

РАЦИОНАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАСЧЁТНОЙ МОЩНОСТИ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ТЕПЛООБМЕННИКОВ ПРИ НЕЗАВИСИМОМ ПОДКЛЮЧЕНИИ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

М.М.Полунин, профессор, Ж.В.Димитрова, профессор,
Ю.Г.Элькин, доцент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

При подключении отопительных систем по независимой схеме предусматривается [1; 2] установка двух блоков подогревателей с тепловой мощностью, равной 50% от расчетной отопительной нагрузки $N_{от}^p$ каждого из них. При этом не учитывается продолжительность работы блоков и эффективность их использования в условиях переменной тепловой нагрузки. Определённые проблемы возникают при аварийных ситуациях даже в условиях высоко организованной системы автоматизации теплообеспечения.

В связи с этим представляется необходимым провести анализ оптимального распределения расчётной отопительной нагрузки между мощностями двух подогревательных блоков.

Примем, что относительная мощность одного из блоков, – «базовый» блок – составляет $\bar{\varphi}_б$. Тогда относительная мощность «дополнительного» блока будет равна $\bar{\varphi}_д = 1 - \bar{\varphi}_б$. Для оценки продолжительности работы каждого из блоков воспользуемся уравнением графика продолжительности сезонной тепловой нагрузки, предложенного проф. Б.Л.Шифринсоном [3] в виде

$$\bar{\varphi}_с = 1 - A(\bar{n})^\gamma, \quad (1)$$

где $\bar{\varphi}_н$ – относительная мощность теплового потока сезонной нагрузки; A и γ , коэффициенты, равные, соответственно,

$$A = \left(8 - t_{но}^p\right) / \left(18 - t_{но}^p\right), \quad (2)$$

$$\gamma = \left(8 - t_n^{co}\right) / \left(t_n^{co} - t_{но}^p\right), \quad (3)$$

\bar{n} – относительное время продолжительности отопительного периода; $t_{но}^p$ и $t_{но}^i$ – температура наружного воздуха соответственно расчётная отопительная и текущая, °С;

На основании уравнения (1) относительная продолжительность работы «базового» блока $\bar{\varphi}_b$ и «дополнительного» блока $\bar{\varphi}_a$ составляет (см. рис. 1):

$$\bar{n}_{баз} = [(1 - \bar{\varphi}_{баз}) / A]^{1/\gamma}, \quad (4)$$

$$\bar{n}_{дон} = (\bar{\varphi}_{баз} / A)^{1/\gamma}. \quad (5)$$

Отметим, что по существу уравнения (1) площадь, ограниченная осями координат соответствует суммарной величине относительной расхода теплоты $\sum \bar{Q}_c$ на сезонную нагрузку за отопительный период, то есть

$$\sum \bar{Q}_c = \int_0^1 [1 - A(\bar{n})^\gamma] d\bar{n} = 1 - \frac{A}{\gamma + 1}. \quad (6)$$

В свою очередь относительное суммарное количество теплоты, отпускаемое в течение отопительного сезона, соответствует площадям, указанным на рис. 1:

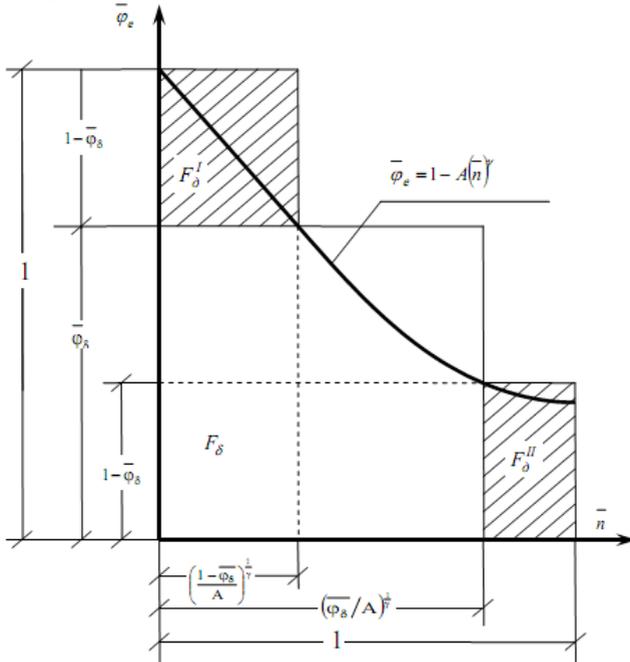


Рис. 1. График продолжительности сезонного теплового потока

Эти площади $F_{\bar{\phi}}$ и F_{Δ} , указанные на рис 1, характеризуют суммарный расход теплоты базовым и дополнительным теплообменниками

$$F_{\bar{\phi}az} = \bar{\varphi}_{\bar{\phi}} \left(\frac{\bar{\varphi}}{A} \right)^{1/8}, \quad (7)$$

$$F'_{\bar{\phi}on} = (1 - \bar{\varphi}_{\bar{\phi}}) \left(\frac{1 - \bar{\varphi}_{\bar{\phi}}}{A} \right)^{1/\gamma}, \quad (8)$$

$$F''_{\bar{\phi}on} = (1 - \bar{\varphi}_{\bar{\phi}}) \left[1 - \left(\frac{\bar{\varphi}_{\bar{\phi}}}{A} \right)^{1/\gamma} \right]. \quad (9)$$

Таким образом функционал $\Phi(\bar{\varphi}_{\bar{\phi}az})$, характеризующей разность между относительным количеством теплоты, отпускаемым отопительными блоками и его теоретическим значением определится выражением

$$\begin{aligned} \Phi(\bar{\varphi}_{\bar{\phi}az}) &= F_{\bar{\phi}ak} + F'_{\bar{\phi}on} + F''_{\bar{\phi}on} - \left(1 - \frac{A}{\gamma + 1} \right) = \\ &= \bar{\varphi}_{\bar{\phi}az} \left(\frac{\bar{\varphi}_{\bar{\phi}az}}{A} \right)^{1/\gamma} + (1 - \bar{\varphi}_{\bar{\phi}az}) \left(\frac{1 - \varphi_{\bar{\phi}az}}{A} \right)^{1/\gamma} + \\ &+ (1 - \bar{\varphi}_{\bar{\phi}}) \left[1 - \left(\frac{\bar{\varphi}_{\bar{\phi}}}{A} \right)^{1/\gamma} \right] - \left(1 - \frac{A}{\gamma + 1} \right). \end{aligned} \quad (10)$$

Для получения экстремального (минимального) значения функционала $\Phi_{\min}(\bar{\varphi}_{\bar{\phi}})$ составим уравнение

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Phi(\bar{\varphi}_{\bar{\phi}})}{\partial \bar{\varphi}_{\bar{\phi}}} &= \frac{2(1/\gamma + 1)}{A^{1/\gamma}} \bar{\varphi}_{\bar{\phi}}^{1/\gamma} - \\ &- \frac{1}{\gamma A^{1/\gamma}} \bar{\varphi}_{\bar{\phi}}^{(1/\gamma - 1)} - \frac{1}{\gamma A^{1/\gamma}} (1 - \bar{\varphi}_{\bar{\phi}})^{(1/\gamma - 1)} - \quad , \quad (11) \\ &- 1 - \frac{(1 - \bar{\varphi}_{\bar{\phi}})^{1/\gamma}}{A^{1/\gamma}} + \frac{1}{\gamma A^{1/\gamma}} \bar{\varphi}_{\bar{\phi}} (1 - \varphi_{\bar{\phi}})^{(1/\gamma - 1)} = 0 \end{aligned}$$

Уравнение (11) показывает, что оптимальное распределение мощности расчётной отопительной нагрузки при независимом подключении систем отопления между блоками подогревателей зависит от климатических характеристик режима теплоснабжения.

Анализ данных [4] показал, что для широкого спектра значений A и γ для Украины их величины находятся в диапазоне: $\gamma = 0,45 \div 0,55$; $A = 0,7 \div 0,8$.

Расчёты показали, что с достаточной для практики точностью можно принимать $\Phi_{\min}(\bar{\varphi}_0)$

Выводы

1. Установлено, что для широкого спектра климатологических показателей регионов Украины распределение мощности отопительных теплообменников мало зависит от температурных характеристик регионов.

2. С достаточной для практики точностью распределение расчетной мощности отопительных блоков теплообменников можно принимать в соотношении $60\% \div 40\%$.

Summary

On the basis of climatic characteristics of Ukrainian regions optimal distribution of heating capacity in heating exchangers blocks was offered to produce on account of their work duration during heating period.

Литература

1. ДБН В.25-39:2008 Теплові мережі.
 2. ДБН В.25-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування.
 3. Шифринсон Б.Л. Основне расчёты теплових сетей. – М.: Госэнергоиздат, 1940.
- СНиП 2.01.01-82 Строительная кліматологія і геофізика.