

Библиографический список

1. СП 124.13330.2012 «Тепловые сети» М.: Минстрой России, 2011. – 116 с.
2. Соколова С.С., Соколов В.А. Управление температурным режимом производственных зданий: Монография; Тул. гос. ун-т – Тула, 2010. – 167 с.

УДК 697.1

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЭКОНОМИИ ТЕПЛОТЫ ПРИ МЕСТНОМ ПРОГРАММНОМ РЕГУЛИРОВАНИИ

Солодков С.А.

Тульский государственный университет

В статье приведена методика расчета экономии тепловой энергии при программном регулировании отопительной нагрузки.

Согласно федеральному закону от 23 ноября 2009 г. РФ № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» энергетический паспорт, составленный по результатам обязательного энергетического обследования должен включать оценку возможной экономии энергетических ресурсов и перечень типовых мероприятий по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. В качестве одного из типовых мероприятий предлагается Снижение температуры воздуха в помещениях зданий в часы отсутствия там людей-выходные и праздничные дни, ночное время. То есть применение в этих зданиях прерывистого отопления. Согласно различным источникам экономия энергоресурсов при этом должна составить 10–30 %.

В статье предлагается методика количественной оценки снижения теплотрат при переходе на программный отпуск теплоты на отопление.

Снижение температуры помещений достигается полным прекращением подачи тепла в систему отопления здания по окончании рабочего периода. Понижение температуры в нерабочее время допустимо до 5 °С в производственных помещениях и до 10 °С в помещениях общественных зданий [1].

После снижения температуры до допустимого значения в систему отопления необходимо подавать сокращенный расход тепла для компенсации теплопотерь в новом стационарном режиме.

Для быстрого повышения температуры помещения до требуемой величины перед началом рабочего периода необходимо максимально увеличить отпуск тепла. Система отопления в здании с переменным тепловым режимом должна иметь тепловую мощность большую по сравнению с мощностью постоянно действующей системы.

Экономическая эффективность программного отпуска теплоты зависит от продолжительности режимов пропуска, сниженной подачи тепла и натопа. Переходные тепловые процессы в помещении подчиняются закономерности регулярного теплового режима, согласно которой скорость изменения логарифма избыточной температуры является постоянной величиной. Тогда ожидаемая внутренняя температура в отапливаемых зданиях с учетом их аккумулирующей способности при режимах, когда подвод теплоты не равен теплопотерям может быть определена по формуле Е.Я. Соколова [2]:

$$t_b = t_n + Q/q + (t'_b - t_n - Q/q) e^{z/\beta}, \quad (1)$$

где t_b – внутренняя температура, которая установится в помещении через z , ч, после нарушения нормального температурного режима;

t'_b – внутренняя температура, которая была в помещении в момент нарушения температурного режима;

t_n – средняя температура наружного воздуха за период нарушения, т.е. за z , ч;

Q – подача теплоты в помещение, Дж/ч;

q – тепловая характеристика здания, Дж/(ч·°C);

β – коэффициент аккумуляции, ч.

При полном прекращении отопления и отсутствии внутренних тепловыделений, т.е. при $Q=0$, формула (1) принимает вид:

$$t_b = t_n + (t'_b - t_n) e^{z/\beta}. \quad (2)$$

Коэффициент аккумуляции характеризует аккумулирующую способность здания. Он может быть определен на основе результатов испытаний по формуле

$$\beta = \frac{z}{\ln \frac{t'_в - t_n - Q/q}{t_n - t_n - Q/q}} \quad (3)$$

При отсутствии экспериментальных данных коэффициент аккумуляции может быть определен по формуле [3]

$$\beta = \frac{(c \cdot \rho \cdot A \cdot \delta)_{\text{вк}}}{2} \frac{1}{q} \quad (4)$$

где $c\rho$, A , δ – объемная теплоемкость, Дж/(м³·°C), площадь, м², и толщина, м, наружного ограждения.

Решая уравнение (2) относительно z получим формулу для определения времени снижения температуры помещения от расчетной $t_{в,р}$ до допустимой в нерабочий период $t_{в,доп}$

$$z_{\text{пр}} = \beta \cdot \ln \frac{t_{в,р} - t_n}{t_{в,доп} - t_n} \quad (5)$$

Приняв обозначение коэффициента отпуска теплоты

$$y = Q/Q_0,$$

где Q – фактический отпуск теплоты, Дж/ч,

Q_0 – теоретический отпуск теплоты при текущем значении температуры наружного воздуха, Дж/ч, и решив уравнение (1) относительно z получим формулу для определения времени повышения температуры помещения от $t_{в,доп}$ до $t_{в,р}$ (период натопа)

$$z_n = \beta \cdot \ln \frac{t_{в,доп} - t_n - y(t_{в,р} - t_n)}{t_{в,р} - t_n - y(t_{в,р} - t_n)} \quad (6)$$

Если суммарное время пропуска $z_{\text{пр}}$ и натопа z_n меньше времени нерабочего периода $z_{н,р}$, то в промежутке между пропуском и натопом на протяжении времени $z_{\text{сн}} = z_{н,р} - z_{\text{пр}} - z_n$ необходимо обеспечить сниженный отпуск теплоты для поддержания температуры помещения на уровне $t_{в,доп}$.

Если суммарное время пропуска $z_{\text{пр}}$ и натопа z_n (по формулам (5) и (6)) превышает время нерабочего периода $z_{н,р}$, т.е. температура помещения не понижается до $t_{в,доп}$, то продолжительность пропуска и натопа определяется по формулам

$$z_{np} = \beta \cdot \ln \frac{y - 1 + e^{-z_{n,p}/\beta}}{y \cdot e^{-z_{n,p}/\beta}}, \quad (7)$$

$$z_n = z_{n,p} - z_{np} \quad (8)$$

Экономия теплоты (Дж) за один нерабочий период определяется по формуле

$$\Theta = \left[z_{np} + \left(1 - \frac{t_{в,доп} - t_n}{t_{в,p} - t_n} \right) z_{сн'} - (y - 1)z_n \right] Q_o. \quad (10)$$

Экономия теплоты (Дж) в недельном цикле

$$\Theta_n = \Theta_p (N_p - 1) + \Theta_v,$$

где Θ_p , Θ_v – экономия теплоты за один нерабочий период в рабочие и выходные дни, Дж;

N_p – число рабочих дней в неделе.

Формула определения годовой экономии теплоты (Дж) имеет вид:

$$\Theta_r = \sum_i \frac{\Theta_n(t_{ni}) + \Theta_n(t_{ni+1})}{2} \frac{\Pi_i}{24 \cdot 7}, \quad (11)$$

где $\Theta_n(t_{ni})$, $\Theta_n(t_{ni+1})$ – экономия теплоты в недельном цикле при температуре наружного воздуха t_{ni} и t_{ni+1} соответственно, Дж;

Π_i - длительность стояния температур в интервале $t_{ni} \div t_{ni+1}$, ч.

В качестве примера рассмотрено общественное здание расположено в г. Туле. Коэффициент аккумуляции принят равным $\beta = 30$ ч. Режим работы учреждения 5 дней в неделю с 8 до 18 часов. Коэффициент запаса мощности системы отопления 1,5. Годовая экономия теплоты при переходе на местное программное регулирование отопительной нагрузки для рассматриваемого здания составит 12,54%.

Более значительная экономия тепловой энергии может быть достигнута при увеличении мощности системы отопления.

Таким образом, методика расчета позволяет определить экономию тепловой энергии при переходе на программное регулирование отопительной нагрузки и может быть использована в технико-экономических расчетах.

Библиографический список

1. *Внутренние санитарно-технические устройства. Ч. 1. Отопление / В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава и др.: Под ред. И.Г. Старовойтова и Ю.И. Шиллера. - М.: Стройиздат, 1990. 344с.*
2. *Соколов Е.Я. Теплофикация и тепловые сети. - М.: Энергоиздат, 1982. - 360 с.*
3. *Богословский В.Н., Сканава А.Н. Отопление. - М.: Стройиздат, 1991. - 735 с.*

УДК 536.24

ТЕПЛОУТИЛИЗАТОР НА ТЕПЛОВЫХ ТРУБАХ ПОГРУЖЕННЫХ В ПСЕВДООЖИЖЕННЫЙ СЛОЙ

Эшматов М.М., Файзиев З. Х.

Самаркандский Государственный архитектурно-строительный институт, Узбекистан

Приведены результаты экспериментальных исследований, теплообмена и гидродинамики крупнодисперсного псевдоожигенного слоя, с погруженными пучками продольноорезбрённых профилированных труб.

Утилизация тепловых вторичных энергоресурсов до сих пор остаётся актуальной проблемой. В настоящее время имеются огромные запасы выбросных тепловых источников в виде уходящих дымовых газов котельных, компрессорных станций магистральных газопроводов, промышленных и бытовых предприятий, в широком диапазоне температур.

Существующие трубчатые и пластинчатые теплообменники имеют огромный вес и малую ремонтпригодность и эффективность. Вращающиеся теплообменники не устраняют переток теплоносителя.

Широкое распространение получают теплообменники на тепловых трубах (ТТТ), имеющие высокую эффективность и компактность. Использование псевдоожигенного слоя (ПС) в сочетании оребренных тепловых труб (ТТ) позволяет интенсифицировать теплообмен и достичь эффективности теплоутилизатора, равной до 0,7–0,8.