

**Зайцев О. Н., Никитин М. М., Лопатин С. С.**

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ В  
НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ СИСТЕМАХ ВОДЯНОГО ОТОПЛЕНИЯ**

*Юго-Западный государственный университет. Зайцев О. Н. – д. т. н., профессор  
кафедры инфраструктурных энергетических систем; Никитин М. М. Лопатин С. С.  
– аспиранты*

Уменьшение запасов ископаемых топлив приводит к их постоянному удорожанию. Особенно, учитывая, что доля затрат энергии в жилищно-коммунальном хозяйстве нашей страны составляет около 40 % суммарного энергопотребления экономики, что значительно превышает аналогичный показатель в других странах [1]. Таким образом, снижение энергозатрат на отопление помещений представляет собой важную технико-экономическую задачу. Достигнуть этого можно путем снижения энергопотребления отопительных систем. Это связано с применением низкотемпературного лучистого отопления и позволяет использовать низкопотенциальное тепло окружающей среды с помощью специальных устройств (тепловых насосов, солнечных коллекторов, конденсационных котлов и т. д.) [2–5].

**Целью настоящей работы** является повышение эффективности применения систем водяного отопления за счет применения радиационных нагревательных приборов.

**Исследование целесообразности применения комбинированного отопления в жилых и общественных зданиях.**

Нагревательные приборы в таких системах имеют развитую площадь поверхности и температуру, ограниченную нормативными документами. Так,

предусмотрены следующие ограничения температуры поверхности для строительных конструкций со встроенными нагревательными элементами:

26° С – для полов помещений с постоянным пребыванием людей;

30° С – для обходных дорожек, скамей плавательных бассейнов;

31° С – для полов помещений с временным пребыванием людей;

28, 30, 33, 36, 38° С – для потолков при высоте помещения, не превышающей, соответственно 2,8; 3,0; 3,5; 4 и 6 м [6].

Таким образом, средняя радиационная температура поверхностей  $t_R$ , обращенных в помещение, может значительно превышать таковую при конвективном отоплении. Следовательно, температура воздуха  $t_B$  в таком помещении может быть понижена согласно графической зависимости, известной как первое условие комфортности [7]. Исходя из этого условия, при  $t_R = 19^\circ \text{C}$ , достаточно поддерживать температуру воздуха  $t_B = 18^\circ \text{C}$ , при  $t_R = 20^\circ \text{C}$ ,  $t_B = 16^\circ \text{C}$ , при  $t_R = 21^\circ \text{C}$   $t_B = 14^\circ \text{C}$ . Возможная экономия энергии  $\Delta Q$ , %, для подогрева вентиляционного воздуха составит в расчете на  $1 \text{ м}^3/\text{ч}$ :

$$\Delta Q = \frac{Q_{\text{тк}} - Q_{\text{тл}}}{Q_{\text{тк}}},$$

$$Q_{\text{тк}} = mc\Delta t = mc(t_{\text{БК}} - t_{\text{Н}}),$$

$$Q_{\text{тл}} = mc\Delta t = mc(t_{\text{ВЛ}} - t_{\text{Н}}),$$

$$\Delta Q = \frac{Q_{\text{тк}} - Q_{\text{тл}}}{Q_{\text{тк}}} = \frac{t_{\text{БК}} - t_{\text{ВЛ}}}{t_{\text{БК}} - t_{\text{Н}}},$$

Где  $t_{\text{БК}}$  – температура воздуха в помещении при конвективном отоплении принята равной  $20^\circ \text{C}$ ;

$t_{\text{ВЛ}}$  – температура воздуха в помещении при лучистом отоплении;

$Q_{\text{тк}}$  – количество теплоты, необходимой для подогрева наружного воздуха до температуры  $t_{\text{БК}}$ ;

$Q_{\text{тл}}$  – количество теплоты, необходимой для подогрева наружного воздуха до температуры  $t_{\text{ВЛ}}$ ;

$m$  – расход вентиляционного воздуха;

$c$  – изобарная теплоемкость воздуха;

$t_{\text{Н}} = -18^\circ \text{C}$  – принятая расчетная температура наружного воздуха [6].

Примем, что средняя радиационная температура помещения поддерживается на уровне  $t_R = 21^\circ \text{C}$ .

Поскольку температура наружного воздуха изменяется в течение отопительного периода (в нашем случае от  $-18$  до  $8^\circ \text{C}$ ), рассмотрим влияние этого изменения на величину экономии тепла в системе отопления помещения. Примем, что теплопотери с вентиляционным воздухом составляют 45 % от суммарных потерь тепла [7]. Тогда при средней радиационной температуре внутренних поверхностей  $t_R = 21^\circ \text{C}$  экономия энергии на подогрев свежего воздуха  $\Delta Q$ , % и, следовательно, на обогрев помещения  $\Delta Q_{\text{П}}$ , %, составит в среднем за отопительный период 20–22 %.

На основании полученных данных была разработана комбинированная система низкотемпературного отопления, отличающаяся тем, что радиаторная часть системы отопления восполняет теплопотери помещения, а установка низкотемпературных излучающих панелей над оконным проемом исключает выпадение конденсата на поверхности оконных проемов, что достигается путем нагрева их выше температуры точки росы для данного помещения. то для подтверждения полученных теоретических данных разработан и изготовлен стенд, в основе которого положено устройство излучающей панели с тепловыми трубками над подоконником, которая соединена с

системой водяного низкотемпературного отопления с конвектором путем контакта оголовка тепловой трубки с металлическим кольцом, непосредственно соединенным с обратным трубопроводом водяной системы отопления.

В данном случае была использована трубка диаметром 6 мм, длиной 1,5 м, на которую была наклеена фольга, а с верхней стороны – установлены теплоизоляционные маты, толщиной 25 мм. Соединение с системой водяного низкотемпературного отопления осуществлялось путем контакта оголовка тепловой трубки с металлическим кольцом, непосредственно соединенным с обратным трубопроводом водяной системы отопления.

Основные преимущества предложенной системы: при установке отопительного прибора (стальной радиатор со средней температурой поверхности 40° С) под оконным проемом и панели лучистого отопления над подоконником (с температурой поверхности 36° С) практически исключена область распространения холодного потока воздуха. При этом использование излучающей низкотемпературной панели, работающей от тепла поверхности обратного трубопровода незначительно удорожает систему отопления, а для снижения эксплуатационных затрат можно рекомендовать устанавливать выносной терморегулятор на панели, связанный с внутренней температурой коробки светового проема (и включением при температуре ниже 4° С).

Экспериментально подтверждено, что экономия тепловой энергии в такой системе достигает 20 % в течении отопительного периода.

#### **Выводы**

Подтверждена целесообразность применения низкотемпературного отопления с точки зрения сокращения расхода тепла на подогрев вентиляционного воздуха. В помещениях со значительной долей теплопотерь с отработанным вентиляционным воздухом эффект от такого решения может достигнуть 20 %. Разработана комбинированная система низкотемпературного отопления, позволяющая достичь экономии тепловой энергии до 20 % в течение отопительного периода.

#### *Список использованных источников*

1. Круковский, П. Г. Анализ путей уменьшения энергозатрат за счет периодического снижения температуры воздуха отапливаемых помещений / П. Г. Круковский [и др.] // Пром. Теплотехника. – 2008. – Т. 30, – № 2. – С. 79.
2. Зайцев, О. Н. Проектирование систем водяного отопления : пособие для проектировщиков, инженеров и студентов технических вузов / О. Н. Зайцев, А. П. Любарец. – Вена – Киев – Одесса : 2008. – 200 с.
3. Довмир, Н. М. Низкотемпературные режимы систем отопления как предпосылка эффективного применения конденсационных котлов и тепловых насосов / Н. М. Довмир // Пром. теплотехника. – 2008. – № 5. – с. 62–68.
4. Долинский, А. А., Драганов Б.Х. Тепловые насосы в системе теплоснабжения зданий / А. А. Долинский, Б. Х. Драганов // Пром. теплотехника. – 2008. – № 6. – с. 71–83.
5. Накорчевский, А. И. Система теплоснабжения теплоавтономного дома / А. И. Накорчевский // Пром. теплотехника. – 2009. – № 1. – с. 67–73.
6. Богословский, В. Н. Теплообмен в помещении с панельно-лучистой системой обогрева / В. Н. Богословский // Водоснабжение и санитарная техника. – 1961. – № 9. – с. 23–28.
7. Гершкович, В. Ф. Энергосберегающие системы жилых зданий. Пособие по проектированию / В. Ф. Гершкович // Электронный журнал энергосервисной компании Экологические системы. – 2007. – № 8.