

## Результаты испытаний электромагнитных теплосчетчиков КМ-5-Б на ТЭЦ-17, г. Санкт-Петербург.

*Шинелев А.А., Бурдунин М.Н.*

Компанией «ТБН энергосервис» разработаны и производятся счетчики-расходомеры РМ-5-Б и теплосчетчики КМ-5-Б для коммерческого учета тепла и теплоносителя на объектах с трубопроводами больших диаметров.

В этих приборах применяются погружные электромагнитные преобразователи скорости потока [1], а для измерения расхода используется метод «площадь-скорость».

В настоящее время запущены и приняты в эксплуатацию более двадцати систем коммерческого учета тепла и теплоносителя на источниках теплоснабжения. Приборы показали устойчивую, надежную работу в условиях эксплуатации на промышленных объектах [2].

С целью подтверждения метрологических характеристик электромагнитного теплосчетчика КМ-5-Б3 в условиях эксплуатации на крупных ТЭЦ были запланированы и проведены испытания на ТЭЦ-17, г. Санкт-Петербург. Программа испытаний была согласована с метрологической службой ОАО «Ленэнерго» и руководством ТЭЦ-17. Местом для монтажа приборов были выбраны подающий и обратный трубопроводы (Ду=400мм) бойлера в цехе ТАИ ТЭЦ-17. Режимы работы бойлера позволяют изменять в этих трубопроводах следующие параметры теплоносителя: расход от 300 до 1500 м<sup>3</sup>/ч, температуру в подающем трубопроводе – от 85 до 110 °С, в обратном – от 45 до 55 °С, давление в подающем трубопроводе – от 0.8 до 1.5 кгс/см<sup>2</sup>, в обратном – от 4 до 6.5 кгс/см<sup>2</sup>. Контролируемыми параметрами при испытаниях были расход, давление и температура теплоносителя на входе и выходе подогревателя сетевой воды.

Испытания проводились в два этапа:

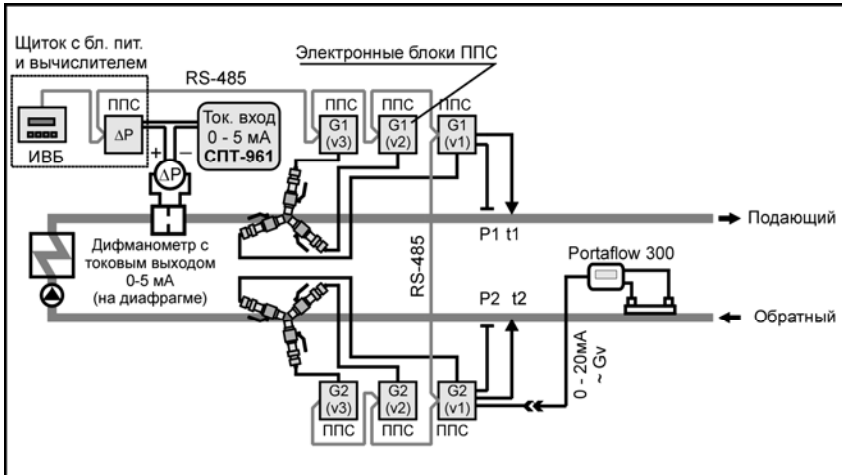
**Этап 1** – моделирование и исследование работы теплосчетчика КМ-5-Б3 с помощью измерительной системы на базе РС и ультразвукового накладного расходомера Portaflow-300 (далее ИС) (см. рис. 1). На первом этапе вычислитель ИВБ из состава КМ-5-Б3 заменялся компьютером, который полностью моделировал работу теплосчетчика и, кроме этого, позволял в реальном времени производить мониторинг и анализ работы ИС.

С помощью ИС проводились ежесекундные измерения расхода (G), температуры (t), давления (P), перепада давления на дифманометре ( $\Delta P$ ), локальных скоростей в трех точках измерительного сечения ( $v_1, v_2, v_3$ ) в подающем и обратном трубопроводах.

## Этап 2 – опытная эксплуатация теплосчетчика КМ-5-Б3.

В настоящее время еще не закончен. Проводятся ресурсные испытания теплосчетчика при различных режимах работы сетевого подогревателя.

На обоих этапах показания КМ-5-Б3 сравнивались с показаниями контрольного прибора – расходомера на базе диафрагмы, дифманометра "Сапфир-22" (кл. 0,5 с  $dP_{пр}=100$  кПа) и вычислителя СПТ-961.



### Анализ результатов, полученных на первом этапе.

Прежде всего, необходимо отметить, что в условиях испытаний накладной ультразвуковой расходомер Portaflow-300 не удалось применить, т.к. его сигнал был неустойчив и слишком мал. В то же время КМ-5-Б3 давал устойчивые показания, что косвенно свидетельствует о преимуществе электромагнитного метода измерения расхода по сравнению с ультразвуковым в данных условиях.

В таблице 1 приведены результаты сравнения показаний по массовому расходу КМ-5-Б3 с показаниями контрольного прибора. В таблице 1 приняты следующие обозначения:

$G_k$ , т/ч - показания контрольного прибора.

$G_1, G_2$ , т/ч - показания КМ-5-Б3 по массовому расходу в подающем и в обратном трубопроводах.

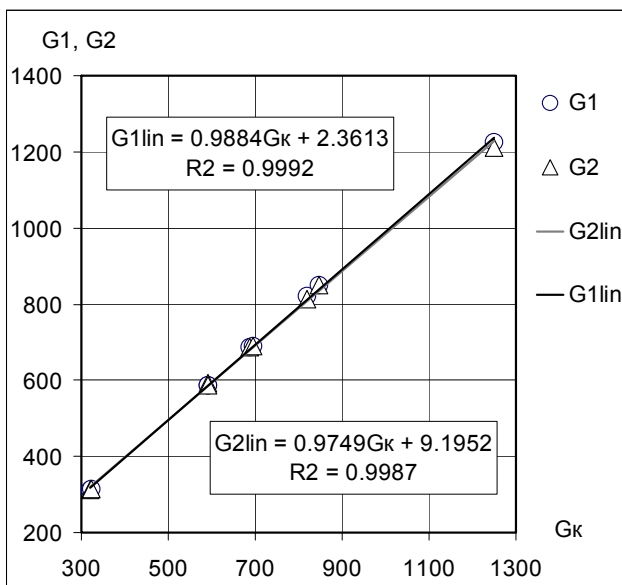
$dG_1=100(G_1 - G_k) / G_k$ , % - относительное отклонение  $G_1$  от показаний контрольного прибора

$dG2 = 100(G2 - G_k) / G_k, \%$  - относительное отклонение G2 от показаний контрольного прибора  
 $dG = 100(G1 - G2) / G1, \%$  - относительное отклонение G1 от G2.

Таблица 1

G <sub>к</sub> т/ч	G1 т/ч	G2 т/ч	dG1 %	dG2 %	dG %
320	311.19	310.27	-2.8	-3.0	0.3
322	314.45	313.14	-2.3	-2.8	0.4
590	587.56	592.40	-0.4	0.4	-0.8
590	585.42	587.18	-0.8	-0.5	-0.3
688	687.18	686.81	-0.1	-0.2	0.1
695	689.51	689.27	-0.8	-0.8	0.0
820	822.81	812.80	0.3	-0.9	1.2
848	850.95	849.05	0.3	0.1	0.2
1250	1223.95	1211.36	-2.1	-3.1	1.0

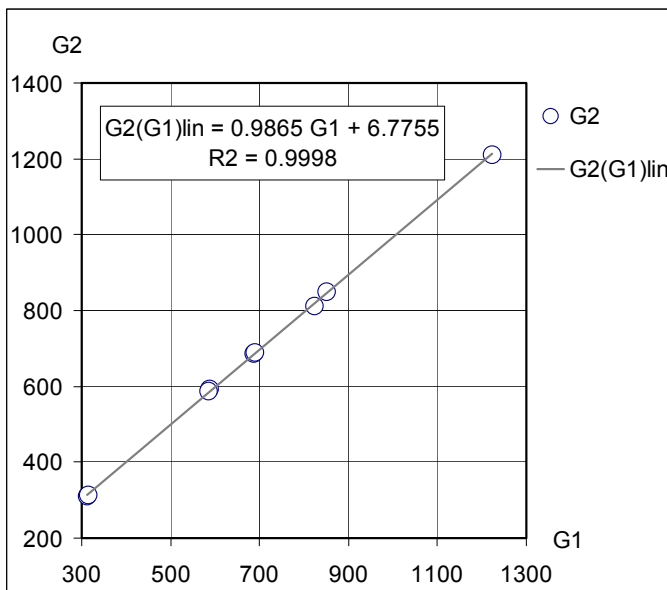
На рисунках 2 и 3 приведена графическая сводка результатов сравнения показаний КМ-5-Б3 по массовому расходу в подающем и обратном трубопроводах с показаниями контрольного прибора. На рисунке 2 по оси абсцисс отложена величина G<sub>к</sub>, по оси ординат - величины измеренных значения G1, G2. Там же приведены уравнения



**Рис. 2.** Сравнение показаний по массовому расходу КМ-5-Б3 с показаниями контрольного прибора.

линейной аппроксимации  $G1_{lin}(G_k)$ ,  $G2_{lin}(G_k)$  и величина достоверности аппроксимации  $R^2$ .

Данные, приведенные на рисунке 3 демонстрируют взаимосогласованность градуировочных характеристик каналов расхода  $G1$ ,  $G2$ . На рис. 3 по оси абсцисс отложена величина  $G1$ , по оси ординат - величина  $G2$ . Там же приведено уравнение линейной аппроксимации  $G2_{lin}(G1)$  и величина достоверности аппроксимации  $R^2$ .



**Рис. 3.** Сравнение показаний первого и второго каналов расхода КМ-5-БЗ между собой.

Из данных, приведенных в таблице 1 и на рисунках 2 - 3 видно, что во время испытаний показания КМ-5 по массовому расходу в подающей и обратной трубах совпадали в пределах погрешности измерений как между собой, так и с показаниями контрольного прибора.

На рисунках 4 и 5 приведены данные непрерывных измерений расходов и относительного отклонения  $G1$  от  $G2$  при переходе с режима работы бойлера:  $G=800$  т/ч,  $t_1=86^\circ\text{C}$ ,  $t_2=47.7^\circ\text{C}$  на режим:  $G=550$  т/ч,  $t_1=100^\circ\text{C}$ ,  $t_2=51^\circ\text{C}$ . Ниже приведены графики перехода.

Из приведенных данных, видно, что показания КМ-5 по  $Gm1$  и  $Gm2$  в пределах погрешности равны между собой (даже мгновенные) независимо от режима работы бойлера.

### **Литература:**

1. Шинелев А.А., Бурдуниин М.Н., Вельт И.Д., Михайлова Ю.В. Электромагнитные теплосчетчики КМ-5-Б и счетчики-расходомеры РМ-5-Б погружного типа для коммерческого учета тепла и теплоносителя на трубопроводах больших диаметров, Материалы 16-й Международной научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей»/ Сост. В.И.Лачков - СПб.: Политехника, 2002
2. Шинелев А.А., Бурдуниин М.Н., Есельсон А.Б. Практические результаты применения электромагнитных теплосчетчиков КМ-5-Б для коммерческого учета тепла и теплоносителя на источниках теплоснабжения. Материалы 17-й Международной научно-практической конференции «Коммерческий учет энергоносителей»/ Сост. А.Г. Лупей - СПб.: издательство «Борей-Арт», отпечатано в ООО «Политехника-сервис», 2003.

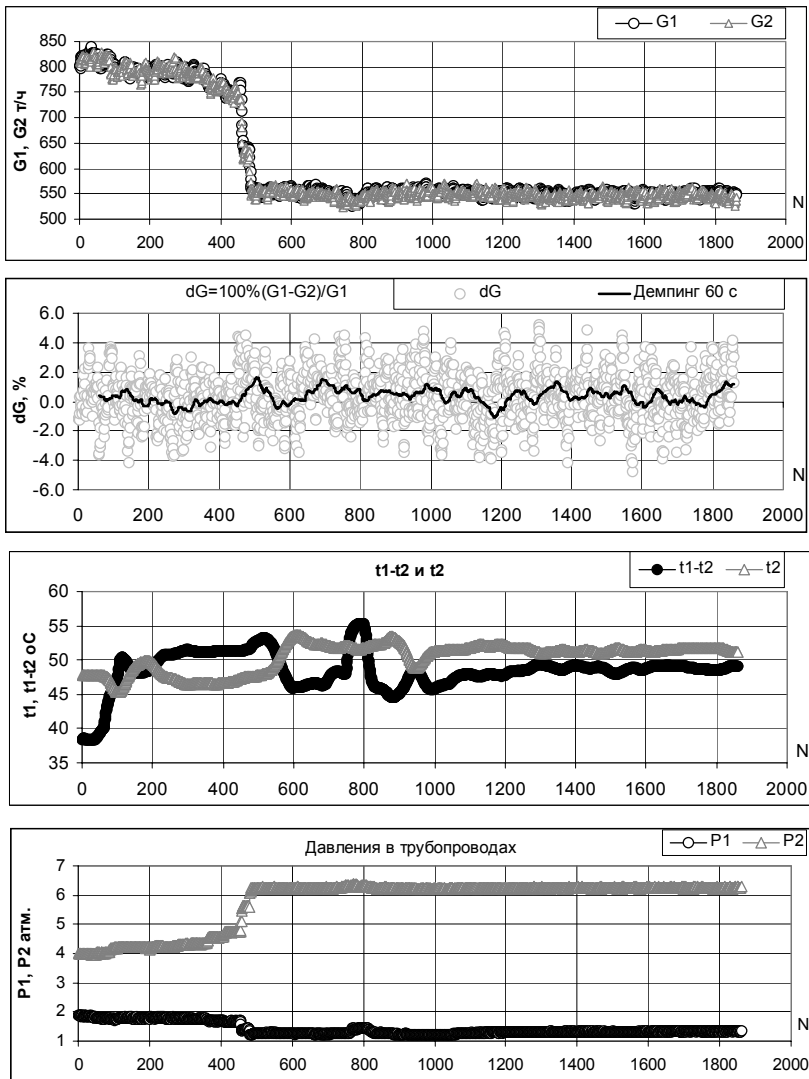


Рис. 5. Показания каналов массового расхода при переходе с режима  $G=800$   $\text{т/ч}$  на режим  $G=550$   $\text{т/ч}$ .