

ПРОБЛЕМЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО УЧЕТА ТЕПЛА В ЖИЛОМ МНОГОКВАРТИРНОМ ДОМЕ

Е.С. Кондрашова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В существующих системах учета энергоресурсов в многоквартирных домах наибольшее распространение получают приборы учета электроэнергии, холодной и горячей воды. В то же время индивидуальные приборы учета тепла (наиболее дорогостоящего энергоресурса) в настоящее время практически не находят применение в России. Такое положение обусловлено, по крайней мере, двумя факторами. Во-первых, учет тепла требует применения специальных вычислителей, во-вторых, в России в многоквартирных домах используются в основном системы отопления с вертикальной разводкой (рис.1), когда в одной квартире проходят несколько независимых трубопроводов (стояков). Также существует ряд особенностей учета тепла, которые могут привести к существенным погрешностям измерений тепла.

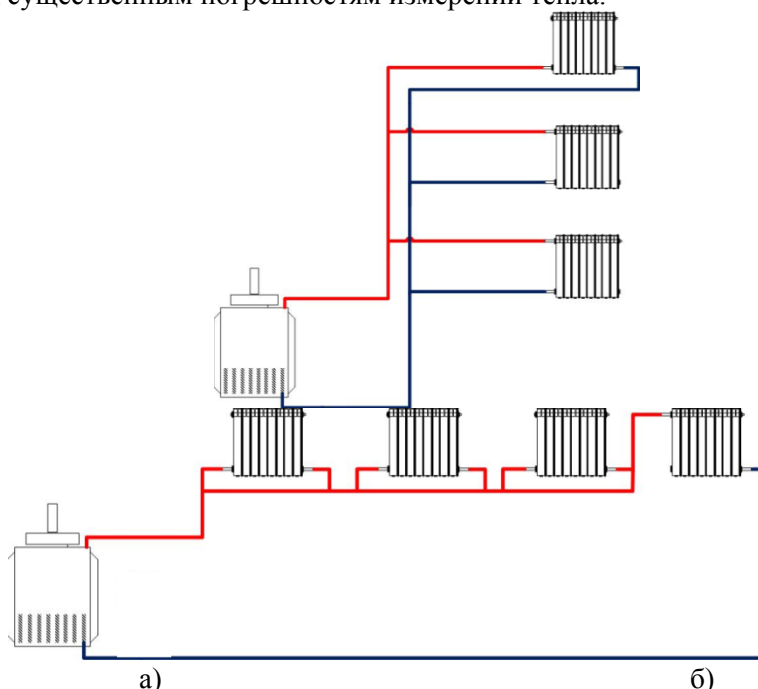


Рис. 1. Виды разводки труб: а) вертикальная б) горизонтальная

Существуют несколько методик измерения тепловой энергии, в данной статье рассмотрены наиболее актуальные из них.

Теплосчетчики позволяют непосредственно оценить количество потребленного тепла, а распределители тепла обеспечивают лишь возможность поквартирного распределения «общедомового» тепла.

Количество теплоты (внутренней энергии), которым обладает теплоноситель при температуре t , называют энтальпией и вычисляют по формуле:

$$Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot t, \quad (1)$$

где c - удельная теплоемкость теплоносителя [Дж/(кг×град)];

ρ - плотность [кг/м³];

V - объем [м³];

$m = \rho V$ - масса [кг].

Единицы измерения энтальпии – джоуль (для внутренней энергии - $c \cdot \rho \cdot V \cdot t$) или Дж/кг (для удельной внутренней энергии - $c \cdot t$).

Учет количества потребленной тепловой энергии основан на измерениях изменения (разности) энтальпии некоего количества теплоносителя в процессе теплообмена. Изменение энтальпии для закрытых систем теплоснабжения вычисляется по формуле (для открытых систем

необходимо дополнительно учитывать энтальпию холодной воды, используемой для пополнения расхода):

$$\Delta Q = c \cdot \rho \cdot V \cdot (t_{вх} - t_{вых}), \quad (2)$$

где: $(t_{вх} - t_{вых})$ – разность температур.

Теплосчетчик любого типа осуществляет оценку объемного расхода теплоносителя (V) и его температуры в подающем и обратном трубопроводах ($t_{вх}(вых)$), а затем с учетом данных о теплоемкости (c) и плотности (ρ) теплоносителя проводит вычисления в соответствии с формулой (2). При нестационарности температуры теплоносителя во входном и обратном трубопроводах требуется интегрирование величины ΔQ по времени (или ее суммирование на стационарных интервалах).

Практически непригодными для использования теплосчетчиков в качестве приборов индивидуального учета в многоквартирных домах с вертикальной разводкой делают, по крайней мере, три фактора:

1. Необходимость использования электронных тепловычислителей.
2. Необходимость применения высокоточных датчиков температуры для фиксации небольшой разницы температуры теплоносителя на входе и выходе отдельного теплообменного устройства (радиатора).
3. Необходимость врезки в проходные трубопроводы большого количества расходомеров (n в каждом стояке для n -этажного дома).

Первые два фактора существенно повышают сложность и, соответственно, стоимость автоматизированной системы индивидуального учета тепла. Третий ведет к повышению гидравлического сопротивления в трубопроводе (для однетрубной вертикальной разводки) и снижает надежность системы отопления.

Известны работы, в которых описывается возможность использования в отдельном стояке одного прибора учета расхода теплоносителя и измерителей температуры теплоносителя на входе и выходе участков трубопроводов в каждой квартире. По показаниям датчиков температуры каждой из квартир $t_{вх} - t_{вых}$ вычислитель оценивает индивидуальное теплоснабжение в пределах отдельного стояка по формуле (2). Однако это, на наш взгляд, принципиально не меняет ситуации. Проблема точной оценки небольших значений разности $t_{вх} - t_{вых}$ остается, делая теоретически интересный метод коммерчески непривлекательным.

Уравнение (2) имеет достаточно простой вид, но значения теплоемкости (c) и плотности (ρ) недоступны для прямого измерения и зависят от давления и температуры, значения которых в свою очередь изменяются на различных участках трубопровода. Для оценки теплоемкости и плотности используется большое количество полиномов, обладающих различной погрешностью.

Способы оценки указанных величин не проверяются при сертификации средств измерений и не поддаются метрологической поверке, не отражаются в документации на приборы. Это значит, что нельзя быть уверенными в том, что два теплосчетчика различных типов (от разных производителей) в одной и той же системе теплоснабжения покажут одинаковые результаты при измерениях тепла.

В настоящее время за рубежом широко распространен метод индивидуального учета на основе использования распределителей тепла. Несмотря на то, что этот метод также обладает некоторыми недостатками, он является коммерчески более привлекательным.

Распределитель тепла предназначен для определения фактической доли потребленного тепла в отдельном отапливаемом помещении в здании, общее потребление тепла в котором регистрируется общедомовым теплосчетчиком.

В отличие от простого датчика температуры радиаторный распределитель тепла регистрирует разницу средней температуры поверхности радиатора и температуры воздуха в помещении, а затем интегрирует ее по времени.

При этом количество потребленного (отданного) радиатором тепла может быть оценено по формуле:

$$Q = s \cdot (t_r - t_v) \cdot F \cdot K \quad (3)$$

где t_r - температура радиатора;

t_v - температура воздуха в помещении;

K - коэффициент теплопередачи радиатора [Вт/(м²·град)];

F - площадь поверхности радиатора;
 s - безразмерный коэффициент, учитывающий качество контакта датчика температуры с поверхностью радиатора;

$(t_r - t_v) \cdot K$ - плотность теплового потока;

Q - общее количество теплоты.

Коэффициент $s \cdot F \cdot K$ - радиаторный коэффициент - поправка на размеры (площадь) и мощность (теплопередачу) радиатора, а также на контакт датчика температуры с поверхностью радиатора и воздухом в комнате.

Для дальнейшего определения фактической доли потребленного данным помещением тепла необходимо произвести расчетную процедуру, например, в соответствии с «Методикой распределения общедомового потребления тепловой энергии на отопление между потребителями на основе показаний квартирных приборов учёта теплоты» компании «Иста-Рус».

Наиболее известным является прибор распределения тепловой энергии E-ITN 10.7(рис.2)..

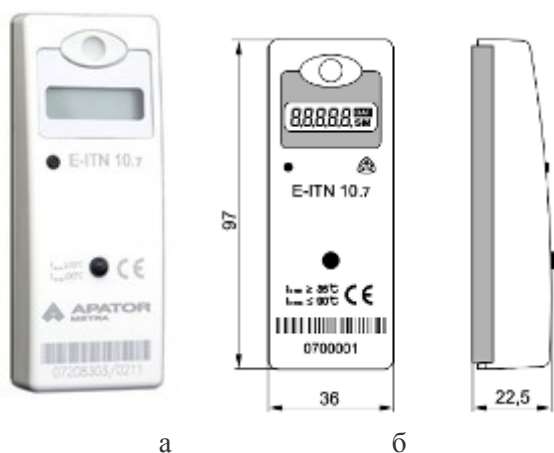


Рис.2. а)Распределитель E-ITN 10.7 б) Габаритные размеры

Принцип действия распределителя затрат на отопление E-ITN 10.7 основан на регистрации разности температур радиатора отопления и температуры воздуха в помещении, интегрируемых по времени.

Распределители теплотрат с двумя датчиками температур E-ITN 10.7 производят расчет потребления тепла со всеми типами радиаторов отопления. Считывание данных производится визуально или с помощью прибора IRU 10 используя ИК интерфейс.

Распределитель затрат на отопление оснащен 5-ти разрядным ЖК дисплеем + 2 специальных символа.

Распределитель позволяет определить:

1. Текущее значение расхода тепловой энергии
2. Значение расхода за прошедший расчетный период
3. Контрольный буквенно-цифровой код
4. Первая часть серийного номера распределителя
5. Вторая часть серийного номера распределителя

Распределитель затрат на отопление E-ITN 10.7 оснащен электронной пломбой. Эта пломба способна распознавать несанкционированное воздействие на прибор и запомнить его точную дату. Данные о несанкционированных манипуляциях передаются по радиоканалу.

Во время термического воздействия на прибор, распределитель переключается в режим работы одного датчика. При прекращении теплового воздействия распределитель переключается стандартный режим работы.

Данные по потреблению тепла и температуры радиатора за последние 12 месяцев могут быть считаны из памяти распределителя посредством инфракрасного интерфейса.

E-ITN 10.7 предназначен для установки на радиаторы отопления при одно- и двухтрубных (горизонтальных и вертикальных) систем отопления, с температурой теплоносителя от 35°C до 105°C.

Указанные распределители тепла входят в состав автоматизированной системы сбора данных CRS-40.

Система автоматического сбора показаний CRS-40 предназначена для дистанционного считывания показаний счетчиков горячей и холодной воды E-RM 30, а также распределителей затрат на отопление

Главными элементами системы автоматического сбора данных CRS-40 являются - этажные концентраторы со встроенными радиомодулями приема/передачи и домовый концентратор со встроенным GPRS-модемом.

Этажный концентратор с определенной периодичностью производит сбор показаний с распределителей и счетчиков воды по радиоканалу и через другие этажные концентраторы данные направляются в домовую концентратор, который в свою очередь, с помощью GPRS-модема передает все собранные данные через интернет на специальное программное обеспечение для дальнейших расчетов.

Установка системы сбора показаний CRS-40 позволяет в режиме он-лайн получать информацию о потреблении тепла и воды в каждой квартире

Метод индивидуального учета тепла на основе использования распределителя, на наш взгляд, имеет недостатки, связанные с зависимостью показаний прибора от внешних условий, которая может значительно проявляться при исполнении прибора с вынесенным датчиком температуры в помещении, и с реализованными в известных приборах алгоритмами учета.

В случае компактного исполнения распределителя (с двумя датчиками температуры в корпусе прибора) изменение внешних условий прямо пропорционально изменяет как теплоотдачу радиатора, так и показания самого прибора учета. Поэтому значительных погрешностей учета не возникает. Так, например закрытие радиатора шторой повышает температуру прирадиаторного слоя воздуха, что уменьшает как показания прибора, так и теплоотдачу радиатора.

Однако, в случае закрытия радиатора шторой применительно к распределителям с защитой от перегрева датчика температуры воздуха, возникает высокая вероятность перехода распределителя в одноканальный режим (при превышении показаний датчика температуры воздуха в помещении +25°C). При этом распределитель может выдавать существенно завышенные значения теплопотребления, поскольку температура воздуха в помещении в рассматриваемом случае автоматически считается равной +20°C. Например, при температуре прирадиаторного слоя воздуха +27°C и переходе распределителя в одноканальный режим завышение показаний теплопотребления может достигать 15...25%.

При использовании вынесенного датчика температуры колебания показаний прибора учета относительно истинного теплопотребления могут варьироваться в значительных пределах. Так, например закрытие радиатора шторой может значительно увеличить температуру прирадиаторного слоя воздуха, то есть снизить температурный напор. При этом температура воздуха в помещении снижается незначительно, что может привести к занижению значений теплопотребления.

Таким образом, при использовании распределителя в качестве приборов индивидуального учета тепла необходимо тщательно прорабатывать технологии их установки применительно к каждому конкретному случаю (помещению), а также применять «интеллектуальные» алгоритмы защиты приборов от влияния внешних условий или преднамеренных манипуляций показаниями.

В России распределители тепла в настоящее время серийно не выпускаются. Большинство отечественных разработок не доведены до состояния, обеспечивающего возможность их массовой установки и эксплуатации в жилищном секторе.

В целом имеющийся опыт разработки систем индивидуального учета потребления энергоресурсов позволяет заключить, что перспектива индивидуального учета тепла в многоквартирных домах именно за распределителями тепла. Во-первых, эти приборы, обладая невысокой начальной стоимостью, не требуют существенных затрат на установку и эксплуатацию. Во-вторых, в практике дорогостоящее измерение абсолютных значений индивидуального потреб-

V Научно-практическая конференция «Информационно-измерительная техника и технологии», 19–23 мая 2014 г.
ления тепла, как правило, не является решающим и дополняется поквартирным распределением «общедомового» тепла.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Рекомендация МИ 2412-97. Государственная система обеспечения единства измерений. Водяные системы теплоснабжения. Уравнения измерений тепловой энергии и количества теплоносителя. Группа Т80. Введена в действие с 01.09.1997 г.
2. Ушаков Л.В., Золотых И.К., Малых В.В., Шердаков Н.Н. Способ определения расхода тепла локальными потребителями (варианты). Заявка на изобретение 2008150006/28 от 17.12.2008. ЗАО Российская приборостроительная корпорация «Системы управления», г. Челябинск.
3. ГСССД 98-2000. Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...800°C и давлениях 0,001...1000 Мпа. Изд-во стандартов. 2000.
4. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара – М.: Энергия, 1980.