	
27.01.07	24,217	24,172	-0,0443	-0,18	2		24,239	24,177	-0,0615	-0,25	2	
28.01.07	25,285	25,333	0,0482	0,19	2		25,308	25,330	0,0215	0,08	2	
29.01.07	23,917	24,123	0,2070	0,87	2		23,943	24,146	0,2030	0,85	2	
30.01.07	19,905	19,995	0,0899	0,45	2		19,938	20,034	0,0956	0,48	2	
31.01.07	23,898	23,564	-0,3343	-1,40	2		23,885	23,560	-0,3249	-1,36	2	

n	31	n	31
δM_1	0,18	δM_2	0,02
S_{M1}	0,43	S_{2M2}	0,41
ε_{M1}	0,87	ε_{M2}	0,81
δM_{1D}	1,05	δM_{2D}	0,84

Приложение № 6

Обработка результатов измерений теплосчетчика СВТУ по каналам измерения тепла

Дата	$Q_{эт}$	Q	$\Delta Q=Q-Q_{эт}$	$\delta Q=\Delta Q/Q_{эт}$	$\delta Q_{ПН}$	$\lvert\delta Q\rvert > \lvert\delta Q_{ПН}\rvert$
	Гкал			%		
1	2	3	4	5	6	7
01.01.07	1,102	1,157	0,0551	5,00	4	+
02.01.07	1,077	1,131	0,0536	4,98	4	+
03.01.07	1,039	1,089	0,0503	4,84	4	+
04.01.07	0,970	1,017	0,0466	4,80	4	+
05.01.07	0,956	1,005	0,0490	5,13	4	+
06.01.07	0,958	1,007	0,0491	5,13	4	+
07.01.07	0,923	0,975	0,0515	5,58	4	+
08.01.07	0,956	1,007	0,0514	5,38	4	+
09.01.07	0,992	1,043	0,0511	5,16	4	+
10.01.07	1,076	1,132	0,0558	5,18	4	+
11.01.07	1,131	1,190	0,0588	5,19	4	+
12.01.07	1,100	1,157	0,0567	5,15	4	+
13.01.07	1,096	1,153	0,0570	5,20	4	+
14.01.07	1,097	1,151	0,0542	4,94	4	+
15.01.07	1,132	1,189	0,0568	5,02	4	+
16.01.07	1,095	1,155	0,0605	5,52	4	+
17.01.07	1,058	1,116	0,0578	5,47	4	+
18.01.07	0,986	1,041	0,0555	5,63	4	+
19.01.07	0,975	1,024	0,0491	5,03	4	+
20.01.07	0,986	1,031	0,0447	4,53	4	+
21.01.07	0,993	1,037	0,0442	4,46	4	+
22.01.07	0,956	1,001	0,0453	4,74	4	+
23.01.07	0,950	0,993	0,0433	4,56	4	+
24.01.07	0,941	0,983	0,0415	4,41	4	+
25.01.07	0,912	0,954	0,0421	4,61	4	+
26.01.07	0,916	0,960	0,0436	4,76	4	+
27.01.07	0,904	0,948	0,0436	4,82	4	+
28.01.07	0,909	0,953	0,0441	4,85	4	+
29.01.07	0,892	0,938	0,0455	5,10	4	+
30.01.07	0,806	0,846	0,0403	5,00	4	+
31.01.07	0,865	0,908	0,0425	4,91	4	+

n	31
δQ	5,00
S_Q	0,32
ε_Q	0,64
δQ_D	5,64

Приложение № 7

Обработка результатов измерений теплосчетчика SIMA + СПТ942 по каналам измерения тепла

Дата	$Q_{эт}$	Q	$\Delta Q=Q-Q_{эт}$	$\delta Q=\Delta Q/Q_{эт}$	$\delta Q_{ПН}$	$\lvert\delta Q\rvert > \lvert\delta Q_{ПН}\rvert$
	Гкал			%		
1	2	3	4	5	6	7
01.01.07	1,102	1,003	-0,0991	-8,99	4	+
02.01.07	1,077	0,969	-0,1080	-10,02	4	+
03.01.07	1,039	0,934	-0,1045	-10,06	4	+
04.01.07	0,970	0,884	-0,0861	-8,87	4	+
05.01.07	0,956	0,879	-0,0769	-8,04	4	+
06.01.07	0,958	0,891	-0,0667	-6,96	4	+
07.01.07	0,923	0,861	-0,0629	-6,81	4	+
08.01.07	0,956	0,885	-0,0703	-7,36	4	+
09.01.07	0,992	0,905	-0,0872	-8,79	4	+
10.01.07	1,076	0,975	-0,1013	-9,41	4	+
11.01.07	1,131	1,023	-0,1081	-9,55	4	+
12.01.07	1,100	0,994	-0,1063	-9,66	4	+
13.01.07	1,096	0,989	-0,1066	-9,73	4	+
14.01.07	1,097	0,989	-0,1082	-9,87	4	+
15.01.07	1,132	1,023	-0,1095	-9,68	4	+
16.01.07	1,095	0,992	-0,1025	-9,36	4	+
17.01.07	1,058	0,954	-0,1039	-9,82	4	+
18.01.07	0,986	0,902	-0,0834	-8,46	4	+
19.01.07	0,975	0,908	-0,0671	-6,89	4	+
20.01.07	0,986	0,922	-0,0647	-6,56	4	+
21.01.07	0,993	0,927	-0,0654	-6,59	4	+
22.01.07	0,956	0,901	-0,0549	-5,74	4	+
23.01.07	0,950	0,897	-0,0527	-5,55	4	+
24.01.07	0,941	0,889	-0,0527	-5,60	4	+
25.01.07	0,912	0,866	-0,0460	-5,05	4	+
26.01.07	0,916	0,877	-0,0392	-4,28	4	+
27.01.07	0,904	0,869	-0,0353	-3,90	4	
28.01.07	0,909	0,869	-0,0398	-4,38	4	+
29.01.07	0,892	0,853	-0,0397	-4,45	4	+
30.01.07	0,806	0,775	-0,0311	-3,86	4	
31.01.07	0,865	0,838	-0,0270	-3,12	4	

n	31
δQ	-7,34
S_Q	2,24
ε_Q	4,47
δQ_D	11,81

Приложение № 8

Обработка результатов измерений теплосчетчика МКТС по каналам измерения тепла

Дата	$Q_{эт}$	Q	$\Delta Q=Q-Q_{эт}$	$\delta Q=\Delta Q/Q_{эт}$	$\delta Q_{ПН}$	$\lvert\delta Q\rvert > \lvert\delta Q_{ПН}\rvert$
	Гкал			%		
1	2	3	4	5	6	7
01.01.07	1,102	1,077	-0,0246	-2,24	4	
02.01.07	1,077	1,054	-0,0230	-2,14	4	
03.01.07	1,039	1,016	-0,0226	-2,17	4	
04.01.07	0,970	0,946	-0,0246	-2,53	4	
05.01.07	0,956	0,934	-0,0220	-2,31	4	
06.01.07	0,958	0,937	-0,0205	-2,14	4	
07.01.07	0,923	0,906	-0,0174	-1,88	4	
08.01.07	0,956	0,935	-0,0203	-2,12	4	
09.01.07	0,992	0,971	-0,0205	-2,06	4	
10.01.07	1,076	1,054	-0,0217	-2,02	4	
11.01.07	1,131	1,107	-0,0244	-2,15	4	
12.01.07	1,100	1,078	-0,0225	-2,05	4	
13.01.07	1,096	1,071	-0,0247	-2,26	4	
14.01.07	1,097	1,074	-0,0229	-2,09	4	
15.01.07	1,132	1,109	-0,0233	-2,06	4	
16.01.07	1,095	1,071	-0,0239	-2,18	4	
17.01.07	1,058	1,036	-0,0226	-2,13	4	
18.01.07	0,986	0,964	-0,0218	-2,21	4	
19.01.07	0,975	0,954	-0,0206	-2,11	4	
20.01.07	0,986	0,966	-0,0203	-2,06	4	
21.01.07	0,993	0,968	-0,0244	-2,46	4	
22.01.07	0,956	0,933	-0,0226	-2,36	4	
23.01.07	0,950	0,928	-0,0213	-2,24	4	
24.01.07	0,941	0,919	-0,0226	-2,40	4	
25.01.07	0,912	0,892	-0,0199	-2,19	4	
26.01.07	0,916	0,896	-0,0201	-2,19	4	
27.01.07	0,904	0,884	-0,0201	-2,23	4	
28.01.07	0,909	0,885	-0,0242	-2,66	4	
29.01.07	0,892	0,871	-0,0218	-2,44	4	
30.01.07	0,806	0,790	-0,0157	-1,94	4	
31.01.07	0,865	0,838	-0,0271	-3,13	4	

n	31
δQ	-2,23
S_Q	0,24
ε_Q	0,47
δQ_D	2,71

Приложение № 9

Обработка результатов измерений теплосчетчика Sonocal по каналам измерения тепла

Дата	$Q_{эт}$	Q	$\Delta Q=Q-Q_{эт}$	$\delta Q=\Delta Q/Q_{эт}$	$\delta Q_{ПН}$	$\lvert\delta Q\rvert > \lvert\delta Q_{ПН}\rvert$
	Гкал			%		
1	2	3	4	5	6	7
01.01.07					4	
02.01.07	1,077	1,100	0,0224	2,08	4	
03.01.07	1,039	1,057	0,0180	1,74	4	
04.01.07	0,970	0,987	0,0167	1,72	4	
05.01.07	0,956	0,931	-0,0248	-2,59	4	
06.01.07	0,958	0,983	0,0249	2,60	4	
07.01.07	0,923	0,948	0,0241	2,61	4	
08.01.07	0,956	0,980	0,0246	2,58	4	
09.01.07	0,992	1,021	0,0288	2,90	4	
10.01.07	1,076	1,107	0,0304	2,83	4	
11.01.07	1,131	1,163	0,0321	2,84	4	
12.01.07	1,100	1,128	0,0278	2,53	4	
13.01.07	1,096	1,119	0,0226	2,06	4	
14.01.07	1,097	1,109	0,0124	1,13	4	
15.01.07	1,132	1,156	0,0243	2,15	4	
16.01.07	1,095	1,117	0,0224	2,05	4	
17.01.07	1,058	1,084	0,0261	2,47	4	
18.01.07	0,986	0,997	0,0111	1,12	4	
19.01.07	0,975	0,972	-0,0033	-0,34	4	
20.01.07	0,986	0,982	-0,0043	-0,44	4	
21.01.07	0,993	0,985	-0,0082	-0,83	4	
22.01.07	0,956	0,953	-0,0030	-0,32	4	
23.01.07	0,950	0,948	-0,0022	-0,23	4	
24.01.07	0,941	0,937	-0,0042	-0,45	4	
25.01.07	0,912	0,911	-0,0005	-0,06	4	
26.01.07	0,916	0,914	-0,0024	-0,26	4	
27.01.07	0,904	0,907	0,0028	0,30	4	
28.01.07	0,909	0,923	0,0146	1,60	4	
29.01.07	0,892	0,905	0,0129	1,45	4	
30.01.07	0,806	0,819	0,0137	1,70	4	
31.01.07	0,865	0,862	-0,0030	-0,35	4	

n	30
δQ	1,15
S_Q	1,43
ε_Q	2,85
δQ_D	4,01

Приложение № 10

Обработка результатов измерений теплосчетчика КМ-5-4 по каналам измерения тепла

Дата	$Q_{эт}$	Q	$\Delta Q=Q-Q_{эт}$	$\delta Q=\Delta Q/Q_{эт}$	$\delta Q_{ПН}$	$\lvert\delta Q\rvert > \lvert\delta Q_{ПН}\rvert$
	Гкал			%		
1	2	3	4	5	6	7
01.01.07	1,102	1,142	0,0404	3,66	4	
02.01.07	1,077	1,118	0,0410	3,81	4	
03.01.07	1,039	1,079	0,0405	3,90	4	
04.01.07	0,970	1,010	0,0392	4,04	4	+
05.01.07	0,956	0,993	0,0368	3,85	4	
06.01.07	0,958	0,992	0,0344	3,59	4	
07.01.07	0,923	0,957	0,0335	3,63	4	
08.01.07	0,956	0,986	0,0300	3,14	4	
09.01.07	0,992	1,028	0,0366	3,69	4	
10.01.07	1,076	1,115	0,0389	3,61	4	
11.01.07	1,131	1,179	0,0473	4,18	4	+
12.01.07	1,100	1,149	0,0485	4,41	4	+
13.01.07	1,096	1,139	0,0434	3,96	4	
14.01.07	1,097	1,134	0,0373	3,40	4	
15.01.07	1,132	1,183	0,0510	4,50	4	+
16.01.07	1,095	1,132	0,0379	3,46	4	
17.01.07	1,058	1,105	0,0469	4,43	4	+
18.01.07	0,986	1,022	0,0367	3,73	4	
19.01.07	0,975	1,008	0,0327	3,35	4	
20.01.07	0,986	1,015	0,0285	2,89	4	
21.01.07	0,993	1,017	0,0245	2,47	4	
22.01.07	0,956	0,982	0,0266	2,78	4	
23.01.07	0,950	0,976	0,0263	2,77	4	
24.01.07	0,941	0,964	0,0227	2,41	4	
25.01.07	0,912	0,933	0,0213	2,34	4	
26.01.07	0,916	0,940	0,0231	2,53	4	
27.01.07	0,904	0,921	0,0166	1,83	4	
28.01.07	0,909	0,930	0,0216	2,37	4	
29.01.07	0,892	0,913	0,0209	2,34	4	
30.01.07	0,806	0,825	0,0193	2,40	4	
31.01.07	0,865	0,875	0,0094	1,09	4	

n	31
$\delta \overline{Q}$	3,24
S_Q	0,83
ε_Q	1,66
δQ_D	4,91