

Влияние режима работы тепловых магистралей на погрешности учета теплоты

К.т.н. Иванова Г.М., инж. Ячина С.П.

- При проведении работы по заданию Мосэнерго были решены следующие задачи:
 - разработана методика и программы расчета погрешностей учета отпущенной теплоты с водой и паром;
 - проведен годовой анализ режимов отпуска теплоты по всем ТЭЦ г. Москвы,
 - собраны данные по метрологическим характеристикам входящих в узлы учета приборов в объеме, необходимом для выполнения расчетов и отличающимся от того, который содержится в базе данных Управления Мосэнерго.
- По собранным данным выполнены следующие расчеты:
 - а) погрешностей месячного учета теплоты по каждой магистрали ТЭЦ в течение года,
 - б) погрешностей месячного учета теплоты по каждой ТЭЦ в целом в течение года,
 - в) погрешностей годового учета отпущенной теплоты по каждой магистрали ТЭЦ,
 - г) погрешностей годового учета теплоты по каждой ТЭЦ в целом.

При выполнении расчетов погрешностей учета отпущенной теплоты были учтены следующие особенности источников:

- - сетевая вода подается в теплосеть по трубопроводам диаметров 600-1400 мм, что существенно ограничивает возможные способы измерения ее расхода;**
 - измерение расхода на ТЭЦ производится по перепаду давления на диафрагме, в связи с чем предел относительной погрешности измерения расхода, который определяется при расчете диафрагмы, зависит от отношения расхода к верхнему пределу измерения расходомера, т.е. определяется нагрузкой трубопровода;**
- - при сниженной по сравнению с проектной нагрузке трубопроводов, обусловленной ее сезонными колебаниями особенно в летний период, возможны значения расхода сетевой воды ниже предельных значений, определяемых расчетом диафрагм;**
- - разность температур сетевой воды в подающем и обратном трубопроводах в соответствии с температурным графиком и данными эксплуатации превышает 30 °С,**
- - отпуск теплоты производится обычно по нескольким магистралям одному району теплосети Мосэнерго, в связи с чем решающей является погрешность учета суммарной отпущенной теплоты,**
- - в каналах измерения температуры и расхода используются как правило пять- семь средств измерений, что позволяет при оценке погрешностей учета теплоты использовать статистический подход.**

Алгоритм расчета отпущенной теплоты. При отпуске теплоты с сетевой водой по n магистралям и вводе подпиточной воды по m трубопровода

$$Q = \sum_{i=1}^n G_i (h_{1i} - h_{2i}) + \sum_{j=1}^m G_{пвj} (h_{2j} - h_{хв}), \quad (1)$$

где h_{2j} – энтальпия обратной воды.

Алгоритмы расчета погрешностей. При расчете погрешностей определения количества отпущенной теплоты принимается допущение, что **погрешности всех измерительных преобразователей, входящих в каналы измерения расхода, температуры определяются независимыми неисключенными систематическими погрешностями, равномерно распределенными в зоне допускаемых значений.**

При использовании регистрирующих приборов погрешности измерения температур рассчитываются для их среднемесячных значений, а для расходов - среднемесячных часовых расходов.

Погрешность учета отпущенной теплоты с сетевой водой по магистрали

$$\delta_Q = \pm 1,1 \cdot 10^2 [\Delta_G^2 (t_1 - t_2)^2 + (\Delta_{t1}^2 + \Delta_{t2}^2) G^2]^{0,5} / [G(t_1 - t_2)] = \pm 1,1 (\delta_G^2 + \delta_{\Delta t}^2)^{0,5}, \% \quad (2)$$

Погрешности определения отпущенной ТЭЦ за месяц теплоты рассчитываются как

$$\delta_{Q_{ТЭЦ}} = \pm 1,1 / Q_{ТЭЦ} [\sum_{i=1}^n (\delta_{Qi} Q_i)^2 + \sum_{j=1}^m (\delta_{Q_{пвj}} Q_{пвj})^2]^{0,5} \quad (3)$$

где $Q_{ТЭЦ}$, Q_i , $Q_{пвj}$ – значения теплоты, отпущенной соответственно в целом ТЭЦ за месяц, по отдельной i -той магистрали и введенной с подпиточной водой по j -му трубопроводу.

Варианты средств измерения расхода сетевой воды

1) ДМ, КСД;

- **2) ДД, БИК, РП-160;**
- **3) ДД, ТСЧ.**

• Варианты средств измерения температур сетевой воды

- **1) ТСП, КСМ 0-200 °С;**
- **2) ТСП, КСМ 0-150 °С;**
- **3) КТСП, КСМ 0-150 °С;**
- **4) ТСП кл.А, КСМ 0-150 °С ;**
- **5) ТСП, КСМ 0-150; КСМ 0-100 °С;**
- **6) КТСП, КСМ 0-150, КСМ 0-100 °С;**
- **7) ТСП, ТСЧ.**

Годовой режим отпуска теплоты по магистрали и погрешности измерения расхода

Ме сяц	Число часов работы	Масса, т	t ₁ , °C	t ₂ , °C	(t ₁ -t ₂), °C	G/G _н	ДМ, КСД погрG, %	ДД, БИ, РП-160, %	ДД, ТСЧ погрG, %
1	744	6043902	94,9	45,5	49,4	0,55	3,2	2,1	0,9
2	672	5059830	99,8	46,3	53,5	0,51	3,6	2,4	1,1
3	744	5418089	89,2	42,2	47,0	0,50	3,8	2,5	1,1
4	720	4110065	75,5	43,5	32,1	0,39	5,5	3,4	2,0
5	744	3259970	79,3	43,6	35,7	0,75	2,0	1,5	0,9
6	720	1843524	76,8	42,8	34,0	0,44	4,6	2,9	1,5
7	Магистраль отключена								
8	240	418296	76,1	41,3	34,8	0,30	7,6	4,4	3,2
9	720	1694556	80,3	44,0	36,3	0,41	5,2	3,2	1,8
10	744	3519081	78,5	39,0	39,5	0,81	1,8	1,5	0,9
11	720	5300596	90,0	45,0	45,0	0,50	3,7	2,4	1,1
12	744	6052676	86,1	42,5	43,6	0,55	3,2	2,1	0,9

Рис.1. Погрешности измерения разности температур

1-ТСП кл.В КСМ 0-200 °С; 2-ТСП кл.В 0-150 °С; 3-КТСП кл.В 0-150 °С; 4-ТСП кл.А КСМ 0-150 °С

5-ТСП кл.В КСМ 0-150 и 0-100 °С; 6-КТСП кл.В КСМ 0-150 и 0-100 °С; 7-ТСП кл.В ТСЧ

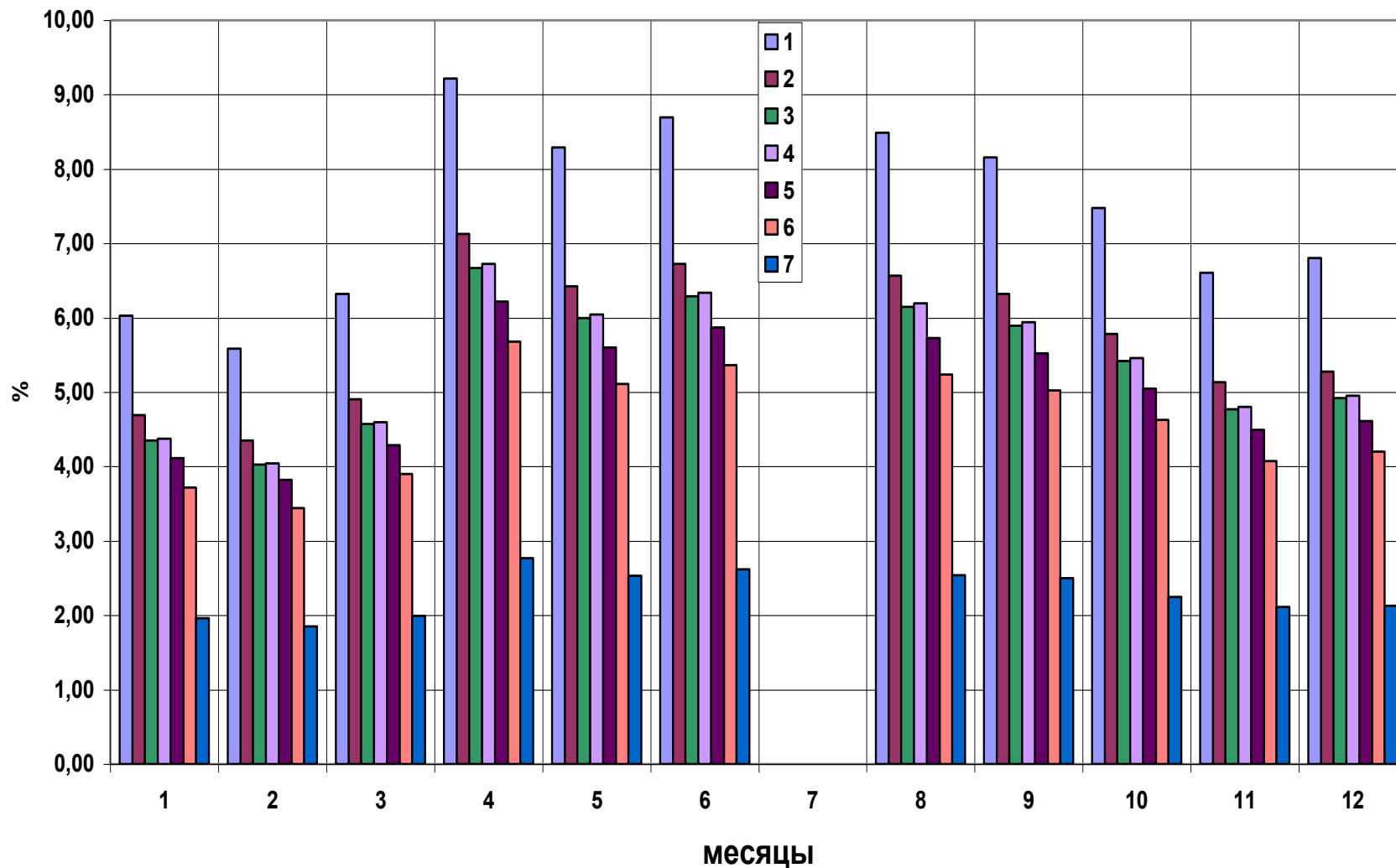


Рис.2. Погрешности учета теплоты при измерении расхода комплектom ДД,БИК,РП-160 и ДД,ТСЧ

ТСП кл.В 1)КСМ 0-200оС; 2)КСМ 0-150оС; 3-КТСП кл.В,КСМ 0-150оС; 4-ТСП
кл.А,КСМ 0-150оС; 5-ТСП кл.В,КСМ 0-150 и 0-100оС; 6-КТСП,КСМ 0-150 и 0-100оС; 7-
ТСП кл.В,ТСЧ

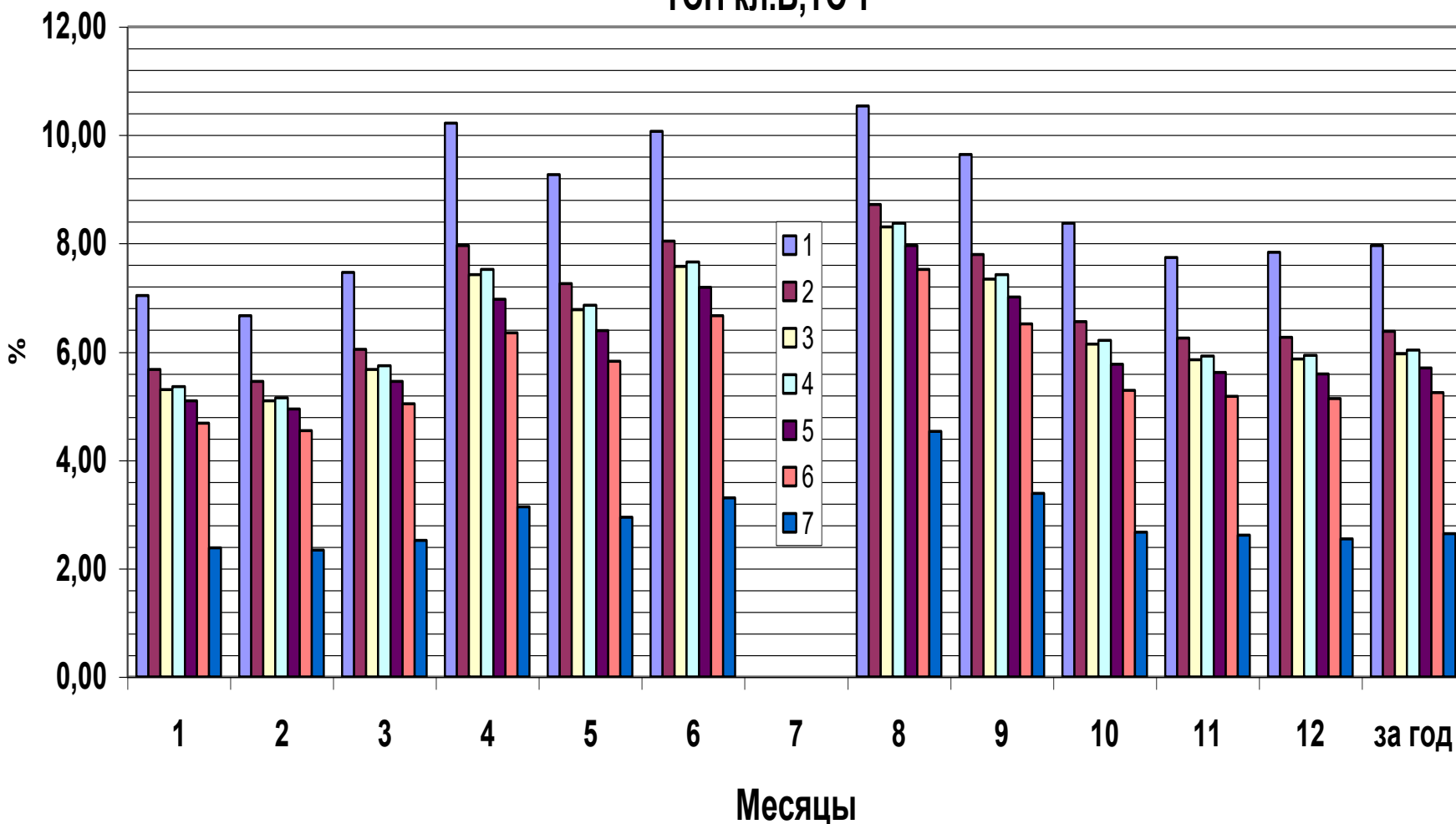


Таблица погрешностей определения теплоты, отпущенной с сетевой водой за 2000-2001 г.г.

Месяц	ТЭЦ №				
	22	23	25	26	27
1	2,7	3,62	3,38	1,39	2,5
2	2,8	3,59	3,51	1,42	2,4
3	3,1	3,91	3,72	2,47	2,8
4	3,4	5,01	4,69	1,06	3,5
5	3,5	5,38	5,07	1,78	3,8
6	3,5	4,58	6,06	2,81	3,2
7	3,9	5,71	5,87	2,42	3,1
8	4,1	6,75	7,11	2,13	3,0
9	3,2	5,20	5,35	1,72	3,3
10	3,5	5,04	4,54	1,63	2,9
11	3,1	3,99	3,72	1,52	2,7
12	2,9	4,02	3,75	1,50	2,6
Ср. год	3,1	4,12	4,03	1,60	2,8

Выводы

1. Погрешности учета месячного и годового учета теплоты, отпущенной с сетевой водой ТЭЦ, имеющей четыре и более магистралей, при рациональном выборе диапазонов измерения регистрирующих приборов не превышает $\pm 4\%$.

- 2. Для обеспечения погрешности учета теплоты, отпущенной по магистрали, погрешности измерения разности температур и расхода должны находиться в пределах $\pm (2-2,5) \%$.**
- 3. Погрешность измерения разности температур в пределах $\pm (2-2,5) \%$ может быть получена только при использовании вторичных микропроцессорных устройств.**
- 4. При измерении расхода по перепаду давления на диафрагме погрешности в пределах $\pm (2-2,5) \%$ даже при использовании микропроцессорных вторичных устройств могут быть получены только при расходах, превышающих 40% диапазона измерения дифманометров, имеющих класс точности 0,25-0,5.**
- 5. С учетом реальных годовых нагрузок магистралей и их трудной предсказуемости указанное выше требование может быть выполнено при использовании микропроцессорных дифманометров с автоматическим переключением диапазонов измерения.**

Характеристика пакета «РАСПОГ»

Пакет включает файл описания пакета «Распог.doc» и шесть программ в Excel, одна является демонстрационной, а пять предназначены для расчета погрешностей учета теплоты

- 1) отпущенной с сетевой водой при измерении расхода комплектами с диафрагмами «СВДБ.xls»,**
- 2) внесенной с подпиточной водой при измерении расхода комплектами с диафрагмами «ПВДБ.xls»,**
- 3) отпущенной с паром при измерении расхода комплектами с диафрагмами «парБ.xls»,**
- 4) отпущенной с сетевой водой при измерении расхода ультразвуковыми расходомерами «СВУ.xls»,**
- 5) внесенной с подпиточной водой при измерении расхода ультразвуковыми расходомерами «ПВУ.xls».**

Сводная таблица погрешностей учета теплоты, отданной с сетевой водой по магистралям
без учета подпиточной воды в % по ТЭЦ №

			Магистрали					Нагр.за	Погрешн.
Месяцы								м-ц Гкал	по ТЭЦ
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									
9									
10									
11									
12									
За год Гкал									
Погр. %									
годов. учета									
Для заполнения таблицы нажмите одновременно					"Ctrl+Shift+C"		при этом вызывается		
макрос "ВДС"									