

Кузьмин Сергей Иванович,

к.т.н., доцент, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: sergey.kuzmin@mail.ru,

Ившина Надежда Александровна,

магистрант, Ангарский государственный технический университет,
e-mail: nadezdaivsina1@gmail.com

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ТЕПЛОПОТРЕБЛЯЮЩИХ СИСТЕМ ЗДАНИЯ

Kuzmin S.I., Ivshina N.A.

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF HEAT PUMPS FOR HEAT-CONSUMING BUILDING SYSTEMS

Аннотация. Рассмотрена методика оценки эффективности тепловых насосов для теплотребляющих систем здания в круглогодичном периоде эксплуатации.

Ключевые слова: энергосбережение, утилизация тепловой энергии, тепловой насос, приведенные затраты, теплотребляющие системы.

Annotation. The method of estimation of efficiency of heat pumps for heat-consuming systems of the building in the year-round period of operation is considered.

Keywords: energy saving, heat energy utilization, heat pump, reduced costs, heat consuming systems.

В решении проблемы энергосбережения одним из наиболее перспективных методов повышения энергетической эффективности зданий является использование тепловой энергии окружающей среды – атмосферы, источников природной воды, грунта, имеющих низкий температурный потенциал. Тепловая энергия, содержащаяся в этих источниках, извлекается тепловыми насосами с повышением температурного потенциала с целью использования в теплотребляющих системах здания – отопления, горячего водоснабжения, вентиляции.

Однако надо иметь ввиду, что при наличии традиционных (ТЭЦ, котельных и т.п.) и альтернативных (тепловые насосы, солнечные тепловые коллекторы) источников тепловой энергии выбор способа теплоснабжения объекта должен основываться на сравнении конкурирующих вариантов.

Одной из особенностей эксплуатационных характеристик тепловых насосов является зависимость их эффективности от температуры среды, что является существенным фактором для атмосферных систем: «атмосферный воздух – теплотребляющая система».

В настоящей работе рассмотрены положения методики оценки эффективности тепловых насосов в условиях меняющейся температуры теплосодержащей среды.

Основным критерием эффективности «источника теплоснабжения» выбрана удельные приведенные затраты $C_{np,Q}$, отнесенные к единице перекаченной энергии W_{TH} (МВт·год):

$$C_{np,Q} = (K_{np} C_K + C_{\text{э}}) / W_{TH},$$

где C_K и $C_{\text{э}}$ - затраты соответственно капитальные на установку источника (руб.) и эксплуатационные, (руб./год);

$K_{np.}$ - коэффициент самоокупаемости системы, год⁻¹.

Стоимость теплового насоса (включая строительно-монтажные работы) представим зависимостью от его расчетной теплопроизводительности Q_{TH} :

$$C_K = b \cdot Q_{TH}^m,$$

где b - коэффициент, учитывающий марку и производителя изделия.

Эксплуатационные затраты в основном связаны с потреблением электроэнергии на перекачку рабочей среды насоса $C_{\text{э.эл}}$:

$$C_{\text{э.эл}} = N_y \cdot \tau \cdot c_{\text{эл}},$$

где N_y - установочная мощность теплового насоса, кВт;

τ и $c_{\text{эл}}$ - соответственно продолжительность периода работы теплового насоса (час/год.) и стоимость электроэнергии, руб./кВт·час.

Зависимость фактической теплопроизводительности насоса $Q_{TH,i}$ от текущей температуры воздуха t_i находится в пределах от максимального Q_{TH} (расчетного) значения при температуре наружного воздуха t_{TH} до нуля при температуре атмосферы, близкой к кипению рабочей среды насоса $t_{\text{кип}}$. Эту зависимость, для конкретной марки изделия, можно представить уравнением типа:

$$Q_{TH,i} = Q_{TH} \cdot (1 - \exp(s \cdot (t_i - t_{\text{кип}}))),$$

где s - показатель степени, зависит от марки теплового насоса.

Тогда теплопроизводительность W_{TH} установки за период τ составит:

$$W_{TH} = \sum_1^n Q_{TH,i} \cdot \tau_i,$$

где τ_i - продолжительность постоянства температуры t_i наружного воздуха, ч в районе расположения объекта и может быть определена по методике [1].

$$\text{Соответственно } \tau = \sum_1^n \tau_i.$$

Таким образом, приведенный алгоритм является способом оценки экономической эффективности тепловых насосов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузьмин С.И. Анализ влияния регулирования температуры внутреннего воздуха на теплотребление системы отопления здания // Сб. научных трудов АГТА, 2014 г.