

# БАЛАНС ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТЬ

А. В. Чигинев, ведущий специалист ООО «ТЕРМОТРОНИК»

А. В. Шохин, главный конструктор ООО «ТЕРМОТРОНИК»

Основная задача коммерческого учета энергоносителей сводится в конечном итоге к определению баланса между отгруженным с источника и полученным потребителями количеством энергоресурсов. Мы рассматривали эту задачу в применении к балансу тепловой энергии и теплоносителя на ЦТП [1]. Было показано, что требования действующей «Методики осуществления коммерческого учета тепловой энергии, теплоносителя» к метрологическим характеристикам расходомеров недостаточны для решения практических задач сведения балансов с приемлемой точностью в системах теплоснабжения.

Тем не менее приведем пример того, как, используя данные приборов коммерческого учета при нахождении потерь, можно дополнительно решать некоторые специфические задачи, повышающие энергоэффективность процесса энергоснабжения.

Рассмотрим в качестве примера задачу нахождения потерь теплоносителя между ЦТП и группой крупных многоквартирных домов (МКД), подключенных к этому ЦТП для снабжения горячей водой (ГВС).

Количество теплоносителя, отпущенного с ЦТП, будет определяться разницей массовых расходов в подающем и обратном трубопроводе ГВС на ЦТП:

$$\Delta M_{\text{ЦТП}} = M_1 - M_2. \quad (1)$$

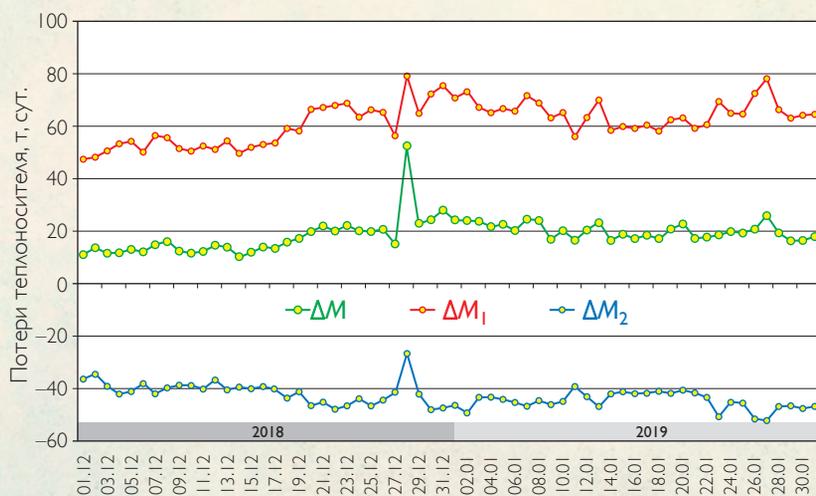


Рис. 1. Потери теплоносителя отдельно в подающих и обратных трубопроводах

А количество теплоносителя, израсходованного потребителями в качестве горячей воды, – суммой разниц соответствующих расходов у всех потребителей:

$$\Delta M_{\text{ПОТР}} = \sum_T (M_{1i} - M_{2i}). \quad (2)$$

Потери теплоносителя в сетях от ЦТП до потребителей вычисляются как разность выражений (1) и (2):

$$M_{\text{ПОТЕРЬ}} = \Delta M_{\text{ЦТП}} - \Delta M_{\text{ПОТР}} = (M_1 - \sum_T M_{1i}) + (\sum_T M_{2i} - M_2). \quad (3)$$

Преобразование выражения (3) к последнему виду было выполнено для того, чтобы два его слагаемых отвечали за потери в соответствующих трубопроводах: первое за потери в подаче, а второе за потери в обратке.

На диаграмме (рис. 1) представлены результаты расчета за период продолжительностью два месяца по суточным архивам теплосчетчиков. Общие потери, вычисленные в соответствии с выражением (3), изображены зелеными точками и линией, потери в подающих трубопроводах – красным цветом, а в обратных – синим.

Сразу же оговоримся, что допустимая характеристиками расходомеров ширина метрологического коридора в случае отсутствия действительных потерь при исправных приборах составляет в нашем случае примерно  $\pm 30$  т/сут. То есть потери (3) практически во всем исследованном периоде времени за исключением только одной точки уложились в этот допуск.

Но вот значения потерь в трубопроводах по отдельности оказались чрезмерно большими. Они существен-

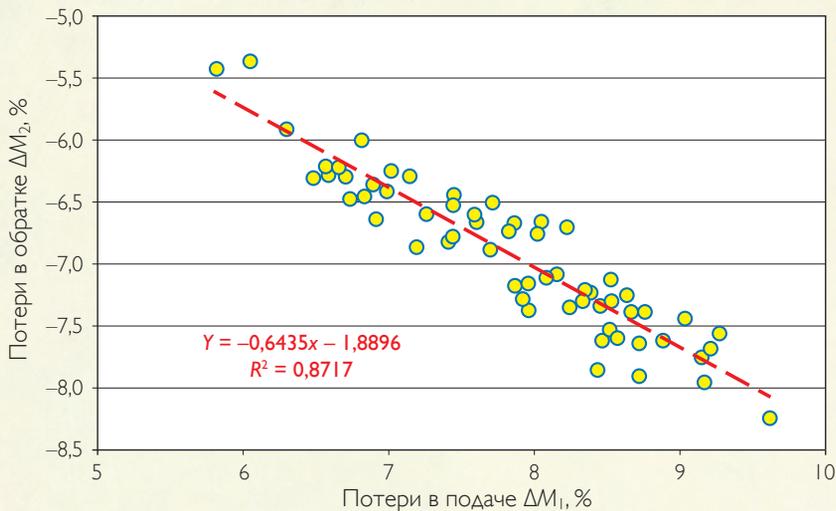


Рис. 2. Зависимость величины потерь в обратных трубопроводах от потерь в подающих трубопроводах

но превысили метрологический допуск и имеют противоположные знаки: в подающих трубопроводах потери положительные, а в обратных – отрицательные. К тому же визуально на диаграмме бросается в глаза определенная противофазная синхронность потерь в подающих и обратных трубопроводах. Чтобы подтвердить или опровергнуть ее, построим диаграмму (рис. 2) функциональной зависимости:

$$\Delta M_2 = F(\Delta M_1). \quad (4)$$

Как видно из результатов (рис. 2), между потерями в подаче и обратке существует явная, практически линейная зависимость с отрицательным наклоном: величина  $\Delta M_2$  уменьшается («растет в минус») синхронно с ростом  $\Delta M_1$  в положительную сторону.

Такое синхронное поведение потерь в трубопроводах одного контура теплоснабжения с очень высокой долей вероятности говорит о наличии так называемого перетока – а именно ситуации, когда на одной или несколь-

ких перемычках между подающим и обратным трубопроводом по какой-то причине недостаточно плотно закрыта запорная арматура.

Перемычки между подачей и обраткой на тепловых сетях присутствуют практически всегда и предназначаются для различных технологических целей, но в нормальном режиме функционирования сети они обязательно должны быть закрыты. Ситуация с перетоком возникает либо при неисправности запорной арматуры, либо при ненадлежащей эксплуатации, когда перемычку или забыли закрыть после ремонтных работ, или закрыли не полностью. Иногда, правда, встречались случаи, когда подобным образом производилась преднамеренная «регуловка» режима работы: при излишней мощности сетевых насосов на источнике (в данном случае на ЦТП) их производительность специально уменьшали при помощи такого шунтирования, хотя гораздо надежнее и эффективнее реализовать это использованием частотно-регулируемых приводов для управления насосами.

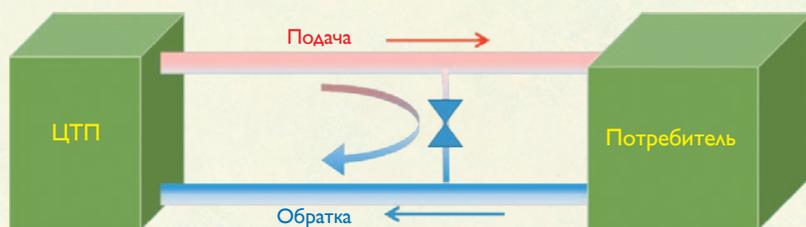


Рис. 3. Упрощенная схема перетока между подающим и обратным трубопроводом

Но в любом случае ситуация с перетоком имеет только отрицательные последствия:

- За счет шунтирования сетевых насосов снижается их КПД, а расход электроэнергии в значительной части происходит впустую.
- Нарушается температурный режим работы, так как происходит завышение  $T_2$  на стороне источника, которое невозможно исправить никакими наладочными мероприятиями.
- В случае преднамеренной «регуловки» подобного рода, кроме того, происходит ускоренный износ уплотнения запорной арматуры на «подприоткрытой» перемычке, которая в итоге просто теряет свою способность надежно перекрывать в дальнейшем поток теплоносителя.

Таким образом, при решении задачи определения баланса теплоносителя между источником и группой потребителей даже при очень широком коридоре метрологического допуска можно попутно произвести контроль наличия перетоков внутри контура теплоснабжения, которые сами по себе являются очень грубым нарушением режима и серьезно снижают энергоэффективность теплоснабжения.

Корреляцию между потерями в подающем и обратном трубопроводе при наличии современной системы диспетчеризации можно выполнять в режиме онлайн, что позволит повысить оперативность устранения нарушений подобного рода и, в свою очередь, даст дополнительные возможности снижения издержек теплоснабжающей организации.

#### Литература

1. Чигинев А. В., Шохин А. В. О сведениях балансов и определении потерь // Региональная энергетика и энергоэффективность. 2018. № 1. С. 78. ♦

ООО «ТЕРМОТРОНИК»  
193318, Санкт-Петербург,  
ул. Ворошилова, д. 2, литер А, пом. 21 I/2  
Тел. +7 (812) 326-10-50  
E-mail: zakaz@termotronic.ru  
www.termotronic.ru