

## **ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОАККУМУЛИРУЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЗДАНИЯ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ**

**Д. С. Трошев, А. В. Овсянник**

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Энергосистема Республики Беларусь имеет пики потребления электроэнергии в дневное время, при этом в ночное время наблюдается провал электропотребления. Выравнивание графика электронагрузок является одним из приоритетных направлений в области повышения эффективности функционирования энергосистемы. С вводом в эксплуатацию Белорусской АЭС возникнет необходимость загрузить ее по мощности в периоды провала электропотребления. Одним из направлений по загрузке АЭС в период минимума нагрузок является переход на электрообогрев в ночное время. Однако применение обычных электронагревателей с точки зрения энергоэффективности не является лучшим решением. Гораздо экономичнее использовать для выработки тепловой энергии тепловые насосы, которые на затраченные  $1 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  электрической энергии вырабатывают в зависимости от разницы температур от 2 до  $5 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$  тепловой энергии.

Для снижения затрат энергии на обогрев зданий, а также для загрузки энергосистемы в часы минимума энергопотребления предлагается устанавливать в качестве источника индивидуального теплоснабжения тепловой насос, максимальная выработка тепловой энергии которого будет происходить в ночное время, а в часы максимума электрических нагрузок снижать его выработку до минимума за счет того, что здание накапливает тепловую энергию, что позволит поддерживать комфортную температуру в помещении при снижении выработки тепловой энергии.

Эффективность теплового насоса определяется коэффициентом преобразования, который можно представить в общем виде функцией:

$$\mu = f(t_{\text{х.ист}}, t_{\text{г.ист}}, \text{тип хладагента}, \eta_{\text{т.н}}), \quad (1)$$

где  $t_{\text{х.ист}}, t_{\text{г.ист}}$  – температуры «холодного» и «горячего» источников теплоты, °С (при использовании теплового насоса грунтового типа температуру «холодного» источника можно принимать на уровне 5 °С, температура «горячего» равняется температуре в подающем трубопроводе согласно температурному графику);  $\eta_{\text{т.н}}$  – КПД теплового насоса (приблизительно можно принять равным КПД компрессора).

При переменном графике работы теплового насоса тепловой режим здания является нестационарным. При этом соблюдается условие равенства теплопотерь снижению теплосодержания здания плюс теплопритокам:

$$Q_{\text{тп}} = \Delta Q_{\text{т/с}} + \Delta Q_{\text{т/пр}}, \quad (2)$$

где  $Q_{\text{тп}}, Q_{\text{т/пр}}$  – теплопотери и теплопритоки здания, кВт;  $\Delta Q_{\text{т/с}}$  – снижение теплосодержания здания в секунду, кВт.

За определенный промежуток времени при условии, что тепловыделения осуществляются только от теплоисточника и без учета внутренней обстановки здания формула (2) может быть записана в следующем виде:

$$(\sum k_i \cdot F_i (t_{\text{вн}}^{\text{ср}} - t_{\text{нар}}^{\text{ср}}) - c_{\text{в}} G (t_{\text{под}} - t_{\text{обр}})) \Delta \tau = \sum c_i \cdot m_i (t_i^{\text{нач}} - t_i^{\text{кон}}), \quad (3)$$

где  $k$  – коэффициент теплопередачи  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, Вт/(м<sup>2</sup> · °С);  $F_i$  – площадь  $i$ -го слоя ограждающей конструкции, м<sup>2</sup>;  $t_{\text{вн}}^{\text{ср}}, t_{\text{нар}}^{\text{ср}}$  – средние температуры внутри помещения и наружного воздуха, °С;  $c_{\text{в}}$  – теплоемкость воды, Дж/(кг · °С);  $G$  – расход теплоносителя, кг/с;  $t_{\text{под}}, t_{\text{обр}}$  – температура воды в подающем и обратном трубопроводах, °С;  $\Delta \tau$  – промежуток времени, с;  $c_i$  – теплоемкость  $i$ -й стены, Дж/(кг · °С);  $m_i$  – масса  $i$ -й стены, кг;  $t_i^{\text{нач}}, t_i^{\text{кон}}$  – температура  $i$ -й стены в начальный и конечный момент времени, °С.

Решая уравнение (3) совместно для пикового, полупикового и ночного промежутков времени тарифирования стоимости электроэнергии с учетом требований по температуре внутри помещения, температуре ограждающих конструкций можно оптимизировать график работы теплового насоса по минимуму затрат на электроэнергию, что позволит увеличить экономический эффект от внедрения тепловых насосов.