УДК 697.7

Н. Д. Степанова
О. С. Капустинський

СИСТЕМА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕПЛОВОЮ ЕНЕРГІЄЮ 9-ПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ З ВБУДОВАНИМИ ПРИМІЩЕННЯМИ ГРОМАДСЬКОГО ПРИЗНАЧЕННЯ У М. ВІННИЦЯ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

У статті розглянуто систему забезпечення тепловою енергією 9-поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями громадського призначення в м. Вінниця. Проведено аналіз можливих джерел теплопостачання: індивідуальних поквартирних газових котлів, однієї котельні на весь будинок, що працює на різних видах палива, та теплових насосів різних типів. Реалізація запропонованих рішень дозволить забезпечити надійне та безпечне теплопостачання, підтримувати нормативні параметри мікроклімату, підвищити енергоефективність будинку та зменшити фактичне споживання теплової енергії.

Ключові слова: теплопостачання; індивідуальний тепловий пункт; опалення; вентиляція; гаряче водопостачання; теплове навантаження; енергоефективність; автоматичне регулювання; тепловий облік; житловий будинок.

Abstract

The article considers a heat supply system for a nine-storey residential building with integrated premises for public use in Vinnytsia, Ukraine. The article analyses possible heat supply sources: individual apartment gas boilers, a single building boiler house operating on different fuels, and heat pumps of various types. The implementation of the proposed solutions will ensure reliable and safe heat supply, maintain standard indoor microclimate parameters, improve the energy efficiency of the building, and reduce actual heat energy consumption.

Keywords: heat supply; individual heat substation; space heating; ventilation; domestic hot water supply; heat load; energy efficiency; automatic control; heat metering; residential building.

Вступ

Забезпечення надійного та енергоефективного теплопостачання багатоквартирних житлових будинків є одним із ключових завдань сучасного будівництва. Особливістю об’єктів із вбудованими приміщеннями громадського призначення є неоднорідність теплових навантажень: житлова частина потребує тепла переважно для опалення та гарячого водопостачання, тоді як приміщення громадського призначення можуть мати додаткові потреби у вентиляції та технологічному теплоспоживанні.

У роботі розглянуто систему забезпечення тепловою енергією 9-поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями громадського призначення у м. Вінниця. Основними видами теплоспоживання прийнято опалення житлової частини, опалення та вентиляцію приміщень громадського призначення, а також гаряче водопостачання. Відповідно до ДБН В.2.5-39:2008 потребу в тепловій енергії визначають окремо за видами теплоспоживання: на опалення, вентиляцію, гаряче водопостачання та технологічні потреби [1].

Метою роботи є формування надійної, безпечної та економічно доцільної системи теплопостачання, яка забезпечує нормативні параметри мікроклімату в приміщеннях, має можливість автоматичного регулювання та дозволяє здійснювати облік теплової енергії окремо для житлової й нежитлової частин будинку.

Результати дослідження

Об’єктом розгляду є 9-поверховий багатоквартирний житловий будинок, у складі якого передбачено вбудовані приміщення громадського призначення. Будинок розташований у м. Вінниця, яка

належить до I кліматичної зони України. Для Вінниці розрахункова температура зовнішнього повітря для проєктування опалення приймається близько мінус 21 °С, тривалість опалювального періоду – приблизно 183 доби, а середня температура опалювального періоду – близько мінус 0,1 °С [2, 3].

Максимальні теплові навантаження об'єкта наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Максимальні теплові навантаження будинку

Вид теплоспоживання	Максимальна теплова потужність, кВт
Опалення житлової частини	180
Опалення приміщень громадського призначення	30
Вентиляція приміщень громадського призначення	22
Гаряче водопостачання	85
Разом	317

Отже, для забезпечення розрахункових умов теплогенеруюче обладнання або тепловий пункт повинні мати встановлену теплову потужність не менше ніж 317 кВт. У реальному проєкті необхідно також враховувати втрати теплоти в теплових мережах, запас на несправність обладнання, можливість резервування та особливості режиму гарячого водопостачання.

Вибір джерела теплової енергії є одним із найважливіших етапів проєктування системи теплопостачання. Для розглянутого 9-поверхового житлового будинку з максимальним тепловим навантаженням 317 кВт можливі такі основні варіанти: індивідуальні газові котли у кожній окремій квартирі; одна котельня на весь будинок, що працює на різних видах палива; теплові насоси різних типів; централізоване теплопостачання від міської теплової мережі. Вибір конкретного рішення повинен здійснюватися з урахуванням технічних умов, наявності інженерних мереж, вартості палива або електричної енергії, екологічних вимог, надійності та можливості резервування.

Перевагами індивідуальних поквартирних газових котлів є автономність кожної квартири, можливість індивідуального регулювання температури та режиму роботи, відсутність витрат на транспортування теплоти між квартирами, а також можливість зменшення теплових втрат у внутрішньобудинкових мережах. Кожен мешканець самостійно контролює витрати газу та оплачує фактично спожиту кількість палива.

Водночас поквартирне газове опалення має суттєві обмеження. Для його влаштування необхідні димохідні канали, подача повітря для горіння, газопроводи, приміщення або місця встановлення котлів, що відповідають вимогам безпеки, а також узгодження з газорозподільним підприємством. У багатоповерхових житлових будинках застосування поквартирних газових котлів потребує ретельного дотримання вимог пожежної безпеки, вентиляції, димоходів і газопостачання.

Недоліками є збільшення кількості одиниць обладнання, необхідність регулярного технічного обслуговування кожного котла, складність централізованого управління та можливі проблеми з забезпеченням однакового рівня комфорту в різних квартирах. Крім того, у разі відключення газопостачання або несправності котла мешканець залишається без опалення та гарячої води.

Поквартирні газові котли доцільні для будинків, у яких передбачено індивідуальні системи опалення та гарячого водопостачання, є технічна можливість встановлення обладнання та узгоджені умови газопостачання. Для розглянутого об'єкта таке рішення може бути прийнятним за відсутності централізованого теплопостачання, але потребує детального опрацювання питань безпеки, вентиляції та димовидалення.

Альтернативним рішенням є влаштування однієї котельні на весь будинок. Котельня може бути розташована в підвальному або технічному приміщенні, в окремій прибудові чи в окремому будинку на території ділянки. Від котельні теплоносій подається до індивідуального теплового пункту або безпосередньо до систем опалення, вентиляції та гарячого водопостачання.

Основною перевагою централізованої котельні є можливість встановлення потужнішого та більш ефективного обладнання, каскадної роботи кількох котлів, централізованого обслуговування, автоматизації та диспетчеризації. Це дозволяє забезпечити резервування теплогенеруючого обладнання та більш рівномірний розподіл тепла між споживачами.

Для котельні на весь будинок можуть бути розглянуті такі види палива:

- природний газ – найбільш поширений варіант за наявності газової мережі; характеризується відносно високою ефективністю, але потребує газопроводу, газової арматури, димоходів і систем безпеки;

- електрична енергія – дозволяє відмовитися від спалювання палива в котельні, але потребує значної електричної потужності та може мати високу вартість експлуатації;
- біомаса – деревні гранули, тріска, агропелети або інші види біопалива; є відновлюваним джерелом енергії, але потребує складу палива, системи подачі, золо- та шлаковидалення, а також регулярного обслуговування;
- дизельне паливо – може використовуватися як резервне або основне паливо за відсутності газової мережі; потребує ємностей для зберігання палива та дотримання вимог пожежної безпеки;
- теплові насоси – використовують електричну енергію для перенесення теплоти з навколишнього середовища; є енергоефективним рішенням, але потребують джерела низькопотенційного теплоти та достатньої електричної потужності.

Для котельні на весь будинок доцільно передбачати не менше ніж два котли. Оптимальним є каскад із трьох котлів, кожен із яких має потужність приблизно 40–50 % від розрахункового навантаження. Така схема дозволяє працювати з частковим навантаженням у перехідні періоди, забезпечувати резервування та проводити технічне обслуговування без повного припинення теплопостачання.

Недоліками котельні на весь будинок є необхідність виділення окремого приміщення, влаштування димоходів, систем вентиляції, газопостачання або зберігання палива, а також збільшення капітальних витрат. Проте для об'єкта з тепловим навантаженням 317 кВт таке рішення часто є більш надійним і зручним в експлуатації, ніж індивідуальні поквартирні котли.

Теплові насоси є енергоефективним джерелом теплової енергії, оскільки переносять тепло з джерела низького потенціалу до системи теплопостачання будинку. Витрати електричної енергії на роботу теплового насоса нижчі за кількість отриманої теплової енергії, оскільки частина тепла надходить із навколишнього середовища.

Для розглянутого будинку можуть бути розглянуті такі типи теплових насосів:

- повітря-вода – використовує теплоту навколишнього повітря; є найбільш простим у встановленні варіантом, але його ефективність знижується при низьких температурах зовнішнього повітря;
- ґрунт-вода – використовує теплоту ґрунту за допомогою ґрунтових колекторів або геотермальних свердловин; характеризується стабільнішою ефективністю, але потребує значних капітальних витрат і земельної ділянки;
- вода-вода – використовує теплоту ґрунтових, поверхневих або стічних вод; має високу ефективність, але потребує наявності відповідного джерела води та дозволів на його використання;
- повітря-повітря – застосовується переважно для опалення та охолодження окремих приміщень; для багатоквартирного будинку з централізованою системою гарячого водопостачання має обмежене застосування;
- гібридна схема – поєднує тепловий насос із резервним котлом, який забезпечує покриття пікового теплового навантаження в найхолодніші періоди.

Для будинку з тепловим навантаженням 317 кВт теплові насоси можуть бути застосовані як основне джерело тепла або в комбінації з резервним котлом. Найбільш доцільною є гібридна схема, у якій теплові насоси покривають базове теплове навантаження, а котел вмикається лише в періоди різкого зниження температури зовнішнього повітря або при піковому споживанні гарячої води.

Перевагами теплових насосів є високий коефіцієнт перетворення енергії, відсутність локальних викидів продуктів згоряння, можливість використання відновлюваної енергії та зниження залежності від газопостачання. Водночас необхідно враховувати потребу в електричній потужності, вартість обладнання, наявність місця для зовнішніх блоків або ґрунтових колекторів, а також зниження ефективності повітряних теплових насосів у холодний період.

Для забезпечення надійності системи з тепловими насосами доцільно передбачати резервне джерело тепла, буферну ємність, бак-акумулятор гарячої води та автоматичне керування роботою обладнання. Це дозволяє згладжувати пікові навантаження, зменшувати кількість пусків компресорів і підвищувати ефективність роботи системи.

Для розглянутого об'єкта найбільш раціональним є поєднання централізованої котельні або індивідуального теплового пункту з каскадним регулюванням і резервуванням. Якщо в районі забудови є газова мережа, доцільним є влаштування котельні на природному газі з двома або трьома котлами. У разі наявності відповідної земельної ділянки та можливості влаштування ґрунтових колекторів перспективним є застосування теплових насосів ґрунт-вода в комбінації з резервним котлом.

Висновки

Для 9-поверхового житлового будинку з вбудованими приміщеннями громадського призначення у м. Вінниця сумарне максимальне теплове навантаження становить 317 кВт: 180 кВт – опалення житлової частини, 30 кВт – опалення приміщень громадського призначення, 22 кВт – вентиляція та 85 кВт – гаряче водопостачання. Це визначає необхідність вибору джерела теплової енергії, здатного забезпечити базове та пікове теплоспоживання будинку.

Індивідуальні поквартирні газові котли забезпечують автономність та індивідуальне регулювання, але потребують газопроводів, димоходів, вентиляції та суворого дотримання вимог безпеки. Котельня на весь будинок є більш надійним варіантом, оскільки дозволяє застосовувати каскадну роботу котлів, резервування та централізоване обслуговування. Як основне паливо доцільно розглядати природний газ, а як альтернативні або резервні – електроенергію, біомасу чи дизельне паливо.

Теплові насоси типу «повітря-вода», «ґрунт-вода» та «вода-вода» є енергоефективним рішенням, але їх доцільно застосовувати в гібридній схемі з резервним котлом, буферною ємністю та бак-акумулятором гарячої води. Найбільш раціональним для розглянутого об’єкта є централізована котельня або індивідуальний тепловий пункт із каскадним регулюванням і резервуванням. Остаточний вибір джерела теплопостачання повинен здійснюватися на підставі техніко-економічного порівняння, технічних умов та вимог енергетичної ефективності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. 1. ДБН В.2.5-39:2008. Інженерне обладнання будинків і споруд. Зовнішні мережі та споруди. Теплові мережі. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. –URL: https://e-construction.gov.ua/laws_detail/3200381547559519359.
2. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2010.
3. ДБН В.2.5-67:2013. Інженерне обладнання будинків і споруд. Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2013. – URL: https://mininfra.gov.ua/storage/app/sites/1/uploaded-files/dbn-v25-67-20xx-opalennia-ventiliaciia-ta-kondicionuvannia-povitria-persa-redakciia.pdf.
4. ДСТУ-Н Б В.2.5-35:2007. Інженерне обладнання будинків і споруд. Теплові мережі та мережі гарячого водопостачання з використанням попередньо теплоізольованих трубопроводів. – Київ : Держбуд України, 2007.
5. Міністерство розвитку громад та територій України. Державні будівельні норми. – URL: https://e-construction.gov.ua/laws/doc_type=2.
6. Закон України «Про енергетичну ефективність будівель» : від 22.06.2017 № 2118-VIII. – URL: https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2118-19.

Степанова Наталія Дмитрівна, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетики, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, Stepanovand@i.ua

Капустинський Олександр Сергійович, студент групи ТЕ-24мс2, факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: *kapustynskij*@gmail.com.

Stepanova Nataliya D., Cand. Sc. (Eng), Associate Professor of the Department of Thermal Power Engineering, Vinnitsa National Technical University, Vinnytsia, e-mail: Stepanovand@i.ua

Kapustynskyi Oleksandr S., student of TE-24ms2 group, Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: kapustynskij @gmail.com.