

коэффициент при цьому рівний:

$$\mu_D = \frac{Q_{охл} + Q_{адс}}{Q_{нагр} + Q_{дес}} \quad (2)$$

де  $Q_{охл}$  – теплота охолодження адсорбенту від температури регенерації до температури сорбції:

$$Q_{охл} = (C_k \cdot M_k + C_{cop} \cdot M_{cop} + C_{хл} \cdot w_C \cdot M_{cop}) \cdot (T_C - T_D) + (C_k \cdot M_k + C_{cop} \cdot M_{cop}) \cdot (T_D - T_A)$$

$Q_{адс}$  – теплота адсорбції:

$$Q_{адс} = \Delta H \cdot (w_D - w_A) \cdot M_{cop}$$

$Q_{нагр}$  – енергія, витрачена на нагрів адсорбера до температури початку десорбції:

$$Q_{нагр} = (C_k \cdot M_k + C_{cop} \cdot M_{cop} + C_{хл} \cdot w_A \cdot M_{cop}) \cdot (T_A - T_B)$$

$Q_{дес}$  – енергія, витрачена на десорбцію:

$$Q_{дес} = \Delta H \cdot (w_B - w_C) \cdot M_{cop} + (C_k \cdot M_k + C_{cop} \cdot M_{cop} + C_{хл} \cdot \left(\frac{w_B + w_C}{2}\right) \cdot M_{cop}) \cdot (T_B - T_C)$$

З залежності (2) видно, що для збільшення величини  $\mu_D$  потрібно зменшити величину  $Q_{нагр}$ . Це може досягатись за рахунок використання адсорбентів з більшим вологовмістом і широким інтервалом десорбції. Цим вимогам відповідають адсорбенти, сорбційна дія яких базується на ефекті хемосорбції [1].

При використанні хемосорбентів в адсорбері відбувається хімічна реакція між сіллю і холодоагентом в паровій фазі з утворенням твердого кристалогідрату:

$$S + V = S \cdot V \quad (3)$$

Відповідно правилу фаз Гіббса розклад і утворення кристалогідрату відбувається при постійній температурі і не залежить від ступеня проходження реакції. Це дозволяє зменшити непродуктивні втрати тепла на нагрів сорбента і конструкції адсорбера. Порівняння адсорбційних циклів з використанням цеолітів і хемосорбентів показує, що використання нових робочих речовин дозволить значно підвищити енергетичну ефективність адсорбційних термотрансформаторів.

На сьогодні Інститутом технічної теплофізики НАН України спільно з Інститутом високих температур РАН і Інститутом каталіза СВ РАН проводяться дослідження по створенню енергоефективного адсорбційного термотрансформатора на базі нових робочих тіл.

Роботи виконуються за фінансової підтримки Державного фонду фундаментальних досліджень (проект № Ф28.7/033 – 2009).

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Aristov Yu.I., Chalaev D.M., Dawoud B., Heifets L.I., Popel O.S., Restuccia G.* Simulation and design of a solar driven thermochemical refrigerator using new chemisorbents // *Chemical Engineering Journal*. – 2007. – V.134, I.1-3. – P. 58-65.

**Дубровская В.В., Шкляр В.И., Кузьменко Н.В., Винник Ю.А.**

*Национальный технический университет Украины «КПИ»*

### **К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ ТЕПЛОВОГО НАСОСА И СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА ДЛЯ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ**

В настоящее время в мире и в Украине возрос интерес к использованию теплонасосных установок (ТНУ) в децентрализованных системах теплоснабжения, использующих как природные источники (воздух, вода), так и техногенные (низкопотенциальное тепло коммунально-бытовых и промышленных предприятий) источники для получения теплоты более высокого потенциала. Использование ТНУ способствует экономии то-

плива и защите окружающей среды за счет снижения тепловых загрязнений и количества вредных выбросов продуктов сгорания.

**Цель работы** – выбор мощности теплового насоса (ТН) и дополнительного источника энергии для покрытия тепловой нагрузки здания на основании интегрального графика в различных регионах Украины с учетом изменения климатических условий.

## Результаты работы

- Разработана схема теплоснабжения коттеджа, расположенного в Киевской области, и рассмотрена возможность покрытия тепловой нагрузки с применением ТНУ, дополнительного источника энергии и солнечного коллектора (СК).
- Проведен анализ данных тепловой нагрузки для Киева за 1980-1985 и 2002-2007 гг.
- Представлены данные тепловых нагрузок для различных городов Украины.
- Построены интегральные графики тепловых нагрузок для различных регионов Украины.
- Определены мощности ТН и дополнительного источника энергии на основании интегрального графика.
- Предложено использовать плоский солнечный коллектор SintSolar производства Герма-

нии для горячего водоснабжения в летний период с целью экономии энергии.

## Выводы

- Анализ действительной тепловой нагрузки показал, что потепление за последние годы привело к снижению на 5 % средней отопительной нагрузки.
- В случае покрытия тепловой нагрузки несколькими источниками тепловой энергии выбор мощности ТН и дополнительного источника энергии рекомендуется проводить на основании тепловых нагрузок, интегрального графика с учетом изменения климатических особенностей региона в последние годы.
- Представленные интегральные графики обладают универсальностью и могут использоваться для других городов данного региона.

УДК 620.92

**Максимук Е.П., Болога М.К.**

*Институт прикладной физики АН РМ*

## О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТОПЛИВА НА ГОРОДСКИХ ТЕПЛОЭЛЕКТРОЦЕНТРАЛЯХ И КОТЕЛЬНЫХ

В настоящее время многие промышленные предприятия отключились от городских централизованных систем теплоснабжения и обеспечивают свои потребности в тепловой энергии с помощью автономных источников. В то же время новые объекты часто строятся с индивидуальными системами теплоснабжения. Все это свидетельствует о том, что полезная тепловая нагрузка городских теплоэлектроцентралей и котельных установилась значительно ниже проектной и в ближайшее будущее существенно не увеличится. Вместе с тем, развитие экономики, а также обеспечение энергетической безопасности требуют увеличение производства электрической энергии на городских ТЭЦ. В сложившихся условиях, для увеличения производства электрической энергии необходимо найти полезное применение тепловой энергии, которая производится попутно. Лишь в этом случае можно минимизировать затраты и обеспечить относительно низкую себестоимость производимой электрической энергии.

Одним из инженерных решений является

использование тепловой энергии для производства холода с последующим его применением в системах холодоснабжения зданий различного назначения, например, в системах кондиционирования воздуха, хранилищах фруктов и овощей, системах охлаждения технологического оборудования. Предлагаемое техническое решение обеспечивает полезное использование излишков тепловой энергии в течение всего года. Однако особенно важно то, что гарантируется потребление тепла в летнее время причем, объемы могут быть очень велики и соизмеримы с тепловой нагрузкой ТЭЦ и котельных во время отопительного сезона. В результате роста общего потребления тепловой энергии и его годовой равномерности повышается эффективность использования топлива, улучшаются экономические показатели теплогенерирующих предприятий, возникает возможность минимизации тарифов на тепловую и электрическую энергию.

Рассмотрены возможные технологические схемы и типы оборудования. На основе технико-экономических расчетов показано, что при-