

и более, в свою очередь для трещин длиной 1 – 5 мм температурный градиент составляет около 0,5°С.

Исходя из вышесказанного, проведенное исследование подтверждает практическое применение способа теплового контроля герметичности сосудов на примере локализации течи пневматической тормозной системы вагона в условиях осмотра подвижного состава на участках ПТО [1]. Данный способ позволяет повысить достоверность, оперативность контроля и культуру труда осмоторщика, независимо от времени суток, что исключает пропуск дефектов в ночное время.

Также тепловой способ контроля позволяет определять другие дефекты металлических конструкций подвижного состава, такие как коррозия, дефекты сварных швов, перегрев букс и многие другие.

Данные выводы позволяют дать рекомендации по внесению изменений в технологическую инструкцию осмотра подвижного состава на факт наличия неисправностей в ходе движения.

### **Список информационных источников**

1. Пат. 2520952 Российская Федерация, G 01 N 25/00. Способ теплового контроля герметичности крупногабаритного сосуда [Текст] / А. Р. Ахмеджанов, Е. В. Кондратенко (Россия); заявитель и патентообладатель Омский гос. ун-т путей сообщения – № 2012152487; заявл. 05.12.2012; опубл. 28.04.2014.

2. ГОСТ Р 52400-205. Резервуары воздушные для тормозов вагонов железных дорог. – Введ. 22 ноября 2005 г. – М.: Стандартинформ, 2006. - 12 с.

## **ИНДИВИДУАЛЬНЫЙ УЧЕТ ТЕПЛА В ЖИЛОМ ДОМЕ КАК ЭЛЕМЕНТ РЕСУРСОЭФЕКТИВНЫХ СИСТЕМ**

***Кондрашова Е.С.***

*Томский политехнический университет, г. Томск  
Научный руководитель: Винокуров Б.Б., к.т.н., доцент  
кафедры информационно-измерительной техники*

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).

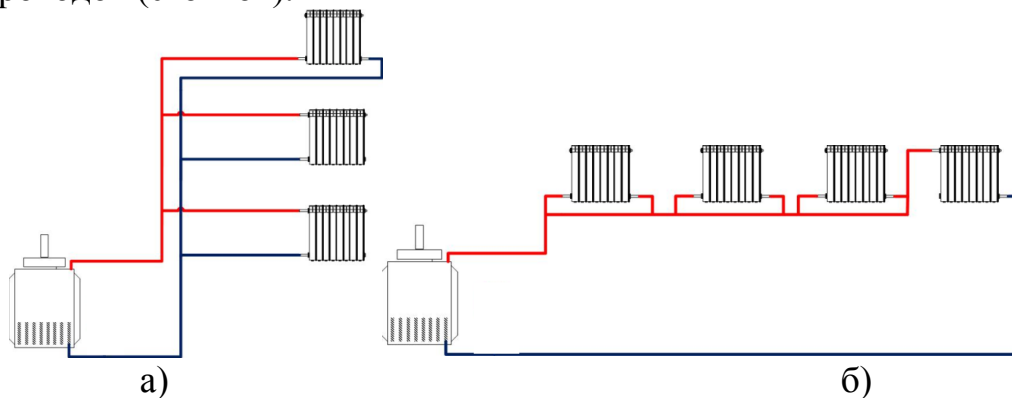


Рис.1. Виды разводки труб: а) вертикальная б) горизонтальная

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)];  $\rho$  - плотность [кг/м<sup>3</sup>];  $V$  - объем [м<sup>3</sup>];  $m = \rho V$  - масса [кг]. Единицы измерения энтальпии – джоуль (для внутренней энергии -  $c \cdot \rho \cdot V \cdot t$ ) или Дж/кг (для удельной внутренней энергии -  $c \cdot t$ ).

Изменение энтальпии для закрытых систем теплоснабжения вычисляется по формуле (для открытых систем необходимо дополнительно учитывать энтальпию холодной воды, используемой для пополнения расхода):

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

Где:  $(t_{\text{вх}} - t_{\text{вых}})$  – разность температур.

Теплосчетчик любого типа осуществляет оценку объемного расхода теплоносителя ( $V$ ) и его температуры в подающем и обратном трубопроводах ( $t_{\text{вх}}(t_{\text{вых}})$ ), а затем с учетом данных о теплоемкости ( $c$ ) и плотности ( $\rho$ ) теплоносителя проводит вычисления в соответствии с

формулой (2). При нестационарности температуры теплоносителя во входном и обратном трубопроводах требуется интегрирование величины  $\Delta Q$  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).

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 интегрируют 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 [ $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{град})$ ];  $F$  - 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.

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

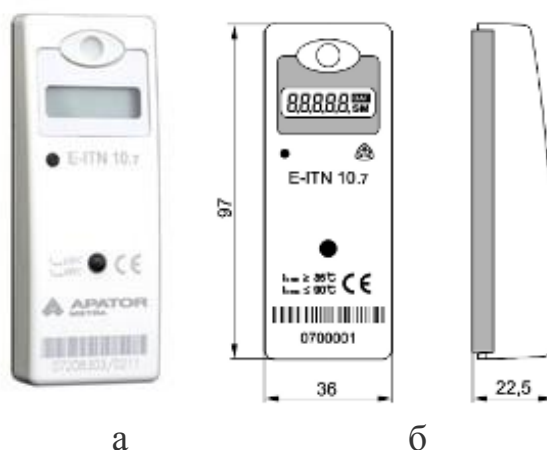


Рис. 2. а)Распределитель E-ITN 10.7 б) Габаритные размеры

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 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.

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.

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.

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 потребления тепла, как правило, не является решающим и дополняется поквартирным распределением «общедомового» тепла.

### **Список информационных источников**

1. 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.

2. ГСССД 98-2000. Вода. Удельный объем и энтальпия при температурах 0...800 °С и давлениях 0,001...1000 Мпа. Изд-во стандартов. 2000.