

УДК 728.1

О. Г. Лялюк, к. т. н., доц.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ

Проаналізовано сучасний стан і розвиток енергозберіжних технологій з визначенням їх питомої ваги в будівельній галузі. Подано номенклатуру теплозахисних матеріалів різних світових виробників. Розглянуто критерії економічної ефективності вибору доцільного енергоощадного варіанту. Запропоновано шляхи вирішення питання енергозбереження в житловому будівництві.

Вступ

До 80 % коштів житлово-комунальних послуг відноситься до вартості ресурсів, які надходять в будинки через мережні системи газу, електроенергії, води та теплової енергії [1]. При цьому споживачі сплачують 40 % усіх втрат ресурсів внаслідок погіршення технічного стану, повного зносу та аварійності мереж. Втрати палива на вироблення 1 Гкал тепла в комунальній енергетиці України становить близько 170 кг умовного палива, у розвинутих країнах — 145...150 кг умовного палива. Питомі витрати електричної енергії на подання питної води населенню у 1,8...2,4 рази перевищують показники європейських держав.

Нераціональне та неефективне використання паливно-енергетичних ресурсів в будівництві є однією з гострих проблем галузі. Тому, в першу чергу, для економії енергоресурсів в житловому будівництві необхідно під час проектування і при реконструкції існуючих будівель вживати такі заходи: поліпшення експлуатаційних характеристик будинків, проведення їх теплової санації, модернізація інженерного обладнання, для кожного будинку розробляти окремі програми енергозбереження. Реалізація енергозберіжних програм в будівництві дає економію в перерахунку на природний газ 20 млрд. м³ [2].

Результати дослідження

Проектуючи енергоефективний житловий будинок, слід застосовувати енергозберіжні технології з урахуванням структури змісту підпрограм та методів енергозбереження з визначенням їх питомої ваги (таблиця), а саме:

1. Зменшення тепловтрат в інженерних мережах шляхом поступового переходу на ізольовані трубопроводи. Реконструкція теплових пунктів із застосуванням ефективного тепломеханічного обладнання.

2. Індивідуальне джерело теплопостачання (індивідуальна котельня із застосуванням газових котлів ККД 90 % або джерело когенерації енергії) зменшує втрати тепла завдяки від'єднанню від зовнішніх теплових мереж, скорочує до 15 % втрати тепла за рахунок повнішої відповідності між режимами виробництва тепла та його споживанням.

3. Теплові помпи, що використовують тепло землі, тепло витяжного вентиляційного повітря та тепло стічних вод.

4. Сонячні колектори в системі гарячого водопостачання та в системі охолодження приміщень. На територію України за рік надходить така кількість енергії Сонця, яка переважає нинішній рівень її споживання більше чим в п'ятсот разів. Тобто, достатньо використовувати лише 0,5 % енергії Сонця, яка досягає поверхні України, щоб задовольнити енергетичні потреби.

5. Утилізація тепла сонячного випромінювання за рахунок оптимально підібраних світлопроникних огорожувальних конструкцій.

6. Пристрої, що використовують розсіяну сонячну радіацію для підвищення освітленості приміщень і зменшення енерговитрат на освітлення.

7. Сонцезахисні пристрої оптимальної конструкції з урахуванням орієнтації та посезонного опромінення фасадів.

8. Використання тепла зворотної води системи теплопостачання для підлогового опалення у ванних кімнатах.

9. Виробництво біогазу зі стоків та захоронень твердих побутових відходів (ТБВ) для спалювання в котлах ТЕЦ в якості добавки до основного палива. Теплові параметри ТБВ — 1000...1200 ккал/кг, біогазу — 3500...4000 ккал/тис. м³, вихід біогазу складає 200...300 м³/т.

10. Утилізація теплоти стічних вод за допомогою теплових насосів для системи гарячого водопостачання та низькотемпературних систем опалення.

11. Система механічної витяжної вентиляції з індивідуальним регулюванням температурного режиму і утилізації тепла витяжного повітря. Завдяки використанню системи кондиціонування з енергоутилізацією досягається енергозбереження до 75 % теплової енергії.

12. Поквартирні системи опалення приміщень з лічильниками тепла та з індивідуальним регулюванням теплового режиму. Встановлені норми на воду і тепло на 30...40 % перевищують фактичне споживання. Квартирний облік спонукає споживача до економії [3].

13. Поквартирні контролери, які оптимізують витрати тепла на опалення і вентиляцію квартир.

14. Розробка малоенергоємних будівельних матеріалів. Виробництво тонни портландцементу клінкеру потребує близько 7500 МДж загальної енергії. А із застосуванням багатокомпонентних портландцементів (на основі доменних гранульованих шлаків) економлять паливо й енергію на 30...40 %.

15. Заощадження електроенергії, що витрачається на загальнобудинкові потреби, шляхом автоматизації освітлення (встановлення фото релейних пристроїв), повне або часткове вимкнення освітлення вночі, застосування енергоощадних ламп.

16. Заміна віконного та балконного скла на менш теплопровідне (крізь вікна та балконні двері тепловтрати становлять 17 %). Зменшення витрат тепла через вікна може вирішуватися через потрійне застосування.

17. Управління проектами енергозбереження на основі математичного моделювання дозволяє створювати різні моделі теплоенергетичних систем будинку, вибирати матеріал для термореновації будівель на стадії техніко-економічного обґрунтування [4].

18. Підвищення теплозахисних властивостей захисних конструкцій — збільшення їх опору теплопередачі до нормованих значень 2,2...2,5 м² К/Вт. Це досягається шляхом утеплення стін ізоляційними матеріалами (1 м³ теплоізоляції забезпечує економію 1,4...1,6 т умовного палива).

Таблиця

Структура змісту підпрограм та методів енергозбереження з визначенням їх питомої ваги

Підпрограма	Методи енергозбереження	Питома вага, %
теплоізоляція	Підвищення термічного опору захисних конструкцій, в т.ч:	53
	зовнішні стіни	34,2
	підлога, покриття	10,8
	вікна	5
	теплопроводи	2,3
облік	Облік споживання тепла і газу, в т.ч.:	25,6
	квартирний облік теплої води	9,7
	квартирний облік тепла та опалення	13,9
	квартирний облік газу	2
модернізація	Модернізація інженерного обладнання, в т.ч:	20,1
	удосконалення теплових пунктів і систем теплозабезпечення	4,7
	удосконалення теплогенераторів	17,4
нетрадиційні джерела	Використання нетрадиційних джерел тепла в системах інженерного тепла, в т.ч.:	2
	використання теплових насосів	1,3
	сонячні колектори	0,7
Всього		100

Важливість останнього шляху економії паливно-енергетичних ресурсів за рахунок термореновації захисних конструкцій оцінили промислово розвинені країни (США, Швеція, Норвегія, Канада та ін.), де обсяг випуску теплоізоляційних матеріалів на душу населення в 5...8 разів вище, ніж в Україні. При влаштуванні додаткової теплоізоляції зовнішньої сторони стіни слід враховувати дві умови:

— температура стіни під шаром утеплення при середній температурі зовнішнього повітря в найхолодніший місяць року не повинна бути нижче температури «точки роси» для водяного пару в повітрі приміщення;

— опір теплопередачі теплоізоляційного шару не повинен перевищувати 20 % від загального опору теплопередачі існуючої стіни.

На ринку України досить широкою є номенклатура теплозахисних матеріалів різних світових виробників:

— утеплення на основі мінеральних та скляних волокон відомих виробників: Isover Oy (Фінляндія), URSA (ОАО «Флайдер-Чудово», Росія), Міжнародний концерн UAB Paroc, Rockwool AB (Швеція), голландська Insulation Group Mizol, вітчизняні виробники: Алчевський завод будівельних конструкцій, завод ТІМ «Ротис Лтд» (Чернівці) та інші [5];

— утеплювачі із пористих органічних матеріалів (утеплення стін типових житлових будинків пінополістиролом товщиною 10 см забезпечує збільшення термічного опору стін до $3,18 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$):

- полістирольні — із спіненого полістирола з додаванням антиперена чи без нього;
- фенольні — із резольних та новолачних фенолформальдегідних смол і фенолоспиритів;
- поліуретанові — із полієфірів та поліізоціантов з додаванням антиперена;
- полівінілхлоридні — із полівінілхлоридних смол;
- карбамідні — із мочевино-формальдегідних смол;
- утеплювачі зі спіненого скла;

— використання Т-продукту (керамічні мікросфери діаметром 30...100 мк містять вакуум) при утепленні, звукоізоляції, при захисті від іржі, відображенні тепла сонця до 90 % — UF та IR випромінювання [6];

— застосування теплових штукатурок, до складу яких входять теплоізоляційні наповнювачі — перлітові піски;

— ізоляційні панелі із природної пробки EXPOCOR (пробкового дуба) використовуються для зовнішньої та внутрішньої ізоляції, для захисту від ультрафіолетового опромінення, магнітних коливань, гео- та технопатогенних зон;

— гідробар'єрні та пароізоляційні плівки призначені для захисту від конденсату, відводу вологи із підкровельного простору, зберігає теплоізоляційні властивості утеплювача;

— легкі багат шарові панелі типу «сандвіч» представлені в Україні великою номенклатурою, яка дозволяє вирішити практично усі проблеми з утепленням; знижують навантаження на несучі конструкції, не потребують тяжких кранів при монтажу; зменшують строки будівництва; повторно можуть використовуватися.

Вибір найдоцільнішого варіанту енергоощадної технології, обладнання та матеріалу має здійснюватися після ретельного економічного обґрунтування, яке включає:

- визначення джерел фінансування енергозбереження;
- використання системи державних стандартів у сфері енергозбереження при визначенні розмірів надання економічних пільг та застосування економічних санкцій;
- розрахунок терміну окупності інвестицій в енергозбережні технології та відповідного індексу рентабельності;
- порівняння варіантів енергозбережних рішень.

Вартість енергозбережних технологій збільшує вартість базового проекту на 5 % і більше [7]. Джерелами фінансування заходів щодо раціонального використання і економії паливно-енергетичних ресурсів є фонд енергозбереження, власні та позикові кошти підприємств, установ і організацій, державний бюджет України, місцеві бюджети, об'єднання співвласників багатоквартирних будинків та інші джерела.

Вибираючи найдоцільніший варіант енергозбережних заходів, необхідно враховувати величину капітальних вкладень, надійність, режими обслуговування і роботи обладнання. Всі ці складові враховуються в мінімальних зведених витратах

$$P_i = C_i + E_n K_i \rightarrow \min, \quad (1)$$

де E_n — коефіцієнт ефективності (0,12...0,14); K_i — капітальні вкладення, грн; C_i — експлуатаційні витрати, грн/рік.

Загальний вираз зведених витрат за умови, що капітальні вкладення здійснюються в різні роки і щорічні експлуатаційні витрати різні, має вигляд

$$P = \sum_{i=1}^t \frac{K_i}{(1 + E_n)^i} + \sum_{i=1}^t \frac{C_i}{(1 + E_n)^i}, \quad (2)$$

де K_i — капітальні вкладення, що будуть здійснені через i років, грн; C_i — експлуатаційні витрати об'єкта у відповідні роки, грн/рік; t^* — термін функціонування об'єкта, років, E_m — дисконтна ставка зведення різночасових витрат.

Формула (2) зведених витрат відрізняється від формули (1) заміною коефіцієнта E_n на E_m , який враховує фактор дисконтування майбутніх додаткових прибутків від додаткових інвестицій і його величина більш ніж удвічі перевищує E_n . Упродовж терміну окупності користувач не отримує прибутку через те, що змушений компенсувати витрати на придбання дорожчого енергоощадного будинку.

Для забезпечення енергозбереження можна передбачити такі економічні механізми:

— застосування економічних санкцій за марнотратне витрачання палива та енергії внаслідок безгосподарної або некомпетентної діяльності працівників;

— надання субсидій, дотацій, податкових і кредитних пільг для стимулювання розробки та впровадження енергозбережних технологій, матеріальне стимулювання колективів, споживачів, підприємств за ефективне використання та економію паливно-енергетичних ресурсів, впровадження розробок.

Висновки

Основними завданнями підприємств будівельної галузі повинні стати: створення додаткових потужностей з виробництва широкої номенклатури вітчизняних високоефективних теплоізоляційних матеріалів з використанням нових ресурсо- та енергозбережних технологій; удосконалення управління житловим фондом; фінансове забезпечення реалізації енергозбережних заходів; відбір та впровадження сучасних енергозбережних технологій та обладнання.

Найдоцільніший варіант енергозбережних заходів необхідно вибирати з урахуванням величини мінімальних зведених капітальних витрат та щорічних експлуатаційних витрат. Впровадження енергозбережних технологій в будівництві позитивно вплине на стан екології населених пунктів, зменшить енергозалежність країни від зовнішніх чинників, покращить економічні умови розвитку України.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кубе П. Энергосбережение в жилищном фонде — насущные задачи для его осуществления // Реконструкция жилья. — К., 2005. — Вип. 6 — С. 339—343.
2. Закон № 1869 IV «Загальнодержавна програма України від 24 червня 2004 року реформування і розвитку житлово-комунального господарства на 2004 — 2010 роки».
3. Маляренко В. А. Энерго- та ресурсозбереження при реформуванні житлово-комунального господарства України. Інтегровані технології та енергозбереження // Щоквартальний науково-практичний журнал. — Харків: НТУ «ХП», 2004. — № 1 — С. 3—8.
4. Ратушняк Г. С., Ратушняк О. Г. Управление проектами энергосбережения шляхом термореноватції будівель. Навчальний посібник. — Вінниця: ВНТУ, 2006. — 106 с.
5. Утеплення фасадів // БудМайстер. — 2003. — № 22. — С. 38—106.
6. Энергосберегающие технологии: универсальная теплозащита, и не только // Строительная энциклопедия. — 2005. — № 9.
7. Табунщиков Ю., Ковальов І., Гегуєва О. Принципи економічної оцінки енергоефективного будинку // Ринок інсталяцій. — 2005. — № 11. — С. 10—13.

Матеріали статті рекомендовані до опублікування оргкомітетом Всеукраїнської науково-технічної конференції «Альтернативні екологічно чисті та відновлювальні джерела енергії» (30.05—1.06.2007 р.)

Надійшла до редакції 30.06.07
Рекомендована до друку 02.07.07

Лялюк Олена Георгіївна — доцент кафедри менеджменту будівництва, охорони праці та безпеки життєдіяльності.

Вінницький національний технічний університет