

О.С. Зуєв

*Харківський інститут інженерів комунального будівництва***МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ТЕПЛОЗБЕРЕЖЕННЯ ОСЕЛІ**

Стратегія розвитку енергетичного ринку України передбачає використання твердих та рідинних енергоносіїв, різних видів газів та низькокалорійних відходів нафтопереробки з можливістю збагачення теплоутворюючої спроможності. З кожним роком пропонується все більше проектів і програм диверсифікації джерел тепла для реалізації теплозабезпечення та теплозбереження. В рамках дослідження температур теплостворюючих приладів та фізики процесу автором запропонована модель теплозбереження оселі, яка дозволяє прогнозувати фінансові наслідки проектів диверсифікації джерел тепла. Отримані емпіричні данні для розрахунку коефіцієнта корисної дії тепломереж у містах та управління проектами теплозбереження.

Ключові слова: *фізика процесу теплоутворення, модель теплозбереження оселі, прогностична модель диверсифікації джерел тепла, коефіцієнт корисної дії тепломереж міст, управління проектами теплозбереження.*

Логістика проблеми

Тепломережі є складовою частиною муніципальної інфраструктури міст. Джерелом тепла є пар або вода, на які держава Україна витрачає певний об'єм та заємний ресурс енергоносіїв. Переважна більшість енергогенеруючих компаній в Україні використовує великий обсяг природного газу. Наслідком неререформування галузі є поточні зростаючі зовнішні борги та підвищення ціни на тепло, як товар від монополіста технології постачання тепла або витрати на теплозабезпечення приватних осель міст. Заміна газу на вугільний пил або мазут зумовлена ціною та витратами на транспортування. Приєднання України до країн – підписантів Кіотського протоколу щодо дотримання стандартів викидів на обсяги шкідливих речовин, які вигазовуються внаслідок процесу теплоутворення або паління вуглеводородів, підняло проблему екології міст разом з осучасненням технології постачання тепла на новий рівень. Діючи модель централізованого постачання тепла міст набувала свій розвиток та аргументацію у часи низьких цін на енергоносії та відсутності зовнішніх міжнародних зобов'язань на виконання екологічних стандартів. З обставин малоповерхового будівництва або щільності забудови міст тепломережі мають «велике плече» постачання споживачеві та відповідні втрати тепла, що впливає на коефіцієнт корисної дії тепломереж. Втрати палива у інтегровано - натуральному вигляді можливо розрахувати, якщо буде розраховано еквівалент палива, витраченого на процес теплозабезпечення, при досягненні у середовищі житлової оселі комфортних температурних умов у межах 18-20°C або 19°C з гістерезисом $\pm 1^\circ\text{C}$. Вибір моделі чи технології теплоутворення

мереж теплопостачання, з огляду економічних параметрів теплозбереження та умов дії природних монополій державного ресурсу вуглеводородів не узгоджувався з позицією чи інтересами користувачів або відбувався поза впливом споживачів послуг. Тому проблема заощадження, теплозбереження у приватних українських оселях є складовою національної державної енергетичної стратегії країни. Про це свідчить, зокрема, прийняття низки нормативно законодавчих актів, та окремо «Основних положень енергетичної стратегії України на період до 2003 року» [1]. Вочевидь, продовження реформи енергозбереження та перехід на альтернативні технології та джерела палива вказують на велику кількість невирішених проблем і довгострокові наміри уряду щодо модернізації системи тепломереж у структурі теплозабезпечення міст та енергетичної галузі держави Україна в цілому.

Метою цієї статті є логістика та розробка математичної моделі процесу теплозабезпечення та теплозбереження оселі, яка дає можливість оцінити різні фактори впливу та розрахунку кількості витраченого палива на процес теплоутворення, як робота сил конвертації енергії палива та енергії сонця у тепло, на «плечі» споживача та надання інформації чи рекомендацій щодо управління вартістю інноваційних диверсифікаційних проектів та програм на етапі формування вимог до їх фінансування в умовах дефіциту інвестиційних коштів та вартості палива на енергетичному ринку країни.

Виклад основного матеріалу

Отже, одним з кроків вирішення проблеми фінансування реформи енергетичної галузі стало прийняття ухвали Кабінету Міністрів України «Основні положення енергетичної стратегії України

на період до 2003 року» [1], згідно з якою Мінпаливенерго України пропонує використання твердих та рідинних енергоносіїв та навіть низькокалорійних відходів нафтопереробки з можливістю збагачення теплоутворюючої спроможності, замість газу.

Зазначимо, що на енергетичному ринку є тенденція використання великої гамми пристроїв індивідуального опалення житла, оснащених мікропроцесорною технікою щодо процесу виміру теплової енергії та її програмного використання, за умов прийняття стратегії теплозбереження оселі, яка отримала сучасну назву – інтелектуальна оселя.

Отже, для того, щоб задіяти цей ресурс та забезпечити приток інвестицій до енергетичної галузі, потрібно створити методичні підходи до розрахунку палива, витраченого на підігрів об'єму оселі, який складається з об'єму повітря та об'єму будівельних матеріалів, окреслюючих оселю.

Стратегія управління вартістю інноваційних проектів диверсифікації палива повинна будуватися на інтегрованій фізичній величині – джоуль або кілокалорія за добу теплоутворення та базуватися на емпіричних даних вимірювання температурних параметрів внутрішніх та зовнішніх температур повітря та елементів джерела теплоутворення оселі. У нашій оселі це два дуже розгалужених конвектори «акорд», які саме створюють конвертацію штучної теплової енергії у оселі. Інший впливовий параметр конвертації тепла до оселі – це тепла енергія сонця як основна природна складова градієнту теплової фільтрації через зовнішні стінові панелі - обереги від зовнішніх дестабілізаційних коливань температури повітря.

Для вибору математичної моделі процесу теплозбереження з'ясуємо, які компоненти газової суміші замкнутого простору приміщення є впливовими. Повітрям по хімічному складу є газова суміш та волога, яку необхідно конвертувати та враховувати як робоче тіло циклу Карно, за умов що сам процес екзобаричний. До речі, прояв зворотного процесу теплоутворення є охолодження зі спорідненим процесом конденсації вологи поверхонь. Це є ключем до розуміння реального термодинамічного процесу та побудови математичної моделі, наближеної до реального процесу теплозабезпечення оселі.

З довідника фізичних властивостей газів [2], найбільшу теплопоглинаючу спроможність серед компонентів повітря оселі мають волога та діоксид вуглецю. Щоб спростити модель, порівняємо ці дві компоненти по впливу на процес теплоутворення - перше модельне припущення. Відомо, що повітря містить 0,3% діоксиду вуглецю. За теплопоглинаючими властивостями інші газові складові повітря мають дуже малі показники.

Будемо вважати, що внутрішні, вбудовані повер-

хні стін мають температурний градієнт дорівняний нулю, та оселя має інтегрований градієнт фільтрації тепла через конструктивно захисну товщу панелі - друге модельне припущення. Теплопередача піску, основного компоненту будівельних панельних конструкцій, $\lambda_p = 0,325$ Вт/м. градус, порівняно з вологою $\lambda_v = 58,7$ Вт/м. градус – у 180 разів менше! З тих обставин, що велика маса будівлі, фундаментів та ґрунту під ними вже акумулювали у собі певну теплову енергію, інтегрований температурний градієнт фільтрації зовнішньої стіни реальної оселі не буде представлений у наших розрахунках явно.

Зрозуміло, що активним «робочим тілом» у замкнутому об'ємі житлового приміщення є волога разом з теплопоглинаючим газом, які з однієї температурної фази переходять у іншу. У реальній оселі це процес випарування чи конденсації вологи з повітря та матеріалів будівлі.

Для розрахунку кількості водяного пару у об'ємі замкнутого простору оселі пропонуємо просту формулу Менделєєва - Клапейрона – обрана як прийнятна математична модель процесу теплоутворення:

$$M = W \times P \times V \times n / (R \times T), [3], (1);$$

Якщо модель завантажити емпіричними кількісними характеристиками, то можливо отримати якісний результат, наближений до вірогідності – дорівняно близько до одиниці.

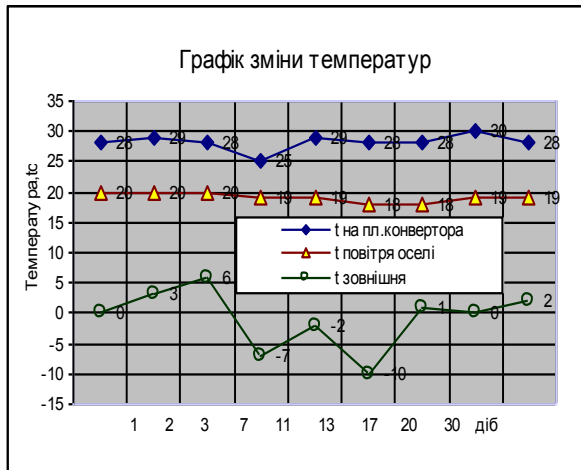
Деякі характеристики типової кімнати - об'єкта моделі теплозбереження оселі: приміщення у панельному житловому 5-ти поверховому будинку, на 3-му поверсі, має об'єм $42,8 \text{ м}^3$, джерело теплоутворення – два конвектори «акорд А-12,7АС ТУ4226230 84.003.96».

Виміри температури на елементах конвектора проводились цифровим приладом EC890G фірми Maxtech, з похибкою виміру $\pm 0,75\%$. Датчик вимірювання – термopара к-типа. Виміри на конвекторі проводились на металевих поверхнях труби конвектора та його пластині. Період вимірів температур один місяць.

Для порівняння наслідкових впливів реальних зовнішніх та внутрішніх процесів теплозбереження у межах комфортних температурних параметрів у жилому приміщенні данні вимірювання візуалізовані графіком.

Тепер, використавши формулу Менделєєва - Клапейрона (1), зробимо порівняльні розрахунки що до економічності використання різних видів палива на процес конвертації тепла у просторі оселі.

Запитання: скільки треба витратити палива, щоб нагріти та тримати температуру $t = 20^\circ\text{C}$ повітря оселі?



Кількість вологи у об'ємі кімнати:

$M = 0,65 \times 2332,75 \times 42,8 \times 18 / (8,31 \times 10^3 \times 293) = 0,479766$ кг., де:

$T = 293\text{K}$; $P = 17,5 \times 133,3$ н/м²; $n = 18$ кг/кмоль;

$R = 8,31 \times 10 \times 3$ дж/кмоль \times градус, $W = 0,65$;

$M_p = M \times 1,003 = 481,205$ грам вологи треба перетворити у пар!

Теплоємність:

$Q = C \times M \times (t_n - t_v)$, (2), де:

$C_v = 1,0$ кал/г. \times градус, $C_k = 0,11$ ккал/кг. \times градус.

Уд. теплота випарування вологи при 20°C:

$C_r = 574,2$ кал./г., то треба витратити:

$Q = 574,2 \times M_p = 5526158$ калорій, або

$Q = 24,46 \times M_p = 23540548$ дж./кг..

Це - теплостворюючі витрати на тепло та утримання

$t^\circ = 20^\circ\text{C}$ осередку ізольованої кімнати.

То треба спалити вугілля:

$4,710409 / 3,3 \times 10^7$ дж./кг. = 0,71335 кг.

Газу: 0,840734 м³, де теплостворююча спроможність природного газу прийнята та має 28 Мджоуля з м³.

Надалі можливо здійснювати:

1. Формулювання вимог до проекту модернізації існуючих приладів теплостворення у оселях, будинках.

2. Тестування теплоізоляційних заходів та матеріалів.

3. Визначення коефіцієнту корисної дії тепломереж як співвідношення сукупних витрат споживачів на теплоутворення у оселях до загальних витрат на утримання тепломереж та спалене паливе.

4. Прогнозування ефективності диверсифікаційних проектів осучаснення або завантаження тепло-енергетичних міських потужностей іншим видом палива.

Висновки

Виконання складних, довгострокових і ресурсомістких проектів та програм теплозбереження потребує особливої уваги до формування адекватної моделі процесу теплозбереження.

В рамках експериментального дослідження автором запропоновано підхід до прогнозування прибутку від запровадження логістичної та математичної моделі процесу теплозбереження оселі у інфраструктурі тепlopостачання міст. Сформульовано загальну схему дій на етапі створення проекту та програм диверсифікації теплозберігаючих технологій та заміщення видів палива.

Література

1. Ухвала Кабінету Міністрів України «Основні положення енергетичної стратегії України на період до 2003 року» [Текст]. – Київ Мінпаливенерго України, – 129 с. – 2006.
2. Физические величины и их единицы. Справочник. Л.Р. Стоцкий. Москва "Просвещение", – 235 с. – 1984.
3. Физика. О.Ф. Кабардин. Москва "Просвещение", – 358 с. – 1991.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.Ф. Харченко, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків.

Автор: ЗУЄВ Олександр Сергійович «Харківський інститут інженерів комунального будівництва».

MODELING OF PROCESS ENERGY EFFICIENCY HAUSE

O.S. Zuev

The development strategy of Ukrainian energy market supposes the use of both solid, liquid energy sources and different types of gases and low-calorie oil refinery waste, side by side with a possibility of enrichment their heat capacity. A number of projects and government programmers of a heat sources diversification are proposed in order to provide heating and energy efficiency increasing. As a result, both the temperature measurement of heating equipments and investigation of their physical conditions a model of house energy efficiency rising is developed which allows one to predict a financial consequences of projects related to the heat sources diversification. Experimental data are obtained in order to calculate the efficiency of city heating systems.

Keywords: physics of the heating, model heating of the house, prognostic model of heating source diversification, calculate the efficiency of city heating systems.