

УДК 697.34

## ИНТЕГРИРОВАННЫЙ УЧЕТ КОЭФФИЦИЕНТОВ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ И ЗАМЕЩЕНИЯ МОЩНОСТИ АБОНЕНТСКОГО ТЕПЛОПОТРЕБЛЕНИЯ В РАЗРАБОТКЕ ПАРОКОМПРЕССИОННЫХ СИСТЕМ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

**В. Д. ПЕТРАШ, Ю. Н. ПОЛУНИН, А. А. ПОЛОМАННЫЙ,  
М. В. ВЫСОЦКАЯ**

*Учреждение образования «Одесская государственная  
академия строительства и архитектуры», Украина*

### Введение

В расчетно-аналитических разработках по совершенствованию парокомпрессионных систем теплоснабжения весьма актуальным является достоверность обоснованного прогнозирования долгосрочных энергетических характеристик систем отбора энергии от низкотемпературных источников и теплообменного оборудования, прежде всего испарителей, которые в виде главных составляющих компонент тепловых насосов определяют величину капитальных и эксплуатационных затрат, необходимых на устройство анализируемых систем. При этом определяющим является многофакторное соотношение переменных потоков абонентского теплопотребления, обуславливающее обоснованный выбор нормируемых коэффициентов замещения мощности соответствующих абонентских систем в обеспечении установленных значений годовых коэффициентов преобразования [1]. Из вышеизложенного представляется, что одним из путей в решении поставленной задачи может быть интегрированный учет вышеуказанных факторов в виде обобщенного, так называемого приведенного коэффициента замещения мощности абонентского теплопотребления в направлении поиска минимизации потребляемой мощности дополнительным источником энергии.

### Основная часть

Общая производительность парокомпрессионной системы теплоснабжения согласно [1] определяется необходимой мощностью абонентского теплопотребления по зависимости

$$Q_{o,b,g,b}^p = f_{o,b} Q_{o,b}^p + f_{g,b} Q_{g,b}^p, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где  $f_{o,b}$  – коэффициент замещения расчетного отопительно-вентиляционного потока, значение которого, прежде всего в наиболее часто применяемых системах с бинарным режимом догрева абонентского теплоносителя, зависит от показателя удельной мощности отопительных элементов внутри здания. Его значения при  $q_o \leq 20 \text{ Вт}/(\text{м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ ,  $f_{o,b} = 1$ ; в диапазоне  $q_o \leq 20\text{--}40$ ,  $f_{o,b} = 0,95$ , а если  $q_o \geq 40$ , то  $f_{o,b} = 0,9$ ;  $f_{g,b}$  – коэффициент замещения расчетного теплового потока на горячее водоснабжение, который при стандартном устройстве санитарно-технического оборудования принимается равным единице.

Для абонентских систем справедливо соотношение потоков для отопительно-вентиляционных процессов и горячего водоснабжения в следующем виде [2]:

$$Q_{г.в}^p = \beta Q_{о.в}^p, \text{ Вт}, \quad (2)$$

где  $\beta$  – часть расходуемой теплоты на горячее водоснабжение относительно необходимой для отопления и вентиляции.

Из зависимости (1) с учетом (2) расчетное значение теплового потока для конденсатора  $Q_k$  представляется в виде

$$Q_k = (f_{о.в} + \beta f_{г.в}) Q_{о.в}^p, \text{ Вт}. \quad (3)$$

Известно [3], что коэффициент преобразования  $\varphi$  представляет собой отношение производительности теплового насоса  $Q_k$  к тепловому эквиваленту приводной мощности  $W$  в работе компрессора

$$\varphi = \frac{Q_k}{W}. \quad (4)$$

Из определения энергетических затрат в работе компрессора следует, что потребляемая мощность может быть представлена в виде разности энергетических потоков компрессора и испарителя  $W = Q_k - Q_{и}$ , в результате чего зависимость (4) коэффициента преобразования представляется в виде соотношения

$$\varphi = \left(1 - \frac{Q_{и}}{Q_k}\right)^{-1}. \quad (5)$$

На основе нормируемого значения коэффициента преобразования [1] из зависимости (5) представляется возможным определить тепловой поток, отбираемый в испарителе от низкотемпературного источника в следующем виде:

$$Q_{и} = \left(1 - \frac{1}{\varphi}\right) Q_k. \quad (6)$$

В результате из уравнения (3) с учетом (6) определяется расчетная мощность испарителя в зависимости от необходимого теплового потока для отопительно-вентиляционных систем и горячего водоснабжения согласно зависимости

$$Q_{и} = f_{пр} Q_{о.в}^p, \quad (7)$$

где  $f_{пр}$  – приведенный коэффициент замещения расчетного абонентского теплопотребления, который, учитывая коэффициенты замещения мощности  $f_{о.в}$ ,  $f_{г.в}$  и соотношение тепловых потоков  $\beta$ , а также коэффициент преобразования, представляется в следующем интегрированном виде:

$$f_{пр} = \left(1 - \frac{1}{\varphi}\right) (f_{о.в} + \beta f_{г.в}). \quad (8)$$

На рис. 1 представлена графическая интерпретация уравнения (8) в виде функциональной взаимосвязи приведенного коэффициента замещения в зависимости от коэффициента преобразования при различных соотношениях абонентских тепловых

потоков и характерных значениях коэффициентов замещения расчетных тепловых потоков для отопительно-вентиляционных систем и горячего водоснабжения при  $f_{г.в} = 1$  [1].

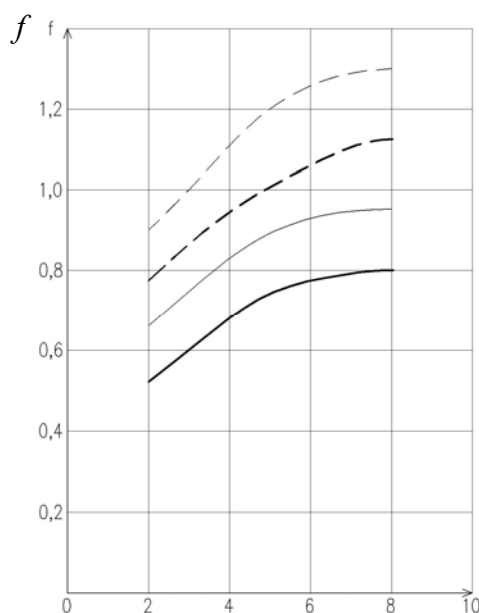


Рис. 1. Зависимость приведенного коэффициента замещения мощности абонентских систем от коэффициента преобразования энергетических потоков:

—  $\beta = 0,1$  и — — —  $\beta = 0,5$  при  $f_{о.в} = 0,8$ ;  
 —  $\beta = 0,1$  и — — —  $\beta = 0,5$  при  $f_{о.в} = 1,0$

Из графиков следует, что приведенный коэффициент замещения абонентского теплопотребления весьма существенно зависит от эффективности преобразования энергетических потоков при различных значениях  $\beta$  и  $f_{о.в}$  для установленного значения  $f_{г.в} = 1$ . Характерно, что его значение, будучи отнесенным к большему значению абонентского теплового потока  $Q_{о.в}^p$  может достигать  $f_{пр} > 1$ . Графиками иллюстрируется возрастание значений приведенного коэффициента замещения от показателей эффективности преобразования энергетических потоков при увеличении соотношения тепловых потоков и коэффициентов замещения мощности абонентского теплопотребления. Графическая взаимосвязь позволяет анализировать влияние переменного соотношения тепловых потоков  $\beta$  в процессе эксплуатационного регулирования абонентского теплопотребления и коэффициентов замещения мощности на эффективность преобразования энергии.

### Заключение

На основе результатов исследования получена обобщенная зависимость для интегрированного учета коэффициентов преобразования и замещения мощности структурных подсистем с переменным соотношением потоков потребляемой теплоты в виде приведенного коэффициента замещения мощности. Она позволяет проводить прогнозируемый анализ совместного влияния переменного соотношения тепловых потоков подсистем в процессе эксплуатационного регулирования и их коэффициентов замещения на общую эффективность энергосбережения в пароконпрессионных системах теплоснабжения на пути минимизации затрат дополнительным источником энергии.

**Литература**

1. ДСТУ Б В.2.5-44:2010. Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – С. 57.
2. Петраш, В. Д. Теплонасосные системы теплоснабжения / В. Д. Петраш. – Одесса : ВМВ, 2014. – 556 с.
3. Мартыновский, В. С. Циклы, схемы и характеристики термотрансформаторов / В. С. Мартыновский. – М. : Энергия, 1977. – 280 с.

*Получено 02.11.2015 г.*