

Н.М. Полив'ячук¹
О.С. Єфімов¹
О.В. Фурман¹
Р.В. Петрук¹
О.П. Арсеньєва²
А.П. Полив'ячук¹

ЕКОЛОГІЗАЦІЯ СФЕРИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА ОСНОВІ МЕТОДУ ОПТИМІЗОВАНОГО ВПРОВАДЖЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

¹ Вінницький національний технічний університет, Вінниця, Україна

² Падерборнський університет, Падерборн, Німеччина

Анотація

Запропоновано метод оптимізованого впровадження енергоефективних технологій в сфері теплопостачання, використання якого дозволяє суттєво підвищити еколого-економічну ефективність та інвестиційну привабливість проектів з енергомодернізації технічних комплексів «виробник - споживач» теплової енергії.

Ключові слова: теплопостачання, екологізація, енергоефективність, економічність, оптимізація.

Abstract

A method of optimized implementation of energy-efficient technologies in the field of heat supply is proposed, the use of which allows to significantly increase the ecological and economic efficiency and investment attractiveness of energy modernization projects of technical complexes "producer-consumer" of thermal energy.

Keywords: heat supply, greening, energy efficiency, economy, optimization.

Вступ

Одним із основних критеріїв ефективної модернізації систем теплозабезпечення будинків є її економічна оцінка та наявні кошти для її впровадження. Встановленню оптимального інвестування при модернізації присвячено обмаль робіт, та дослідження ще тривають. Останні роботи демонструють важливість включення в оптимізацію всього часового горизонту життєвих циклів будівлі [1], це дозволяє забезпечити більш реалістичні шляхи декарбонізації систем теплопостачання будівель, відображаючи той факт, що інвестиційні рішення можуть прийматися на кількох етапах життєвого циклу будівель, і враховувати цінність інвестиційної гнучкості. Методологія визначення оптимальних стратегій екологізації та декарбонізації для існуючих районів з урахуванням інвестиційних рішень щодо енергопостачання на рівні будівлі та модернізації та розширення існуючих систем централізованого теплопостачання була запропонована в роботі [2]. Моделювання представлено на прикладі двох існуючих досліджуваних районів у місті Кур, Швейцарія, які включають як житлові, так і багатофункціональні споруди. Результати показали, що модернізація є основним фактором витрат будь-якої стратегії декарбонізації. Тому вибір технологій і сам розмір енергетичних систем пропонують кращий вплив на скорочення викидів з помірним збільшенням витрат. Крім того, дослідження демонструють, що поєднання теплових насосів, теплових накопичувачів гарячої води та сонячної фотоелектричної системи є не лише CO₂ - оптимальний, але також оптимальний з точки зору витрат для будинків без централізованого опалення.

Результати дослідження

На основі аналізу передового світового та власного досвіду екологізації сфери теплопостачання [3-5] авторами реалізовано науково-прикладний проект, присвячений створенню та верифікації методу оптимізованого впровадження енергоощадних технологій (ЕТ) в технічному комплексі «будівля(лі)-система(ми) теплопостачання» за критерієм комплексного еколого-економічного ефекту (рис. 1).

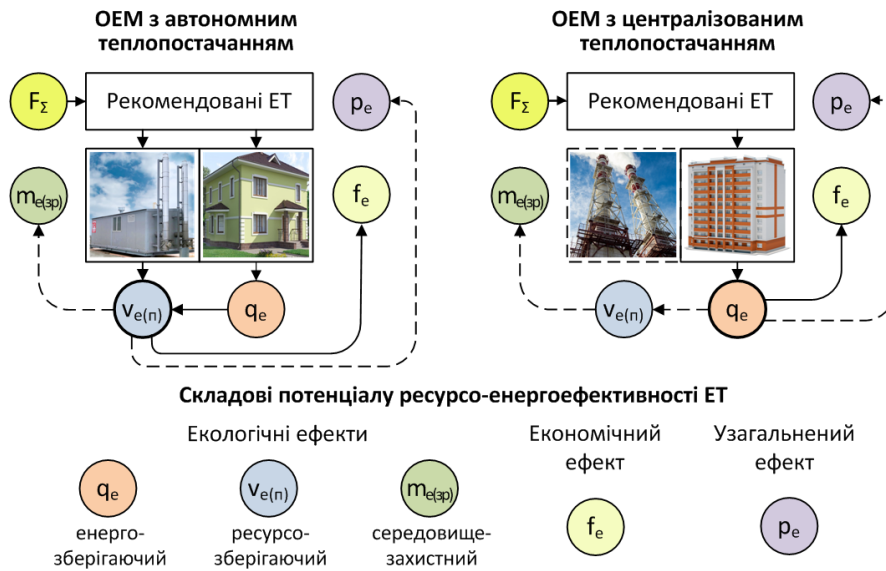


Рис. 1. Складові комплексного ефекту енергомодернізації технічної системи «будівля-система тепlopостачання»

Для забезпечення ефективності використання даного методу в будівлях та теплових мережах різних періодів забудови, з різними початковими рівнями теплового захисту, кліматичними умовами експлуатації та сферами застосування в процесі досліджень вирішено задачу створення уніфікованої методологічної бази для визначення оптимальних технічних рішень по реалізації потенціалу енергоєфективності досліджуваних об'єктів на основі системного підходу з врахуванням різних механізмів утворення енергетичного ефекту, а саме: зменшення теплових втрат через огорожувальні конструкції, використання технологій «розумного будинку», альтернативних джерел енергії, тощо. Розробку даної методологічної бази проведено з врахуванням мотивації балансоутримувача (власника) та інвестора об'єкту енергомодернізації (рис. 2) та на основі принципів:

- 1) впорядкування об'єктів впровадження ЕТ в послідовності: споживач → транспортувальник → виробник теплової енергії, або: будівля → теплопровід → генератор тепла; при цьому забезпечується комплексний підхід до аналізу об'єкту впровадження ЕТ;
- 2) поетапність впровадження ЕТ із застосуванням економічного ефекту реалізованих етапів, що дозволяє використовувати потенціал самофінансування об'єкту енергомодернізації;
- 3) раціональність досягнення ефекту від впровадження ЕТ з наданням пріоритету технологіям з найбільшою рентабельністю, що забезпечує ефективність використання фінансових ресурсів;
- 4) оптимізація параметрів процесу впровадження ЕТ за критерієм економічної ефективності фінансових витрат, що дозволяє забезпечити максимальну ефективність використання інвестицій.

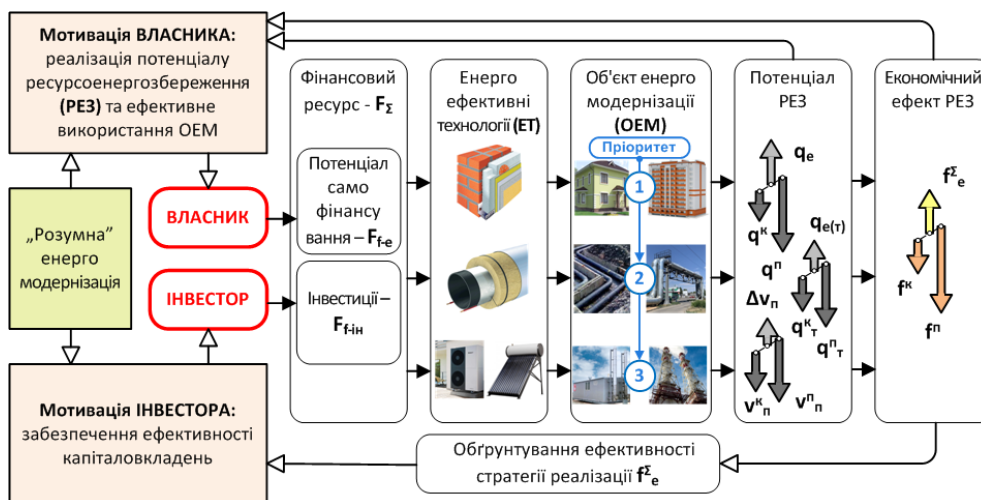


Рис. 2. Врахування мотивації власника та інвестора досліджуваного об'єкту енергомодернізації

Практичне застосування методу оптимізованого впровадження енергоощадних технологій в технічному комплексі «будівля-система теплопостачання» передбачає підвищення інвестиційної привабливості ресурсо- та енергозберігаючих заходів із середніми та значними термінами окупності, що сприяє покращенню умов для їх фактичного впровадження та отримання комплексного ефекту у вигляді: зменшення викидів у атмосферу урбанізованих територій забруднюючих речовин і парникових газів, покращення показників якості повітря у містах, скорочення витрат палива і економічних витрат на вироблення теплової енергії.

Виконання розроблених авторами рекомендацій щодо підвищення енергоефективності об'єктів-споживачів теплової енергії – житлових, громадських, промислових будинків і споруд, а також об'єктів-виробників тепла – комунальних котельень, дозволяє скоротити потребу населення і муніципальних підприємств у тепловій енергії, знизити навантаження на міські теплові мережі та зменшити вартість комунальних тарифів, що матиме позитивний економічний та соціальний ефект.

Висновок

Створено метод оптимізованого впровадження енергоефективних технологій в сфері теплопостачання, призначений для реалізації потенціалу ресурсо-енергозбереження технічних комплексів «будівля(лі) – система(ми) теплопостачання» різних типів і призначення з мінімальними витратами фінансових ресурсів і термінами їх окупності, використання якого дозволяє суттєво підвищити еколого-економічну ефективність та інвестиційну привабливість проектів з енергомодернізації вказаних технічних комплексів та їх елементів – об'єктів, які споживають, транспортують і генерують теплову енергію.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. J. Richarz, S. Henn, T. Osterhage, D. Müller, Optimal scheduling of modernization measures for typical non-residential buildings, *Energy*, 238 (2022) 121871, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121871>.
2. A. Lerbinger, I. Petkov, G. Mavromatidis, C. Knoeri, Optimal decarbonization strategies for existing districts considering energy systems and retrofits, *Applied Energy*, 352 (2023) 121863, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.121863>.
3. T. Cholewa, A. Siuta-Olcha, A. Smolarz, P. Murjas, P. Wolszczak, Ł. Guz, M. Bocian, G. Sadowska, W. Łokczewska, C.A. Balaras, On the forecast control of heating system as an easily applicable measure to increase energy efficiency in existing buildings: Long term field evaluation, *Energy and Buildings*, 292 (2023) 113174, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113174>.
4. T.E. Seghier, Y.-W. Lim, M.F. Harun, M.H. Ahmad, A.A. Samah, H.A. Majid, BIM-based retrofit method (RBIM) for building envelope thermal performance optimization, *Energy and Buildings*, 256 (2022) 111693, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111693>.
5. Polyvianchuk A., Malyarenko V., Semenenko R., Gura K., Sabev Varbanov P., Arsenyeva O. The general-purpose approach for estimation of residential heating systems efficiency using the various energy sources. *Energy and Buildings*, 2023. – 113390. – p. 23. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2023.113390>.

Полив'ячук Наталія Миколаївна – аспірант 2-го року навчання кафедри екології, хімії та технологій захисту довкілля (ЕХТЗД), Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії (ФБЦЕІ), Вінницький національний технічний університет (ВНТУ), Вінниця, e-mail: polyvianchuk_n@vntu.edu.ua;

Єфімов Олексій Сергійович – аспірант 2-го року навчання кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця;

Фурман Олександр Вікторович – студент групи ТЗД-23м кафедри ЕХТЗД, кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця;

Петрук Роман Васильович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця;

Арсеньєва Ольга Петрівна – д-р техн. наук, професор, Падерборнський університет, Падерборн;

Полив'ячук Андрій Павлович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри ЕХТЗД, кафедри ЕХТЗД, ФБЦЕІ, ВНТУ, Вінниця.

Nataliya Polyvianchuk - 2nd year graduate student of the Faculty of Construction, Civil and Environmental Engineering (FCCEE);

Oleksiy Efimov - 2nd year graduate student of the ECEPT Department, FCCEE;

Oleksandr Furman - a student of the ECEPT department, FBCEI;

Roman Petruk - Dr. Tech. Sciences, Prof., professor of the ECEPT department, FBCEI, VNTU, Vinnytsia;

Olga Arsenyeva - Dr. Tech. Science, Prof., University of Paderborn, Paderborn;

Andrii Polyvianchuk - Dr. Tech. Sciences, Prof., professor of the department ECEPT, FCCEE, VNTU, Vinnytsia.