

УДК 699.86

Басок Борис Іванович

Член кореспондент НАН України, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу теплофізичних основ енергоощадних технологій Інституту технічної теплофізики НАН України, *ORCID: 0000-0002-8935-4248*
Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

Давиденко Борис Вікторович

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу теплофізичних основ енергоощадних технологій Інституту технічної теплофізики НАН України, *ORCID: 0000-0001-8738-7612*
Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

Гончарук Світлана Михайлівна

Кандидат технічних наук, провідний науковий співробітник відділу теплофізичних основ енергоощадних технологій Інституту технічної теплофізики НАН України, *ORCID: 0000-0002-5609-7337*
Інститут технічної теплофізики НАН України, Київ

ДОСЯГНЕННЯ КЛАСУ ВИСОКОЇ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ

Анотація: В статті представлені концептуальні підходи щодо підвищення енергоефективності житлово-комунального сектору. Для визначення заходів щодо досягнення будівель класу високої енергетичної ефективності створено науково-технічну лабораторію, в якій здійснюється комплекс теплофізичних досліджень теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій.

Ключові слова: енергоефективність; енергозбереження; тепловтрати; будівля; теплоперенесення.

Постановка проблеми

Питання енергоефективності та енергозбереження в комунальному господарстві є одними з найважливіших для кожної країни. Вирішення проблеми енергоефективності в комунальній промисловості можливе шляхом спорудження енергоефективних, пасивних будівель та впровадження сучасних схем та систем теплозабезпечення з використанням альтернативних джерел енергії, оптимальних заходів з термореновації чи термомодернізації існуючого фонду будівель країни. Важливим етапом досліджень при цьому є встановлення основних концептуальних основ з досягнення будівель високого енергоефективного рівня.

Аналіз основних досліджень та публікацій

Питання забезпечення енергоефективності житлових будівель є стратегічним напрямом розвитку будівельної галузі в Україні та економіки в цілому. З кожним роком житловий фонд України збільшується, але переважну кількість будинків побудовано за старими технологіями, які є енергозатратними та потребують значних капіталовкладень для зменшення енерговитрат на їх експлуатацію. Щорічно житловий сектор споживає близько 10 млрд кВт·год електроенергії, 1,5 млн т вугілля. При цьому втрати теплової енергії впродовж року складають понад 13 млрд Гкал, що становить 11 % обсягів відпущеної теплової енергії [1]. Найбільші втрати теплової енергії, близько 30 % – у житловому фонді та до 25 % – у зовнішніх теплових мережах. Тепловтрати житлових будівель складають: через зовнішні стіни 30 – 40 %,

через вікна і балконні двері – 20 – 30 %, конструкції перекриття – 4 – 6 %, підвальні перекриття і цоколі – 3 – 5 % і до 50 % при теплообміні в квартирах [2]. Тому, в першу чергу, для забезпечення енергоефективності житлового будівництва необхідно на етапі проектування закладати енергозберігаючі технології та нові методи енергозбереження.

Міжнародний досвід свідчить, що реформа житлово-комунального господарства (ЖКГ) - це тривалий процес, який може розтягнутися на десятиліття, тому вимагає забезпечення до неї високої довіри з боку суспільства. Приведення тарифів до ринкового рівня (як частина реформи) відбувається поступово. Наприклад, Угорщина почала тарифну реформу в середині 90-х минулого століття, але тарифи там продовжували субсидіювати до 2010-го року. Такий підхід дозволяє узгоджено реалізовувати всі елементи реформи, забезпечуючи економічні та соціальні передумови для її продовження [3]. Проведений аналіз закордонного досвіду реконструкції та модернізації житлових будівель в [4] показав, що загальна ефективність від прийнятих заходів значно підвищується при комплексній реконструкції, як об'єднаному багатоваріантному рішенні конкретних завдань ресурсо- та енергозбереження по кожній будівлі (в процесі перебудови, надбудови чи добудови, прибудови будівель) та в інженерних мережах.

У зв'язку з необхідністю економії енергії і теплоізоляції у країнах ЄС пішли шляхом розробки спеціальних директив, призначених для стандартизації в країнах-членах ЄС будівельних нормативів з підвищення енергоефективності будівель [5]. Згідно європейських норм енергетична класифікація будинків наступна:

1) Пасивний (A+): до 15 кВт·год./м²·рік;

- 2) Низькоенергетичний (А): 15 - 45 кВт·год./м²·рік;
 3) Енергоощадний (В): 45 - 80 кВт·год./м²·рік;
 4) Середньоенергоощадний (С): 80 - 100 кВт·год./м²·рік;
 5) Середньоенергоємний (D): 100 - 150 кВт·год./м²·рік;
 6) Енергоємний (Е): 150 - 250 кВт·год./м²·рік;
 7) Високоенергоємний (F): понад 250 кВт·год./м²·рік

Енергоефективність будинку оцінюється величиною витрат теплоти на 1 м² площі будинку за опалювальний період або рік (кВт·год. / м²·рік) або витратами теплоти на нагрівання 1 м³ повітря об'єму будинку за опалювальний період (кВт·год. / м³·рік).

Більшість будівель існуючого житлового фонду України, згідно з цією енергетичною класифікацією, належить до енергоємного класу, в той час, як в європейських країнах енергоощадність будинків має високий клас А та А+.

В Україні, згідно зі стандартом ДБН В 2.6. – 31:2006 [6], існує класифікація енергоефективності будинків та розроблені методики для розрахунків питомих витрат. Але нормативні вимоги орієнтовані переважно на обмеження витрат на теплопостачання будівель і потребують приведення до європейських стандартів комфортного проживання та будівництва пасивних будівель.

Основна частина

Одним із основних принципів проектування та будівництва енергоефективних будівель є ефективне застосування енергоресурсів, що використовуються на енергопостачання будівлі. Це можливо шляхом прийняття економічно обґрунтованих та технічно можливих інноваційних рішень, що водночас є екологічно та соціально прийнятними. Методологія проектування енергоефективного будинку повинна ґрунтуватися на системному аналізі споруди як єдиної енергетичної системи [7].

Проектування енергоефективних будівель повинно виконуватися на основі достовірної інформації щодо теплотехнічних характеристиках енергозберігаючих зовнішніх огорожувальних конструкцій (ОК) і систем тепло-, водо-, електропостачання та вентиляції в реальних умовах їх тривалої експлуатації. Саме з цією основною метою в Інституті технічної теплофізики НАН України побудовано науково-технічну теплофізичну лабораторію з енергоефективності будівель, яка представляє собою експериментальний пасивний будинок (рис. 1) [8-10].

Основні положення щодо створення експериментального пасивного будинку ІТТФ НАН України - наступні:

- а) будинок створюється, як науково-технічна та технологічна теплофізична лабораторія;
 б) ланцюжок послідовної реалізації проекту, з урахуванням перспективного розвитку: будинок високої енергоефективності (75 кВт·год./м² в рік) – пасивний будинок (15 кВт·год./м² в рік) – будинок 0-теплової енергії – будинок 0-теплової та 0-електричної

енергії – Smart-Grid-0-Energy будинок («розумний будинок»);

в) в будинку планується використовувати відновлювальну екологічно чисту енергію доквілля і перспективні технології автоматизації та інформатизації;

г) будинок будується, як будинок полегшеного типу без втрат міцності (полегшені стіни; полегшені плити перекриття).

Головною метою досліджень є визначення енергетично, економічно та екологічно оптимального комплексу заходів для оптимізації енергоспоживання будівлі до рівня будинку високоенергоефективного типу.

Основною перевагою цієї споруди серед будівель пасивного типу, побудованих в Україні, є створення розгалуженої автоматизованої вимірювальної системи, яка оснащена теплотільниками, лічильниками електроенергії, датчиками температури, теплового потоку, вологості і відповідними вимірювально-контрольними пристроями, комп'ютерною системою збору, обробки і візуалізації даних. Також впроваджені різні сучасні системи, що використовують альтернативні і поновлювані джерела енергії (енергія сонячного прямого і розсіяного випромінювання, енергія вітру, енергія спалювання твердого біопалива для резервного або аварійного теплопостачання, теплова енергія природного ґрунту, повітря, води з водозабірної свердловини, утилізація теплової енергії димових газів і т.д.). Вимірювальні датчики розміщуються в будівельних конструкціях, в системах теплопостачання та вентиляції, в навколишньому ґрунті, повітрі та приміщеннях (безперервні вимірювання полів температур, теплових потоків, вологості, тиску, витрати повітря, витрати води витрати теплової енергії, зовнішніх кліматичних параметрів).

Для вибору системи теплопостачання енергоефективних будівель важливо знайти оптимальне значення опору теплопередачі ОК. Як відомо, витрати теплової енергії на опалення споруди на пряму залежать від її тепловтрат. Тому створення високоенергоефективної теплоізоляційної ОК будівлі є одним із основних завдань енергоефективного будівництва. В даний час на ринку матеріалів для будівництва ОК високої теплоізоляційної спроможності, що використовуються в енергоефективних будівлях, існує досить багато пропозицій, що відрізняються між собою якісними і ціновими показниками. Розробка енергоефективних теплоізоляційних тримільних конструкцій стін та раціональний вибір додаткового матеріалу для утеплення можливі шляхом порівняльного аналізу різних варіантів компонок багатошарових ОК стін енергоефективного будинку.

На основі проведених досліджень з підвищення теплоізоляційної спроможності енергоефективних будівель можна рекомендувати перелік практичних технічних та організаційних заходів з підвищення енергоефективності будівель:



Рисунок 1 - Експериментальний пасивний будинок (м. Київ, вул. Булаховського, 2)

1. Термомодернізацію слід розпочинати із заміни старих вікон на енергоефективні світлопрозорі конструкції (оптимально - із двома низькоемісійними і-покриттями та 5-камерним профілем рам).

2. Додатково використовувати спеціальний теплоізоляційний короб (товщиною профілю до 6 см) в віконній проїмі і в нього монтувати енергоефективну віконну конструкцію.

3. Використовувати подвійні вікна з пасивним тепловим повітряним захистом.

4. Перевагу слід надавати клейовим (скріпленим) фасадам.

5. Обов'язково організувати теплоізоляцію даху і горища.

6. Максимально уникати містків холоду в фасадних системах термомодернізації.

7. Проводити утеплення зовні.

8. Організувати вітчизняне виробництво теплоізоляційних плит товщиною 12 та 15 см.

9. Налагодити виробництво клейових сумішей, пристосованих до використання в умовах помірнотеплих температур.

10. Реалізувати клейові фасади, що передбачають можливість утворення вільноконвективних циркулюючих і пульсуючих повітряних потоків, як аналогів теплової повітряної завіси, або мікрорентильованих клейових фасадів системи утеплення.

11. Розробка і виробництво вітчизняних клейових будівельних сумішей із високою паропроникністю.

12. Створення вентиляційних отворів для виведення перезволоженого повітря на зовні із систем термоізоляції.

13. Реалізувати пасивний тепловий захист зовнішніх стін, наприклад, через ґрунтові теплообмінники.

14. Реалізувати контрольовану рекуперативну примусову повітряну вентиляцію.

15. Заглиблювати цокольний поверх будівлі в ґрунтовий масив із внутрішньою теплоізоляцією підлоги підвалу і зовнішньою теплоізоляцією його фундаментних стін.

При проектування будівлі враховувати розу і значення швидкості вітрів в опалюваний період та інтенсивність сонячного прямого та розсіяного випромінювання.

Висновки

Створений в ІТТФ НАН України експериментальний енергоефективний будинок забезпечує тестування та дослідження технічних рішень, спрямованих на підвищення енергоефективності будівель, а також теплозахисних характеристик будівельних матеріалів і енергозберігаючих конструкцій.

Література

1. Комеліна О.В. Сучасні проблеми забезпечення енергоефективності житлового будівництва України / О.В. Комеліна, С.А. Щербініна // Проблеми економіки. - №3. - 2014. - сС 108-114.
2. Сердюк В.Р. Енергозбереження в будівництві. Вимоги сьогодення / В.Р. Сердюк, С.Ю. Францишина // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2009. - №4. - С.17-21.
3. Акімова І. Четыре условия успешной реформы ЖКХ / И. Акімова // «Зеркало недели. Украина» №42, 2016.

4. Сунак П.О. Аналіз заходів реконструкції житлового фонду закордонном / П.О. Сунак, Ю.А. Мельник, О.В. Мельник та ін. // Містобудування та територіальне планування: наук.-техн. зб. –К: КНУБА, 2014. – Вип. 54. – С. 397-410.
5. Сердюк В. Р. Сучасні підходи зменшення енергоспоживання індивідуальних житлових будинків [Електронний ресурс] / В. Р. Сердюк, А. А. Гріщенко // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції "Інноваційні технології в будівництві-2016", м. Вінниця, 5-7 листопада 2016 р. - Електрон. текст. дані. - Вінниця : ВНТУ, 2016. - Режим доступу : <http://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2016/paper/view/1590>.
6. ДБН В 2.6-31:2006 Конструкції будинків і споруд. Теплова ізоляція будівель. Чинний з 01.04.2007. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 68 с. (зі змінами 2013 року)
7. Табуничиков Ю.А. Математическое моделирование и оптимизация тепловой эффективности зданий / Ю.А. Табуничиков, М.М. Бродач–М.: АВОК-ПРЕСС, 2002.– 194 с.
8. Basok B. Creating of experimental passive house in the institute of engineering thermophysics / B. Basok, M. Novitska, A. Nedbailo, M. Khibina, S. Goncharuk // Proceedings of 8-th International Green Energy Conference. – Monograph. – NAU, June 17-19, 2013. –P. 234-238.
9. Basok B.I. The polyvalent heat supply system for passive-type experimental building (area of 300 m²) based on renewable and alternative energy sources / B.I. Basok, I.K. Bozhko, T.G. Belyaeva, S.M. Goncharuk, O.M. Nedbailo, M.P. Novitska, M.A. Khybyna // Science and Innovation. – 2014. – V. 10., No. 6. – P. 31-46.
10. Гончарук С.М. Створення експериментального енергоефективного будинку пасивного типу «нуль енергії» / С.М. Гончарук, М.Ф. Калініна, І.К. Божко, Л.М. Кужель, О.М. Лисенко // Промышленная теплотехника. – 2014. – Т. 36, № 3. – С. 88-95.

Стаття надійшла до редколегії 07.04.2017

Басок Борис Иванович

Член корреспондент НАН України, доктор технических наук, профессор, заведующий отделом теплофизических основ энергосберегающих технологий Института технической теплофизики НАН Украины, ORCID: 0000-0002-8935-4248
Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев

Давыденко Борис Викторович

Доктор технических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник отдела теплофизических основ энергосберегающих технологий Института технической теплофизики НАН Украины, ORCID: 0000-0001-8738-7612
Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев

Гончарук Светлана Михайловна

Кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела теплофизических основ энергосберегающих технологий Института технической теплофизики НАН Украины, ORCID: 0000-0002-5609-7337
Институт технической теплофизики НАН Украины, Киев

ДОСТИЖЕНИЕ КЛАССА ВЫСОКОЙ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ЗДАНИЙ

Аннотация: В статье представлены концептуальные подходы по повышению энергоэффективности жилищно-коммунального сектора. Для определения мероприятий по достижению зданий класса высокой энергетической эффективности создано научно-техническую лабораторию, в которой осуществляется комплекс теплофизических исследований теплотехнических характеристик ограждающих конструкций.

Ключевые слова: энергоэффективность; энергосбережение; теплопотери; здание; теплоперенос.

Basok Boris

Corresponding Member of NAS of Ukraine, Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Thermophysical Basics of Energy-Saving Technologies of the Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, ORCID 0000-0002-8935-4248
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv

Davydenko Boris

Doctor of Technical Sciences, Senior Researcher, Chief Researcher of the Department of Thermophysical Basics of Energy-Saving Technologies of the Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, ORCID 0000-0001-8738-7612
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv

Goncharuk Svetlana

Ph.D., Leading Researcher of the Department of Thermophysical Basics of Energy-Saving Technologies of the Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, ORCID: 0000-0002-5609-7337
Institute of Engineering Thermophysics of the NAS of Ukraine, Kyiv

ACHIEVING A CLASS OF HIGH ENERGY EFFICIENCY BUILDINGS

Abstract: The article presents conceptual approaches to increase the energy efficiency of the housing and communal sector. To determine the measures to achieve buildings of high energy efficiency class, a scientific and technical laboratory has been created in which a complex of thermophysical studies of thermal engineering characteristics of enclosing structures is carried out.

Keywords: energy efficiency; energy saving; heat loss; building; heat transfer