

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧІ СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Досліджено впровадження індивідуальних теплових пунктів (ІТП) та концепції розподіленого теплозабезпечення як ефективних рішень для енергозбереження в системах теплопостачання багатоповерхових житлових будинків. Проаналізовано технічні особливості ІТП, їхню роль у регулюванні теплового навантаження, зниженні енергоспоживання до 30% у порівнянні з централізованими системами та покращенні комфорту споживачів. Розглянуто переваги розподілених систем теплозабезпечення, зокрема підвищення автономності споживачів, зменшення теплових втрат у мережах до 20% та інтеграцію відновлюваних джерел енергії, таких як теплові насоси та сонячні колектори. Наведено рекомендації щодо оптимізації роботи ІТП, автоматизації теплопостачання та перспективи розвитку децентралізованих систем теплопостачання в умовах сучасних енергетичних викликів.

Ключові слова: індивідуальний тепловий пункт, розподілене теплозабезпечення, енергозбереження, теплопостачання, енергоефективність, автоматизація, теплові втрати, відновлювані енергетичні ресурси.

Abstract

The introduction of individual heat points (IHPs) and the concept of distributed heat supply as effective solutions for energy saving in the heat supply systems of multi-storey residential buildings is investigated. The article analyses the technical features of IHS, their role in regulating the heat load, reducing energy consumption by up to 30% compared to centralised systems and improving consumer comfort. The advantages of distributed heat supply systems are considered, in particular, increasing the autonomy of consumers, reducing heat losses in networks by up to 20% and integrating renewable energy sources such as heat pumps and solar collectors. The article provides recommendations for optimising the operation of IHS, automation of heat supply, and prospects for the development of decentralised heat supply systems in the context of modern energy challenges.

Keywords: individual heat point, distributed heat supply, energy saving, heat supply, energy efficiency, automation, heat losses, renewable energy resources.

Вступ

Енергозбереження в системах теплопостачання багатоповерхових житлових будинків є одним із ключових напрямів підвищення енергоефективності сучасного житлового фонду. Основні види енергозберігаючих систем включають індивідуальні теплові пункти (ІТП), розподілене теплозабезпечення, використання теплових насосів, когенераційних установок та відновлювальних джерел енергії. Для забезпечення ефективної роботи таких систем необхідно дотримуватися основних вимог, серед яких мінімізація теплових втрат, автоматизоване регулювання споживання тепла та інтеграція інноваційних технологій [1].

Особливу увагу приділено ІТП та розподіленому теплозабезпеченню як ключовим рішенням для підвищення автономності споживачів, оптимізації розподілу теплової енергії та зниження навантаження на централізовані мережі. Принципи роботи таких систем базуються на індивідуальному регулюванні теплопостачання, підвищенні ефективності використання енергії та можливості інтеграції альтернативних джерел тепла. Впровадження цих технологій дозволяє не лише зменшити витрати на опалення, але й сприяє екологічній безпеці та сталому розвитку енергетичного сектору [2].

Результати дослідження

Зростання вартості енергоносіїв та необхідність зменшення викидів парникових газів вимагають впровадження енергоефективних рішень у сфері теплопостачання багатоповерхових житлових будинків. Традиційні системи опалення мають значні втрати енергії, що знижує їхню ефективність.

Використання сучасних енергозберігаючих технологій дозволяє зменшити споживання енергії, покращити комфорт мешканців та знизити експлуатаційні витрати [1, 2]. Основні види енергозберігаючих систем теплопостачання [3, 4, 5, 6]:

1. Індивідуальні теплові пункти (ІТП) – автоматизовані системи, що регулюють подачу тепла відповідно до зовнішніх умов і потреб мешканців.
2. Геліосистеми – використання сонячних колекторів для нагріву води та підтримки опалення.
3. Теплові насоси – ефективне рішення для використання теплової енергії ґрунту, води або повітря.
4. Системи рекуперації тепла – повернення теплової енергії відпрацьованого повітря у вентиляційних системах.
5. Розподілене теплозабезпечення – зональне регулювання теплопостачання в залежності від реальних потреб будівлі.

Вимоги до енергоефективних систем теплопостачання [7, 8, 9]:

- відповідність сучасним нормам енергоефективності (ДБН, ЄС-стандарти);
- використання автоматизованих систем управління енергоспоживанням;
- мінімізація тепловтрат через ізоляцію трубопроводів та будівельних конструкцій;
- інтеграція відновлюваних джерел енергії у систему теплопостачання.

Принципи роботи енергозберігаючих систем полягають в наступному [10, 11, 12]:

- адаптивне управління подачею тепла на основі погодних умов та рівня споживання;
- максимальне використання низькотемпературних систем опалення (наприклад, тепла підлога);
- застосування інтелектуальних систем моніторингу та оптимізації витрат енергії;
- використання комбінованих систем теплопостачання для підвищення ефективності.

Індивідуальні теплові пункти (ІТП), як енергоефективне рішення для теплопостачання багатоповерхових житлових будинків

Індивідуальний тепловий пункт (ІТП) – це комплексне інженерне обладнання, що здійснює автоматизоване управління та розподіл теплової енергії в окремій будівлі або її частині. ІТП встановлюється на межі між магістральною тепломережею та внутрішньобудинковою системою опалення, гарячого водопостачання (ГВП) і вентиляції, забезпечуючи оптимальне використання теплової енергії. Головною особливістю ІТП є здатність регулювати параметри теплоносія залежно від фактичних потреб споживачів, що сприяє підвищенню енергоефективності та зниженню витрат на теплопостачання. ІТП виконує такі основні функції [1, 2, 13]:

1. Регулювання температури теплоносія – адаптація температурних параметрів відповідно до зовнішніх погодних умов та реального теплового навантаження будівлі.
2. Гідравлічне балансування системи – забезпечення рівномірного розподілу теплової енергії по всіх точках споживання.
3. Приготування гарячої води – миттєвий нагрів ГВП з використанням пластинчастих теплообмінників, що дозволяє уникнути теплових втрат у магістральних трубопроводах.
4. Облік теплової енергії – вимірювання витрат тепла за допомогою лічильників для точного розрахунку споживання та аналізу ефективності роботи системи.
5. Автоматизація та диспетчеризація – керування параметрами ІТП за допомогою мікропроцесорних контролерів, що дозволяє оперативно реагувати на зміни умов експлуатації та знижувати енергоспоживання.

ІТП складається з таких елементів: теплообмінники – забезпечують передачу теплової енергії від мережевого теплоносія до системи опалення та гарячого водопостачання; автоматизовані регулятори температури – контролюють потік теплоносія залежно від заданих параметрів; циркуляційні насоси – забезпечують рух теплоносія у внутрішньобудинковій системі з оптимальними витратами енергії; засувки, клапани та датчики – регулюють подачу теплоносія, здійснюють контроль за тиском, температурою та витратами; лічильники теплової енергії – забезпечують точний облік спожитого тепла для подальшого аналізу та розрахунків із постачальником послуг.

Використання індивідуальних теплових пунктів у багатоповерхових житлових будинках має ряд значних переваг [14]:

1. Економія енергоресурсів – завдяки автоматизованому регулюванню подачі тепла та адаптації до погодних умов споживання теплової енергії може бути знижене на 20–30%.
2. Зниження експлуатаційних витрат – автоматизація ІТП зменшує потребу в обслуговуванні та втручанні персоналу.

3. Підвищення комфорту мешканців – можливість індивідуального регулювання температури в приміщеннях, що підвищує якість послуг з теплопостачання.

4. Оптимізація розрахунків за тепло – точний облік спожитої енергії дозволяє розподіляти витрати справедливо між мешканцями та уникати необґрунтованих переплат.

5. Зниження навантаження на центральну тепलोмережу – покращує ефективність роботи міських теплопостачальних систем.

6. Інтеграція з альтернативними джерелами енергії – можливість поєднання ІТП з тепловими насосами, сонячними колекторами та іншими енергозберігаючими технологіями.

Попри очевидні переваги, впровадження ІТП супроводжується певними викликами: високі початкові витрати – модернізація теплопостачальних систем вимагає значних капіталовкладень; необхідність адаптації будівельної інфраструктури – особливо в старих будинках, де системи опалення не передбачають автономного регулювання; потреба в кваліфікованому обслуговуванні – для ефективної роботи ІТП необхідний постійний моніторинг та професійне технічне супроводження [15].

Перспективи розвитку ІТП пов'язані з: впровадженням "розумних" систем управління енергоспоживанням (IoT-рішення, штучний інтелект); удосконаленням теплообмінного обладнання для підвищення ефективності; інтеграцією з відновлюваними джерелами енергії та розширенням гібридних схем теплопостачання [16].

Розподілене теплозабезпечення, як інноваційний підхід до теплопостачання багатоповерхових житлових будинків

Розподілене теплозабезпечення – це концепція, яка передбачає поділ централізованої системи теплопостачання на автономні або напіваавтономні вузли розподілу теплової енергії. Основною ідеєю цієї системи є забезпечення максимально ефективного використання енергоресурсів шляхом гнучкого управління подачею тепла у різні частини будинку відповідно до реальних потреб споживачів. Така система дозволяє уникнути проблем, пов'язаних із перевитратою енергії, нерівномірним розподілом тепла та значними втратами при транспортуванні теплоносія. Впровадження розподіленого теплозабезпечення сприяє підвищенню рівня комфорту мешканців, економії енергоносіїв та зниженню навантаження на центральні магістралі тепломережі [1, 3, 8, 9].

Розподілена система теплопостачання ґрунтується на таких принципах [10, 13, 16]:

1. Децентралізація теплозабезпечення – створення локальних пунктів подачі тепла для кожного поверху, під'їзду або навіть окремої квартири.

2. Гнучке регулювання температури – можливість індивідуального керування температурним режимом залежно від поточних потреб мешканців.

3. Оптимізація витрат енергії – зменшення споживання тепла завдяки автоматизації процесів розподілу та контролю над тепловими потоками.

4. Зменшення теплових втрат – скорочення втрат теплової енергії при транспортуванні теплоносія за рахунок його локального розподілу.

5. Інтеграція з альтернативними джерелами енергії – можливість використання відновлюваних джерел, таких як теплові насоси або геліосистеми, на рівні окремих вузлів.

Розподілені системи теплопостачання можна класифікувати за наступними критеріями [3, 8, 9, 12]:

1) За рівнем автономності:

- Повністю автономні системи – кожна квартира або секція будинку оснащена власним джерелом тепла (газовий або електричний котел, тепловий насос).

- Напіваавтономні системи – теплові пункти встановлюються на рівні під'їздів або поверхів, що дозволяє забезпечувати теплом певні зони будівлі без залучення загальноміської тепломережі.

- Гібридні системи – поєднання централізованого теплопостачання з індивідуальними регулюючими елементами, такими як розподілювачі тепла або зональні клапани.

2) За способом розподілу тепла:

- Вертикальна система розподілу – передача теплоносія по стояках, що охоплюють кілька поверхів.

- Горизонтальна система розподілу – подача теплоносія здійснюється на рівні кожного поверху, що спрощує контроль та облік теплової енергії.

- Розподіл із застосуванням теплових насосів – використання низькопотенційного тепла з локальних джерел (грунту, води, повітря) для забезпечення опалення окремих частин будинку.

Розподілена система теплопостачання складається з таких основних елементів:

- Локальні теплові пункти (ЛТП) – обладнання для перетворення та регулювання параметрів теплоносія на рівні будинку, під'їзду або поверху.
- Індивідуальні регулятори тепла – пристрої для автоматичного або ручного регулювання подачі тепла до окремих приміщень.
- Циркуляційні насоси – забезпечують рух теплоносія в автономних контурах системи.
- Теплообмінники – використовуються для передачі теплової енергії від централізованої системи до локальних контурів.
- Обладнання для дистанційного моніторингу – системи керування та обліку теплової енергії, що дозволяють контролювати споживання та виявляти можливі втрати.

Запровадження розподіленого теплозабезпечення має ряд суттєвих переваг [13, 14, 16]:

1. Підвищення енергоефективності – мінімізація теплових втрат завдяки локальному регулюванню подачі тепла.
2. Зниження експлуатаційних витрат – завдяки автоматизованому контролю за витратами тепла та адаптації до реальних потреб.
3. Гнучкість у використанні різних джерел енергії – можливість інтеграції традиційних та альтернативних технологій теплопостачання.
4. Комфорт для мешканців – можливість індивідуального налаштування температури в кожній квартирі або секції будинку.
5. Оптимізація навантаження на центральну тепломережу – зменшення потреби у потужних теплогенеруючих установках.

Незважаючи на очевидні переваги, впровадження розподіленого теплозабезпечення має певні труднощі: потреба у початкових інвестиціях – необхідність встановлення додаткового обладнання та модернізації будівельних конструкцій; необхідність якісного технічного обслуговування – складність експлуатації автономних теплових пунктів та потреба у висококваліфікованому персоналі; сумісність із існуючими тепломережами – необхідність адаптації до старих будівель, що не передбачали застосування розподілених систем.

Перспективи розвитку розподілених систем теплозабезпечення пов'язані з: впровадженням цифрових технологій управління (розумні терморегулятори, автоматизовані системи обліку); інтеграцією відновлюваних джерел енергії – сонячних колекторів, теплових насосів та геотермальних систем; розвитком енергоефективних матеріалів – вдосконалення теплоізоляційних рішень для мінімізації втрат тепла.

Висновки

Впровадження енергозберігаючих систем теплопостачання у багатоповерхових житлових будинках дозволяє суттєво знизити енергоспоживання та підвищити ефективність використання ресурсів. Оптимальне поєднання сучасних технологій, таких як теплові насоси, геліосистеми та ІТП, забезпечує стабільне теплозабезпечення при мінімальних витратах. Подальші дослідження мають бути спрямовані на розробку нових технологічних рішень, що сприятимуть підвищенню рівня енергоефективності в житловому секторі.

Індивідуальні теплові пункти є важливою складовою енергозберігаючих систем теплопостачання багатоповерхових будинків. Вони забезпечують значну економію енергії, підвищують комфорт користувачів та сприяють екологічній стійкості. Подальший розвиток технологій ІТП дозволить ще більше оптимізувати енергоспоживання та інтегрувати системи теплопостачання з відновлюваними джерелами енергії.

Розподілене теплозабезпечення є ефективним напрямком модернізації теплопостачання багатоповерхових будинків. Воно дозволяє знизити енергоспоживання, підвищити рівень комфорту мешканців та забезпечити гнучкість у використанні різних джерел енергії. Подальші дослідження у цій галузі сприятимуть розширенню використання розподілених систем та підвищенню їх ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Ковальчук В.А. Теплопостачання: навчальний посібник. / В.А. Ковальчук, Т.С. Мацнєва. – Рівне: НУВГП, 2013. – 300 с.
2. Ткаченко С. Й. Екологічні аспекти виробництва енергії / С. Й. Ткаченко, Л.А. Боднар. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 83 с.

3. Теоретичні засади та загальна концепція енергоефективного будівництва / О.І. Ободянська, Р.І. Пономаров // І науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11845>.
4. Особливості функціонування теплових насосів в системах тепло- та холодопостачання / О.І. Ободянська, А.С. Бровко // І науково-технічна конференція ФБТЕГП ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2021/paper/view/11737>.
5. Альтернативні джерела енергії, як енергоносії / О.І. Ободянська, О.А. Іванов, К.Р. Войновський // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egau/egau2021/paper/view/13932>.
6. Аналіз практики використання альтернативних джерел енергії / О.І. Ободянська, Б.В. Лисий, О.Ю. Зборовський // Матеріали XLVIII науково-технічної конференції підрозділів Вінницького національного технічного університету (НТКУ ВНТУ – 2019) (Вінниця, 13-15 березня 2019) – 2019 – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2019/paper/view/7023>
7. Використання енергії навколишнього середовища за допомогою теплових насосів / О.І. Ободянська, О.А. Іванов, К.Р. Войновський // Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2020. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2020/paper/view/10834>.
8. Енергоефективність багатоквартирних будівель / О.І. Ободянська // ІІ науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15243.5>. Панкевич О.Д. Теплопостачання : навчальний посібник / О.Д. Панкевич, О.В. Титко, О.І. Ободянська. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 85с. ISBN 978-966-641-842-8. – Режим доступу: http://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/IRVC/2021/Pankevich_2021_85.pdf
9. Панкевич О. Д. Теплопостачання: навчальний посібник / О. Д. Панкевич, О. І. Ободянська, О.В. Титко. – Вінниця : ВНТУ, 2021. – 85 с.
10. Слободян Н.М. Організація та технологія проектування систем теплопостачання та вентиляції: навчальний посібник / Слободян Н.М., Панкевич О.Д., Ободянська О.І. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 102 с.
11. Пусконаладжувальні роботи в інженерних системах / О.І. Ободянська // ІІІ науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20526/17023>.
12. Trach R., Khomenko O., Trach Y., Kulikov O., Druzhynin M., Kishchak N., Ryzhakova G., Petrenko H., Prykhodko D., Obodianska O. «Application of fuzzy logic and SNA tools to assessment of communication quality between construction project participants» Sustainability Journal. – 2023. – vol. 15, iss.7 (Режим доступу - <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/7/5653>. – DOI: <https://doi.org/10.3390/su15075653>.
13. Переваги та недоліки дахової котельні / Ратушняк Г.С., Ободянська О.І., Гончарук В.С.// Міжнародна науково-технічна конференція «Інноваційні технології в будівництві» Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2024. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/view/22486>.
14. Екологічні проблеми при використанні альтернативних джерел енергії / О.І. Ободянська, В.В. Грибик // ІІ науково-технічна конференція ФБЦЕІ ВНТУ (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15191>.
15. Енергоефективні будинки та споруди / О.І. Ободянська, В.В. Грибик, А.Я. Панченко // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egau/egau2021/paper/view/14058>.
16. Шляхи зменшення енергозалежності України / О.І. Ободянська, К.Л. Харчилава // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 250-252. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/egau/egau2019/paper/view/8242>.

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

Піддубняк Віталій Анатолійович – магістрант, група ТГ-23мз факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: vitaliypiddybnyak@gmail.com.

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

Piddubnyak Vitaliy – master's student, group TG-23 of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, e-mail: vitaliypiddybnyak@gmail.com.