УДК 697.1:697.9:620.9

Ободянська О.І.
Шкробот Б.С.
Майструк В.Р.

ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИВАТНОГО БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У роботі розглянуто основні напрями підвищення енергоефективності приватного житлового будинку. Особливу увагу приділено вдосконаленню систем опалення та вентиляції як основних споживачів теплової енергії. Проаналізовано можливості використання сучасних теплогенераторів, теплових насосів, автоматизованих систем регулювання та енергоефективного насосного обладнання. Розглянуто принцип роботи припливно–витяжних вентиляційних установок із рекуперацією теплоти, які забезпечують необхідний повітрообмін і дають змогу скоротити теплові втрати. Також висвітлено заходи з утеплення зовнішніх огороджувальних конструкцій, заміни вікон, теплоізоляції покрівлі та використання відновлюваних джерел енергії. Окремо розглянуто можливості зменшення споживання електроенергії завдяки застосуванню світлодіодного освітлення та енергоефективних побутових приладів. Обґрунтовано доцільність комплексного впровадження енергоефективних рішень для скорочення експлуатаційних витрат, підвищення енергетичної незалежності будинку та забезпечення комфортного мікроклімату.

Ключові слова: енергозбереження, енергоефективність, приватний будинок, система опалення, система вентиляції, рекуперація теплоти, тепловий насос, теплоізоляція, відновлювані джерела енергії, енергоспоживання

Abstract

This paper examines key approaches to improving the energy efficiency of a private residential house. Particular attention is paid to enhancing heating and ventilation systems, which are the primary consumers of thermal energy. The potential for utilizing modern heat generators, heat pumps, automated control systems, and energy–efficient pumping equipment is analyzed. The operating principle of supply–and–exhaust ventilation units with heat recovery – which ensure necessary air exchange while reducing heat loss is discussed. Furthermore, the study covers measures such as insulating external building envelopes, replacing windows, thermally insulating the roof, and employing renewable energy sources. The potential for reducing electricity consumption through the use of LED lighting and energy–efficient household appliances is also addressed. The paper substantiates the value of implementing a comprehensive suite of energy–efficient solutions to lower operational costs, increase the building's energy independence, and ensure a comfortable indoor climate.

Keywords: energy conservation, energy efficiency, private house, heating system, ventilation system, heat recovery, heat pump, thermal insulation, renewable energy sources, energy consumption

Вступ

Нині енергозбереження є одним із пріоритетних завдань суспільства. Це зумовлено поступовим вичерпанням запасів традиційних паливно-енергетичних ресурсів, зростанням вартості їх видобування та перероблення, а також необхідністю зменшення негативного впливу енергетики на довкілля. Водночас потреба в енергетичних ресурсах постійно зростає, що зумовлює необхідність пошуку ефективних способів їх раціонального використання.

Особливо актуальним питання енергозбереження є для житлових будинків, оскільки значна частина енергетичних витрат припадає на забезпечення опалення, вентиляції, гарячого водопостачання та електропостачання. Ефективність використання енергії в будівлі значною мірою залежить від технічного стану інженерних систем, теплоізоляційних характеристик огороджувальних конструкцій та можливостей автоматичного регулювання мікроклімату [1].

Одним із перспективних напрямів зниження енергоспоживання є впровадження сучасних енергоефективних систем опалення та вентиляції, використання теплоти витяжного повітря, альтернативних джерел енергії, а також застосування сучасних засобів автоматизації та регулювання.

Метою роботи є розгляд основних енергоефективних рішень для приватного будинку, спрямованих на зменшення споживання теплової та електричної енергії, підвищення ефективності роботи систем опалення й вентиляції та забезпечення комфортних умов проживання.

Результати дослідження

Одним із головних напрямів енергозбереження в приватному будинку є підвищення ефективності системи опалення. В умовах холодного клімату забезпечення необхідного температурного режиму приміщень потребує значних витрат енергоресурсів, тому важливе значення має правильний вибір джерела теплової енергії та обладнання системи опалення [2, 3].

Для опалення приватних будинків можуть використовуватися газові, електричні, твердопаливні та рідкопаливні котли, а також теплові насоси. Газові системи опалення є поширеним рішенням завдяки відносно високій ефективності та зручності експлуатації. Однак їх використання передбачає залежність від централізованого газопостачання та вартості природного газу.

Автономні системи опалення на рідкому та твердому паливі можуть бути альтернативою за відсутності можливості підключення до газорозподільної мережі. Водночас їх експлуатація потребує організації зберігання палива, регулярного обслуговування обладнання та врахування витрат на придбання енергоресурсів.

Перспективним рішенням є використання теплових насосів, які дають змогу отримувати теплову енергію з навколишнього середовища: ґрунту, води або зовнішнього повітря. Зокрема, геотермальні теплові насоси використовують низькопотенційну теплоту ґрунту, яка за допомогою спеціального теплообмінного контуру передається до теплового насоса. Унаслідок роботи компресора температура теплоносія підвищується до рівня, необхідного для опалення приміщень і нагрівання води. Особливо ефективним є поєднання теплових насосів із низькотемпературними системами опалення, наприклад водяною теплою підлогою [4].

Важливим чинником енергоефективності системи опалення є не лише вибір джерела теплоти, а й можливість регулювання її виробництва та споживання відповідно до фактичної потреби будівлі. Для цього застосовують автоматичні терморегулятори, кімнатні термостати, погодозалежне регулювання температури теплоносія та програмовані системи керування. Такі пристрої дають змогу підтримувати необхідну температуру в приміщеннях, уникати їх перегрівання та скорочувати непродуктивне споживання енергії.

Додаткове зменшення витрат електроенергії забезпечується використанням енергоефективних циркуляційних насосів із регульованою частотою обертання, а також гідравлічним балансуванням системи опалення. Це сприяє рівномірному розподілу теплоносія між опалювальними приладами та забезпечує ефективнішу роботу системи загалом.

Не менш важливим напрямом енергозбереження є підвищення ефективності систем вентиляції. Вентиляція забезпечує необхідний повітрообмін у приміщеннях, видалення надлишкової вологи, вуглекислого газу та інших забруднювальних речовин. Однак під час традиційної вентиляції з видаленням теплого внутрішнього повітря одночасно втрачається значна кількість теплової енергії, яку було витрачено на його нагрівання [5].

Для зменшення таких втрат доцільно застосовувати припливно–витяжні вентиляційні системи з рекуперацією теплоти. Принцип їхньої роботи полягає в передаванні теплової енергії від теплого витяжного повітря до холодного припливного через теплообмінник – рекуператор. При цьому припливне та витяжне повітря рухаються окремими каналами й за нормальної роботи установки не змішуються. Завдяки цьому зовнішнє повітря надходить до приміщень уже частково підігрітим, що зменшує навантаження на систему опалення.

Залежно від конструкції вентиляційного обладнання можуть використовуватися пластинчасті, роторні та інші типи рекуператорів. Вибір конкретного обладнання залежить від необхідної продуктивності системи, площі будинку, кількості мешканців, кліматичних умов і вимог до якості внутрішнього повітря [6].

Додатково енергоспоживання вентиляційних установок можна зменшити завдяки використанню вентиляторів із високою енергоефективністю, регулюванню продуктивності залежно від фактичної потреби в повітрообміні та автоматизації роботи системи. Наприклад, датчики вологості та концентрації вуглекислого газу можуть забезпечувати зміну інтенсивності вентиляції відповідно до кількості людей у приміщенні та поточних умов мікроклімату.

Таким чином, застосування припливно–витяжної вентиляції з рекуперацією теплоти дає змогу одночасно забезпечити нормативний повітрообмін, підтримувати належну якість внутрішнього повітря та зменшити витрати теплової енергії на опалення [7].

Наступним важливим напрямом енергозбереження є зменшення тепловтрат через зовнішні огороджувальні конструкції будинку. За відсутності належної теплоізоляції через зовнішні стіни може втрачатися значна частина теплової енергії, виробленої системою опалення. Для утеплення стін використовують багатошарові фасадні системи, зокрема системи утеплення з опорядженням штукатуркою, а також навісні вентильовані фасади.

Ще одним важливим заходом зі збереження тепла є заміна старих вікон. Через недостатню герметичність і низькі теплоізоляційні властивості застарілих дерев'яних вікон можуть виникати значні тепловтрати. Тому доцільно встановлювати сучасні металопластикові вікна з енергоефективними склопакетами, які за умови правильного монтажу забезпечують високі тепло– та звукоізоляційні властивості [8].

Окрему увагу необхідно приділяти утепленню покрівлі. Одним із поширених способів є укладання мінераловатних плит між кроквами покрівельної конструкції з щільним приляганням теплоізоляційного матеріалу до конструктивних елементів. Такий захід дає змогу зменшити тепловтрати через покрівлю та, за відповідного конструктивного рішення, переобладнати горищне приміщення на комфортну мансарду.

Важливим напрямом підвищення енергетичної незалежності приватного будинку є використання відновлюваних джерел енергії. Серед основних варіантів автономного електропостачання можна виділити:

Вітроелектричні установки. Для перетворення енергії вітрового потоку на електричну використовують вітродвигуни, з'єднані з електричним генератором. Їх ефективність залежить від вітрового потенціалу місцевості та умов розміщення обладнання [9, 10].

Сонячні електростанції. Для перетворення енергії сонячного випромінювання на електричну використовують фотоелектричні панелі. Вироблена електроенергія може використовуватися безпосередньо або накопичуватися в акумуляторних системах для подальшого споживання.

Малі гідроелектростанції. Такі установки використовують енергію водного потоку для виробництва електроенергії. Їх застосування можливе за наявності відповідних природних умов і водних ресурсів.

Окремим заходом енергозбереження є раціональне використання електричної енергії в побуті. Зокрема, заміна традиційних ламп розжарювання на світлодіодні дає змогу зменшити споживання електроенергії на освітлення. Світлодіодні лампи характеризуються високою енергоефективністю, тривалим терміном служби та відсутністю ртуті у своєму складі. Також доцільно використовувати побутові електроприлади високого класу енергоефективності, які споживають менше електроенергії за однакових умов експлуатації [11, 12].

Висновки

Отже, енергозбереження приватного будинку передбачає комплексне застосування технічних, конструктивних та організаційних заходів, спрямованих на зменшення споживання теплової й електричної енергії.

Основним напрямом підвищення енергоефективності є вдосконалення систем опалення та вентиляції. Використання сучасних теплогенераторів, теплових насосів, автоматичних засобів регулювання та енергоефективного насосного обладнання дає змогу оптимізувати виробництво й розподіл теплової енергії. Водночас застосування припливно–витяжних вентиляційних установок із рекуперацією теплоти забезпечує необхідний повітрообмін зі зменшенням втрат теплової енергії.

Додаткове скорочення енергоспоживання забезпечується завдяки утепленню зовнішніх огороджувальних конструкцій, заміні вікон, теплоізоляції покрівлі та використанню відновлюваних джерел енергії. Важливе значення також мають енергоефективне освітлення та застосування сучасних побутових електроприладів.

Таким чином, комплексне впровадження запропонованих рішень сприяє зниженню експлуатаційних витрат, підвищенню енергетичної незалежності приватного будинку, забезпеченню комфортного мікроклімату та зменшенню негативного впливу на навколишнє середовище.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Низькопотенціальна енергетика : навч. посіб. / А. О. Редько, М. Н. Безродний, М. В. Загорученко, О. Ф. Редько, Г. С. Ратушняк, М. І. Хмельнюк. Харків, 2016. 412 с.

2. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій України : монографія / Г. Г. Півняк, О. С. Бешта, М. М. Табаченко та ін. ; за заг. ред. Г. Г. Півняка. Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2013. 333 с.

3. Ободянська О. І., Гарбузюк Е. Ф. Оптимізація організації повітрообміну в будівлях різного призначення. Енергоефективність в галузях економіки України : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 2025). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/view/26318/21679 (дата звернення: 04.11.2026).

4. Енергетична стратегія України на період до 2050 року : схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 21.04.2023 № 373-р. URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/373-2023-р#Text (дата звернення: 28.10.2026).

5. Слободян Н. М., Ободянська О. І., Гончарук В. О. Теплопостачання на базі теплонасосних систем: техніко-економічна оптимізація у разі забору тепла з водотоків. Вісник Вінницького політехнічного інституту. 2025. № 3. С. 63–71.

6. Ободянська О. І., Майструк В. Р., Гарбузюк Е. Ф. Використання низькопотенційних джерел теплоти у міських умовах. LV науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ : матеріали конф. (м. Вінниця, 2026). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2026/paper/view/27671 (дата звернення: 28.10.2026).

7. Ободянська О. І., Кирилюк І. Ю. Енергоефективні системи вентиляції та кондиціонування повітря в будівлях: оптимізація витрат та забезпечення мікроклімату. Енергоефективність в галузях економіки України : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 2025). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/view/26280/21669 (дата звернення: 24.10.2026).

8. Ободянська О. І., Шкробот Б. С. Особливості застосування систем рекуперації тепла в системах вентиляції громадських будівель. LV науково-технічна конференція підрозділів ВНТУ : матеріали конф. (м. Вінниця, 2026). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2026/paper/view/27519 (дата звернення: 05.11.2026).

9. Ободянська О. І., Майструк В. Р. Комплексна модернізація житлового фонду України: оцінка ефективності державних і міжнародних програм підтримки. Енергоефективність в галузях економіки України : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 2025). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/view/26278/21668 (дата звернення: 03.11.2026).

10. Ободянська О. І., Блеянюк А. О. Системи опалення енергоефективних будівель. Енергоефективність в галузях економіки України : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 2025). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/view/26277/21667 (дата звернення: 02.11.2026).

11. Ободянська О. І., Іванов О. А., Войновський К. Р. Альтернативні джерела енергії як енергоносії. Енергоефективність в галузях економіки України : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 2021). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2021/paper/view/13932 (дата звернення: 01.11.2026).

12. Ратушняк Г. С., Ободянська О. І., Кирилюк О. С. Енергоефективні стратегії теплопостачання будівель: інтеграція централізованих та автономних систем. Енергоефективність в галузях економіки України : матеріали Міжнар. наук.-техн. конф. (м. Вінниця, 2025). URL: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egeu/egeu2025/paper/viewFile/26276/21665 (дата звернення: 06.10.2026).

Ободянська Ольга Ігорівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000–0003–4464–3537, e-mail: olha.obodyanska@i.ua.

Шкробот Богдан Сергійович – здобувач групи ТГ-26м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: bshkrobot1@gmail.com.

Майструк Владислава Романівна – здобувач групи СМ–23б факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e–mail: majstrukvladislava@gmail.com.

Obodyanska Olha – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000–0003–4464–3537, e-mail: olha.obodyanska@i.ua.

Shkrobot Bohdan – student group TG-26m of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa National Technical University, e-mail: bshkrobot1@gmail.com.

Maistruk Vladyslava – student group SM–23b of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa National Technical University, e–mail: majstrukvladislava@gmail.com.