МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

НОРМАТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, ОТПУСКАЕМОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ И ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ С ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ

СПО
СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1981

gost.e-ecolog.ru

МИНИСТЕРСТВО ЭНЕРГЕТИКИ И ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ СССР
ГЛАВНОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ ЭНЕРГОСИСТЕМ

НОРМАТИВНЫЙ МАТЕРИАЛ ПО МЕТРОЛОГИЧЕСКОМУ ОБЕСПЕЧЕНИЮ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ, ОТПУСКАЕМОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯМИ И ПРЕДПРИЯТИЯМИ ТЕПЛОВЫХ СЕТЕЙ С ГОРЯЧЕЙ ВОДОЙ

СЛУЖБА ПЕРЕДОВОГО ОПЫТА И ИНФОРМАЦИИ СОЮЗТЕХЭНЕРГО
Москва 1981

УДК 536.5. :53. :621.3.089

Разработано Ивановским ордена "Знак Почета" энергетическим институтом им.В.И.Ленина (доктор техн.наук А.Т.ЛЕБЕДЕВ, кандидаты техн.наук В.А.НОВИКОВ, Л.А.БАРАНОВ) и производственным объединением "Союзтехэнерго" (инженеры Б.Г.ТИМИНСКИЙ, И.В.МАРКОВ).

© СПО Союзтехэнерго, 1981.

Ответственный редактор Т.П.Леонова
Литературный редактор М.Г.Полоковская
Технический редактор Е.Н.Бевза
Корректор Алексеева В.Д.

Подписано к печати 18 09 81 Формат 60x84 1/16
Печ.л. 0,75 (усл.печ.л. 0,7) Уч.-изд.л. 0,7 Тираж 1850 экз
Заказ № 300/81 Издат. 325/81 Цена 11 коп

Производственная служба передового опыта и информации Союзтехэнерго
105023, Москва, Семеновский пер., д. 15

Участок оперативной полиграфии СПО Союзтехэнерго
Москва, ул. Ивана Бабушкина, д. 23, корп.

УТВЕРЖДАЮ:

Заместитель начальника
Главтехуправления

Д.Я.ШАМАРАКОВ

02 июля 1981 г.

Настоящий Нормативный материал устанавливает:

- норму точности измерения количества тепловой энергии (КТЭ), отпускаемой электростанциями и предприятиями тепловых сетей с горячей водой;
- методику оценки точности измерения КТЭ;
- методику выполнения измерения КТЭ.

Нормативный материал предназначен для использования проектными организациями, электростанциями и предприятиями тепловых сетей при проектировании и эксплуатации схем измерения количества тепловой энергии.

I. Норма точности измерения КТЭ

При проектировании и эксплуатации схем измерения количества тепловой энергии должна быть обеспечена заданная точность измерения.

I.I. Нормой точности измерения КТЭ является интервал Δ, в котором с вероятностью $P = 0,95$ * находится суммарная погрешность измерения, ГДж:

$$\Delta = \frac{2\sigma_н}{100} Q, \qquad (I)$$

где Q - количество тепла, отпущенного за отчетный период, ГДж;

$\sigma_н$ - оценка среднего квадратического отклонения результата измерения КТЭ, определяющая норму точности измерения, %.

I.2. Оценка среднего квадратического отклонения результата измерений должна находиться в пределах

---

*ГОСТ 8.207-76. ГСИ. Прямые измерения с многократными наблюдениями. Методы обработки результатов наблюдений.

$$\frac{500}{\sqrt{ЦQ_г}} < \sigma_н < \frac{1000}{\sqrt{ЦQ_г}} \qquad (2)$$

где Ц – себестоимость тепловой энергии, руб/ГДж;

$Q_г$ – количество тепловой энергии, отпускаемой в год с горячей водой, ГДж;

σ – оценка среднего квадратического отключения результата измерений КТЭ, %.

Эти пределы определены из условий минимальных убытков (И), складывающихся из убытков за счет применения средств с повышенной погрешностью ($И_I$) и дополнительных затрат за счет применения более дорогостоящих средств с меньшей погрешностью измерений ($И_2$).

I.3. Убытки $И = И_I + И_2$ могут быть оценены по империческим зависимостям

$$\left.\begin{aligned} И_I &= K_I Ц Q_г \sigma I0^2 \text{ руб.;} \\ И_2 &= \frac{K_2}{\sigma} \text{ руб.,} \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

где K_I – коэффициент потерь в производстве от неточности измерений (по статистическим и экспертным оценкам K_I изменяется в пределах 0,3 ÷ I,3);

K_2 – коэффициент затрат на измерение КТЭ, руб.·%. На основании анализа множества существующих средств измерений $K_2 \approx 3000$ руб.·%.

I.4. Электростанции и предприятия тепловых сетей должны применять средства и схемы измерения КТЭ с оценкой среднего квадратического отклонения результата измерения в пределах, указанных формулой (2).

I.5. Если на современных серийно выпускаемых средствах измерения невозможно достичь точности в пределах, указанных формулой (2), то временно допускается применять методы, средства и схемы измерения КТЭ, обеспечивающие:

- для открытых однотрубных тепломагистралей $\sigma_н = I\%$;
- для закрытых тепломагистралей $\sigma_н = 2\%$.

2. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ КТЭ

2.1. Оценка среднего квадратического отклонения результата измерения количества отпущенной тепловой энергии с водой производится по формуле, %

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{q_1}^2 q_1^2 + \sigma_{q_2}^2 q_2^2 + \sigma_{q_3}^2 q_3^2} \quad , \qquad (4)$$

где $$q_1 = \frac{Q_1}{Q}; \quad q_2 = \frac{Q_2}{Q}; \quad q_3 = \frac{Q_п}{Q}; \qquad (5)$$

Q_1 – количество тепла, отпущенного за отчетный период в подающий трубопровод, ГДж;

Q_2 – количество тепла, вернувшегося за отчетный период по обратному трубопроводу, ГДж;

$Q_п$ – количество тепла, поступившего за отчетный период с подпиточной водой при температуре воды в холодном источнике водоснабжения, ГДж;

Q – количество тепла, отпущенного с водой за отчетный период, ГДж;

$\sigma_{q_1}, \sigma_{q_2}, \sigma_{q_3}$ – оценки среднего квадратического отклонения результата измерения теплового потока по каждому трубопроводу тепломагистрали, %.

2.2. При учете тепловой энергии приборами, раздельно фиксирующими расход и температуру воды с последующей ручной обработкой результатов измерений, справедлива формула

$$\sigma_q^2 = \sigma_G^2 + \sigma_t^2 + \sigma_{qM}^2 \quad , \qquad (6)$$

где σ_G и σ_t – оценки средних квадратических отклонений результатов измерений расхода и температуры воды, %;

$$\sigma_G^2 = \sigma_{GH}^2 + \sigma_{GП}^2 \quad ; \qquad (7)$$

$$\sigma_t^2 = \sigma_{tH}^2 + \sigma_{tП}^2 \quad ; \qquad (8)$$

$\sigma_{Gи}$ - оценка средней квадратической инструментальной погрешности измерения расхода воды, %. Определяется либо по "Правилам 28-64. Измерение расхода воды, газов и паров стандартными диафрагмами и соплами" (М.: Издательство стандартов, 1964), либо может быть принята равной 1,3%;

$\sigma_{tи}$ - оценка средней квадратической инструментальной погрешности измерения температуры воды. Может быть принята равной 0,5%;

$\sigma_{Gп}$ и $\sigma_{tп}$ - оценки средних квадратических погрешностей планиметрирования суточных диаграмм расхода и температуры воды, могут быть приняты равными. $\sigma_{Gп}$ = 1,45%; $\sigma_{tп}$ = 0,80%;

$\sigma_{Qм}$ - оценка средней квадратической методической погрешности измерения теплового потока, %:

$$\sigma_{Qм} = \frac{33\,\Delta t}{t_{ср} - 0{,}5\Delta t}\,, \qquad (9)$$

где $t_{ср}$ - средняя за отчетный период температура воды, °С;

Δt - максимальный диапазон изменения температуры воды за сутки, °С.

2.3. При учете тепловой энергии приборами с автоматическим непрерывным умножением расхода воды на ее температуру и последующим автоматическим интегрированием

$$\sigma_Q^2 = \sigma_{Gи}^2 + \sigma_{tи}^2 + \sigma_\beta^2\,, \qquad (10)$$

где σ_β - оценка средней квадратической погрешности вычислительных операций (нормирования, умножения, суммирования, интегрирования и др.);

$\sigma_{Gи}, \sigma_{tи}$ - оценки средних квадратических инструментальных погрешностей измерения расхода и температуры воды без учета погрешностей измерительных приборов, могут быть приняты соответственно равными 0,8 и 0,3%.

3. МЕТОДИКА ВЫПОЛНЕНИЯ ИЗМЕРЕНИЯ КТЭ

3.1. Учет КТЭ можно осуществлять любыми средствами измерения и по любым схемам измерения, которые предусмотрены "Инструкцией по учету отпуска тепла электростанциями и предприятиями тепловых сетей" (М.: Энергия, 1976), а также автоматическими тепломерами (например, ТС-20), схемами на микропроцессорах и другими, но при этом величина σ должна удовлетворять требованиям пп.1.4, 1.5.

3.2. В приложении в качестве примера приведена схема измерения КТЭ на серийно выпускаемых отечественной промышленностью приборах, обеспечивающая $\sigma \approx 1{,}5\%$.

Приложение

1. Схема измерения КТЭ на серийно выпускаемых средствах измерения, обеспечивающая $\sigma \approx 1{,}5\%$, приведена на рисунке.

2. Схема измерения реализует формулу

$$Q_1 = c_в \int_0^T [G_1(\tau) t_1(\tau) - G_2(\tau) t_2(\tau) - G_п(\tau) t_{х.в}(\tau)] d\tau \cdot 10^{-3},$$

где $G_1(\tau), G_2(\tau), G_п(\tau)$ – расходы прямой, обратной и подпиточной воды, т/ч;

$t_1(\tau), t_2(\tau), t_{х.в}(\tau)$ – температуры прямой, обратной и исходной воды в холодном источнике теплоснабжения, ^{0}С;

$c_в$ – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг.К);

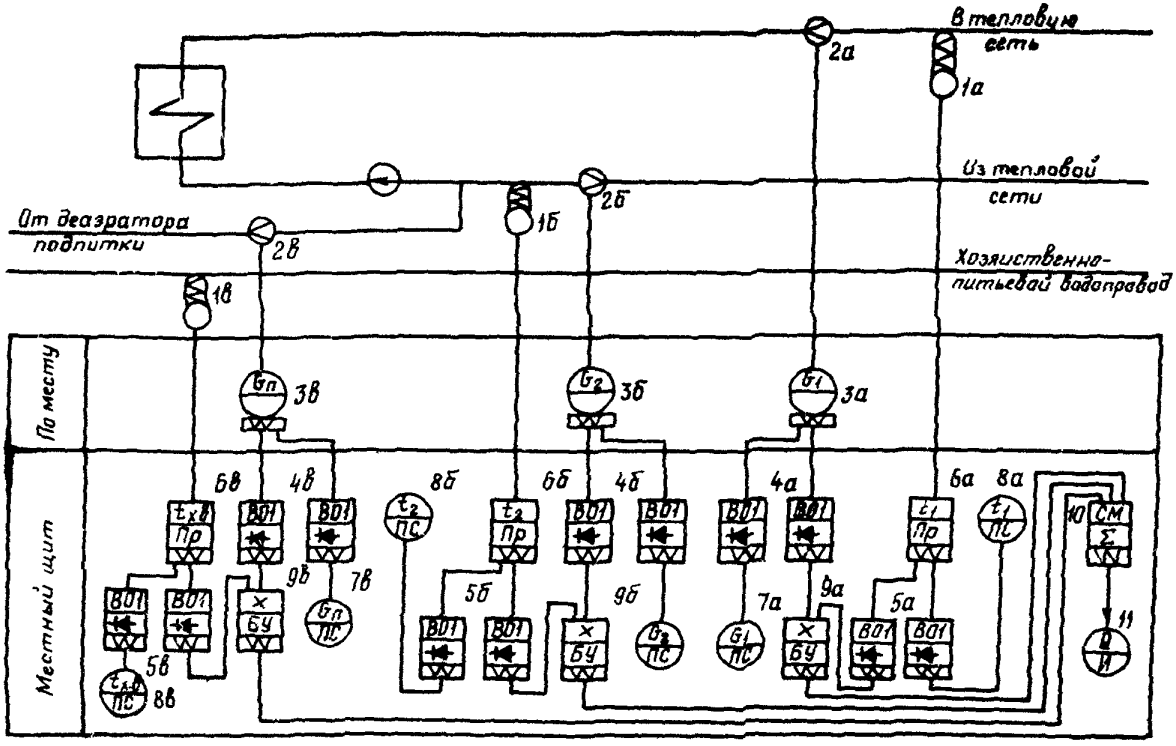
T – отчетный период, ч;

τ – текущее время.

3. Схема основана на установке однотипных комплектов измерительных приборов на каждом из трубопроводов. Количество устанавливаемых комплектов измерительных приборов определяется технологической схемой теплоснабжения.

Приборы расхода 7 и температуры воды 8 предназначены для оперативного контроля при управлении режимом работы тепловой магистрали и периодического эксплуатационного контроля всей схемы автоматического учета КТЭ.

Дополнительно к указанным на рисунке средствам измерения функциональная схема теплотехнического контроля тепловой магистрали должна быть оснащена приборами в соответствии с "Руководящими указаниями по объему оснащения тепловых электрических станций кон-



Функциональная схема автоматического учета КТЭ

трольно-измерительными приборами, средствами автоматического регулирования, технологической защиты, блокировки и сигнализации" (М.: СЦНТИ ОРГРЭС, 1969) для оперативного контроля при управлении режимом работы тепловой магистрали.

4. Номенклатура рекомендуемых средств измерения и их метрологические характеристики приведены в таблице.

5. Количество тепловой энергии, отпущенной за расчетный период, определяется по показаниям счетчика интегратора II

$$Q = m_Q (n_1 - n_2) ,$$

где n_1, n_2 – показания счетчика интегратора в начале и в конце расчетного периода;

m_Q – постоянная счетчика, определяемая по номинальным статическим характеристикам преобразования средств измерений КТЭ.

Номинальные статические характеристики преобразования должны быть линейными в рабочем диапазоне или линеаризованы с помощью функциональных блоков нелинейных преобразователей.

Для линейных номинальных статических характеристик преобразований

$$m_Q = \frac{c_в \cdot 10^{-3}}{m_1 m_3 m_6 m_9 m_{10} m_{11}} ,$$

где $c_в$ – удельная теплоемкость воды, кДж/(кг.К);

m_1 – номинальный коэффициент преобразования термопреобразователя сопротивления I ГСП, Ом/°С;

m_3 – номинальный коэффициент преобразования сужающего устройства 2 и дифманометра 3, мА/(т/ч);

m_6 – номинальный коэффициент преобразования нормирующего преобразователя 6, мА/Ом;

m_9 – номинальный коэффициент преобразования блока умножения 9, мА/(мА)^2;

m_{10} – номинальный коэффициент преобразования сумматора I0, мА/мА;

m_{11} – номинальный коэффициент преобразования интегратора II, численно равный отношению изменения показаний счетчика n в час при подаче на вход интегратора токового сигнала I мА, ед/(мА·ч).

НОМЕНКЛАТУРА РЕКОМЕНДУЕМЫХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ

№ позиции (см.рисунок)	Наименование и назначение	Тип	Метрологические характеристики	Количество, шт.
1	2	3	4	5
1а;1б;1в	Термопреобразователь сопротивления ТСП для измерения температуры воды	ТСП-6097	Градуировка 100П. Класс точности I	3
2а;2б;2в	Сужающее устройство для измерения расхода воды	ДБ-0,25*	Доверительная граница погрешности результата измерения Δ_c = I% при доверительной вероятности P 0,95	3
3а;3б;3в	Дифманометр для измерения расхода воды	ДМЭР	Предел основной допустимой погрешности - I,5%	3
4а;4б;4в 5а;5б;5в	Защитные диодные устройства для защиты от разрыва токовой цепи при отключении потребителей сигнала 0-5 мА	В0I	-	6
6а;6б;6в	Нормирующие преобразователи для линейного преобразования сопротивления термометра в унифицированный сигнал постоянного тока	ПТ-ТС-68	Предел основной допустимой погрешности - 0,6%	3
7а;7б;7в	Измерительный прибор показывающий самопишущий для измерения температуры и расхода воды	КСУ-2-003	Входной сигнал постоянного тока 0-5 мА. Основная погрешность не более 0,5% диапазона измерения. Вариация показаний не более 0,5 абсолютного значения допустимой погрешности показаний. Основная погрешность записи не более I% верхнего предела измерения	6

9а;9б;9в	Блок умножения для определения мгновенного расхода КТЭ по трубопроводам	А3I	Формула преобразования, мА: $I_{вых} = 0,2 I_1 \cdot I_2$ Основная погрешность преобразования не более I% верхнего предела выходного сигнала	3
I0	Блок суммирования токовых сигналов для определения мгновенного расхода отпущенного КТЭ	А04	Номинальная статическая характеристика преобразования, мА: $I_{вых} = \sum_{i=1}^{3} K_{пi} I_{вхi} + I_{см}$	I
II	Интегратор для учета КТЭ	С-IМ	Основная погрешность интегратора в диапазоне измерения входного сигнала от 0,5 до 5 мА (не более $\pm$0,25% измеряемой величины)	I

*0,25 - условный диаметр трубопровода по ГОСТ 355-67.

6. Оценка погрешности измерения.

6.I. Исходные данные для оценки погрешности учета КТЭ определяются метрологическими характеристиками средств измерения и результатами их поверки.

6.2. Систематическая составляющая погрешности измерения должна быть исключена из результата измерения путем регулировки средств измерения и введения поправок. Неисключенные систематические погрешности средств измерения и погрешности поправок должны рассматриваться как случайные величины.

6.3. Оценка среднего квадратического отклонения результата измерения отпущенной тепловой энергии, %:

$$\sigma = \sqrt{\sigma_{см}^2 + \sigma_{ин}^2 + \sum_{i=1}^{3} q_i^2 \left(\sigma_{тс_i}^2 + \sigma_{нп_i}^2 + \sigma_{су_i}^2 + \sigma_{дм_i}^2 + \sigma_{бу_i}^2\right)},$$

где

$$q_i = \frac{Q_i}{Q};$$

Q_1 – количество тепла, отпущенного за отчетный период в подающий трубопровод, ГДж;

Q_2 - количество тепла, вернувшегося за отчетный период по обратному трубопроводу, ГДж;

$Q_3 = Q_п$ – количество тепла, поступившего за отчетный период с подпиточной водой при температуре воды в холодном источнике водоснабжения, ГДж. Значения Q_i берутся средними за год из расчета тепломагистрали;

$\sigma_{су_i}$ – оценка среднего квадратического отклонения результата измерения расхода воды сужающим устройством в i -м трубопроводе, определяется расчетным путем по Правилам 28-64, %;

$\sigma_{см}, \sigma_{ин}, \sigma_{тс_i}, \sigma_{кп_i}, \sigma_{дм_i}, \sigma_{бу_i}$ – оценки средних квадратических отклонений результатов измерений сумматором, интегратором, термопреобразователем сопротивления ГСП, нормирующим преобразователем, дифманометром и блоком умножения, берутся равными I/2 от доверительных границ погрешностей результатов измерения соответствующими средствами измерений, определенных на основании метрологических характеристик средств измерений и результатов поверки.

gost.e-ecolog.ru