

УДК 697.347

РЕКОНСТРУКЦІЯ СИСТЕМ ОПАЛЕННЯ ЖИТЛОВИХ БУДИНКІВ ЗІ ЗБЕРЕЖЕННЯМ ДІЮЧИХ ДЖЕРЕЛ ТЕПЛОТИ

Тарадай О.М.¹, Яременко М.О.², Павлюк Н.Ю.³, Дяченко С.В.⁴

¹докт. техн. наук, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна, професор кафедри теплогазопостачання і вентиляції, ORCID: 0000-0002-4239-9895, alekst1704@gmail.com.

²канд. техн. наук, ТОВ «Дивайс», вул. Мефодіївська, 11, м. Харків, 61037, Україна, генеральний директор, ORCID: 0009-0005-5593-5086, mayaremenko07@gmail.com.

³канд. техн. наук, Інститут технічної теплофізики НАН України, вул. Марії Капніст 2а, м. Київ, 03057, Україна, пров. наук. співр., ORCID: 0000-0001-5415-2454, nonna.itf@gmail.com.

⁴аспірант, Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, вул. Маршала Бажанова, 17, м. Харків, 61002, Україна, зав. навчальної лабораторії кафедри теплогазопостачання і вентиляції, ORCID: 0000-0003-0187-0684, dyachenkosv460@gmail.com.

<https://doi.org/10.31472/ttpe.2.2024.9>

В статті розглянуто основні конструктивні недоліки вертикальних однострубних систем опалення. Обґрунтовано необхідність їх реконструкції на горизонтальні поквартирні системи опалення. Розглянуто практичний досвід переобладнання вертикальної нерегульованої системи опалення в регульовану поквартирну з установленням лічильників тепла в багатоповерховому житловому будинку без зміни його джерела теплоти.

The article discusses the main design shortcomings of vertical single-pipe heating systems. The necessity of their reconstruction into horizontal apartment heating systems is substantiated. The practical experience of converting a vertical unregulated heating system into a regulated apartment heating system with the installation of heat meters in a multi-story residential building without changing its heat source is considered.

Бібл. 10, табл. 1, рис. 5.

Ключові слова: централізоване теплопостачання, облік тепла, система опалення, теплоспоживання.

Вступ. Системи теплопостачання є одними з найскладніших інженерних систем інфраструктури будь-якого міста або населеного пункту. Більша частина тепла, а відповідно і витрачених в Україні паливно-енергетичних ресурсів, йде на опалення житлових будинків. Понад 50% усіх витрат у житлово-комунальній сфері у квитанції власника квартири - це вартість опалення.

Загальновідомо, що з трьох складових будь-якої системи теплопостачання: "джерело-теплова мережа-споживач тепла" в найгіршому стані перебувають системи опалення житлових будинків, особливо багатоповерхових.

Жахливий стан споживачів тепла практично зводить нанівець усе найкраще, що робиться з удосконалення джерел теплоти, і призводить до колосальної перевитрати коштів.

Метою статті є обґрунтування необхідності реальної реконструкції діючих зараз у більшості багатоповерхових житлових будинків України однострубних вертикальних загальнобудинкових систем

опалення на поквартирні горизонтальні. Необхідність реконструкції наявних систем опалення диктується економічними міркуваннями щодо витрат паливно-енергетичних ресурсів, вимогами сучасних нормативів і головне - створенням реальної можливості всім абонентам і постачальникам регулювати споживання і вироблення теплоенергії. **Методи дослідження** включають результати розрахунків та аналіз технічних рішень з модернізації існуючої системи опалення житлового багатоповерхового будинку.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Статистика показує, що в Україні понад вісімдесят відсотків багатоповерхових житлових будинків - це старі будинки, що зведені в другій половині XX століття [1]. Саме в таких будинках живе більша частина населення у своїх приватизованих квартирах і систематично перевитрачає понад тридцять відсотків своїх коштів на потреби опалення. При цьому через недосконалість конструкції внутрішньобудинкових систем опалення вони ніяк не можуть вплинути на своє теплоспоживання.

Системи опалення в усіх будинках давно відпрацювали, без будь-яких планових ремонтів, тим паче капітальних, усі нормативні терміни експлуатації [2]. За своїм фактичним станом, і згідно з нормативами, всі системи потребували капітального ремонту або повної заміни ще до початку приватизації квартир, тобто тоді, коли вони належали державі, відомствам або місцевим радам.

Спільним для всіх систем опалення житлових будинків забудови двадцятого століття була повна відсутність як загальнобудинкових, так і тим більше квартирних приладів обліку тепла.

Мешканці 85% житлових будинків України продовжують оплачувати спожиту ними теплову енергію шляхом ділення загальної кількості тепла, отриманого усім будинком за показаннями загальнобудинкового лічильника тепла, на загальну кількість квадратних метрів будинку і помноженого на кількість квадратних метрів у квартирі [3]. Звісно, це недосконалий метод обліку тепла, який ніяк не сприяє його економічному витрачання.

Для більш чіткого розуміння наявної проблеми зробимо конструктивний аналіз загальнобудинкових систем опалення багатоповерхових житлових будинків України, збудованих у минулому столітті, здебільшого в його другій половині. Як правило, це цегляні або панельні житлові будинки, що зводилися за "типовими" проектами і були оснащені практично однотипними системами опалення. 95% цих систем - вертикальні однотрубні (рис. 1). Усі типові системи опалення є загальнобудинковими, оскільки вони опалюють весь будинок загалом, а не кожен його квартиру окремо. Для опалення кожної квартири використовуються від 2 до 6 вертикальних стояків опалення, що проходять через усі поверхи з приєднаними до них відповідно від 2 і більше нагрівальних приладів.

З огляду на саму конструкцію однотрубної вертикальної системи опалення, жодної можливості самостійного ввімкнення і вимкнення своєї квартирної системи опалення або регулювання свого теплоспоживання у мешканців немає [4, 5, 6].

Фактично вся система опалення будинку є єдиним нагрівальним приладом, регулювання якого або вимкнення можливе тільки в індивідуальному (елеваторному) тепловому пункті, розташованому на введенні теплотраси в ІТП.

Однотрубні вертикальні системи опалення з точки зору підключення нагрівальних приладів є послідовно-паралельними. При такому підключенні, в прилад надходить різна кількість "змішаного" теплоносія з різними температурними показниками. "Змішаним теплоносієм" називається теплоносій, що проходить частково через нагрівальний прилад і через перемичку, а потім змішується далі в стояку. У цих системах температура теплоносія, яка надходить до кожного нагрівального приладу, повністю залежить від його місця розташування і дій власника попереднього за ходом теплоносія приладу. За умови, якщо в будинку верхня подача теплоносія, то чим нижча поверховість розташування приладу, тим нижча температура теплоносія, що надходить до нього. При нижній подачі теплоносія зниження температури теплоносія відбувається навпаки: знизу вгору.

Відключати кожен нагрівальний прилад у таких системах теоретично можливо. Але при цьому значно змінюються розрахункові параметри теплоносія, що надходить в усі інші послідовно підключені прилади. Регулювати кожен нагрівальний прилад у цих системах неможливо. Очевидно, що влаштування квартирної обліку тепла в однотрубних вертикальних системах опалення неможливе.

З початку ХХІ століття нові багатоповерхові житлові будинки будують із горизонтальними поквар-

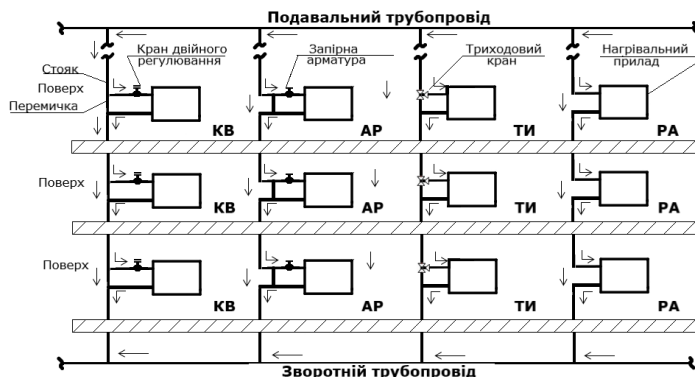


Рис. 1. Типова загальнобудинкова однотрубна вертикальна система опалення з різними конструкціями стояків

тирними системами опалення (рис. 2). У цих системах з'явилася конструктивна можливість регулювати споживання тепла за бажанням самого мешканця і оснастити кожную квартиру своїм лічильником тепла. Мешканці цих будинків, а таких будинків зараз приблизно 15% від загального багатоповерхового житлового фонду, ведуть усі свої розрахунки за своїм квартирним лічильником. У цих системах у кожного нагрівального приладу, який під'єднано паралельно, є свій регулювальний клапан із термостатичною голівкою "Danfoss", що дає змогу повністю або частково вмикати чи вимикати їх незалежно один від одного.

Накопичений двадцятирічний досвід експлуатації таких систем свідчить про їхню високу енергоефективність. Питома вартість тепла у квартирах нових будинків не менше ніж на тридцять відсотків нижча, ніж в аналогічних квартирах старих будинків, зведених у другій половині XX століття.

Саме тому у мешканців старих будинків й виникає абсолютно законне бажання переобладнати свої загальнобудинкові вертикальні системи опалення на сучасні горизонтальні двотрубні квартирні системи.

Зрозуміло, що споживача тепла не цікавлять конструкції систем опалення, їхні особливості, режими роботи джерел теплоти і теплових мереж, оснащення теплових пунктів тощо. Споживач хоче мати якісну кількість тепла у своїй квартирі і платити тільки за себе, а не за сусіда.

Як обладнати собі нову квартирну систему опалення, що для цього потрібно, чи можна організувати роботи в заселених квартирах протягом усього року, включно з опалювальним періодом, яка реальна вартість цих робіт, чи потрібно переобладнувати всі квартири будинку одночасно, чи може бути поетапне виконання робіт. Ці та багато інших запитань потребують відповіді. Ми спробуємо дати на них відповіді, виходячи з накопиченого досвіду реконструкції загальнобудинкових систем опалення, що діють повсюдно, і заміни їх на поквартирні.

Результати досліджень. Основною базою відповідей на поставлені запитання є реально виконаний нами у 2018 році пілотний проєкт реконструкції загальнобудинкової одноконтурної вертикальної системи опалення багатоповерхового житлового будинку в місті Чугуєві Харківської області. Системи опалення цього будинку вже після реконструкції функціонують п'ять опалювальних сезонів.

Вся робота базувалася на наукових розробках [7, 8, 9] і рекомендаціях Інституту теплофізики НАН України та Харківського національного університету міського господарства імені О.М. Бекетова.

Що являє собою наша нова система і як вона в'яжеться з наявною системою опалення зображено нижче на рисунку 3.

Реальним підсумком виконаного проєкту від усього, що виконувався раніше в Україні, є переобладнання системи опалення більшої частини квартир багатоповерхового житлового будинку з одноконтурної вертикальної загальнобудинкової на двоконтурну горизонтальну поквартирну без зміни централізованого джерела - квартальної котельні. Замовником і організатором усієї роботи була Чугуївська міська рада та особисто її мер.

Монтажні роботи були проведені в період з жовтня по грудень Харківською Міжгалузевою регіональною корпорацією "Теплоенергія" та ТОВ "Дивайс" за участю спеціалістів КП "Чугуївтепло", яке безпосередньо здійснює тепlopостачання будинку.

Слід підкреслити, що всі роботи проводилися за бажанням власників квартир взимку без відселення мешканців і зупинки діючої системи опалення. Після виконання робіт і налагодження поквартирних нових систем, мешканці цих квартир самостійно регулюють споживання свого тепла. Оплату за теплову енергію вони здійснюють відповідно до показань своїх квартирних лічильників.

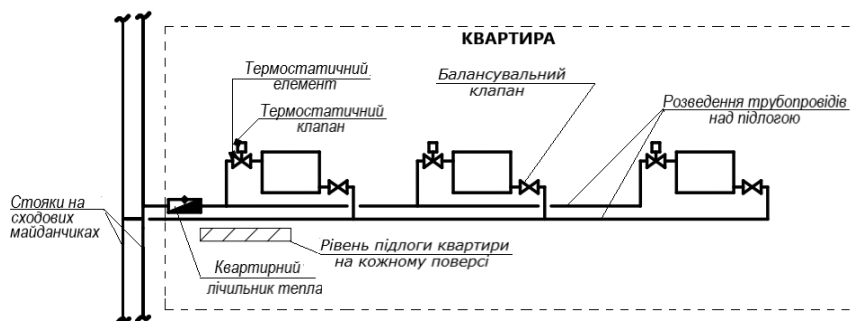


Рис. 2. Квартирна двотрубна горизонтальна система опалення з терморегулювальними кранами і термостатичними клапанами "Danfoss" біля нагрівального приладу

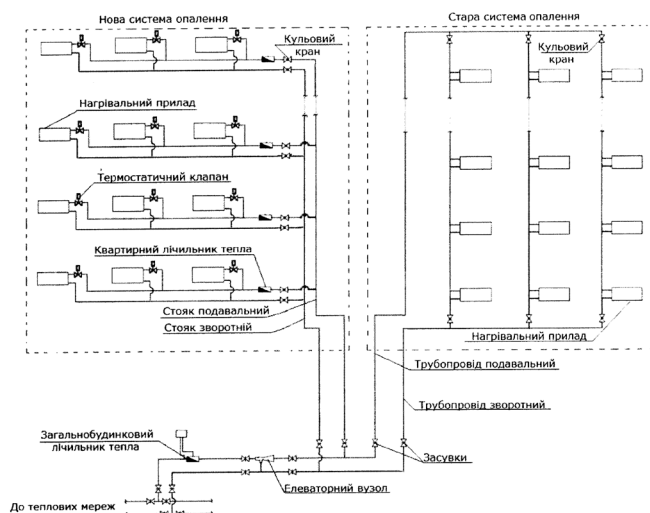


Рис. 3. Схема системи опалення житлового будинку після реконструкції

Власники квартир, які відмовилися від проведення реконструкції в їх квартирах, до цього часу забезпечуються тепловою енергією від збереженої без змін старої діючої однотрубною вертикальною системою опалення й розраховуються за отриману теплову енергію за старою системою, тобто за тарифами теплопостачальної організації.

У житловому будинку стара вертикальна нерегульована нерегульована система опалення діятиме доти, доки не буде проведено реконструкцію останньої квартири.

Відпрацьована й апробована нами методика переобладнання систем опалення також може бути застосована в житлових будинках, які мають часткові або повні руйнування.

Війна показала, що навіть відносно невеликі руйнування загальнобудинкової вертикальної однотрубною системи опалення в одній квартирі потребують негайного тривалого відключення всього будинку зі зливом теплоносія. Це означає, що сотні людей залишаються на тривалий час без тепла.

Сьогодні, коли триває ця жахлива війна і існують наявні руйнування багатоповерхових житлових будинків та їх систем опалення, проводити відновлювальні роботи за старими збитковими нерегульованими і невідключуваними схемами ми не маємо права.

Проекти реконструкції загальнобудинкової частини системи опалення та кожної квартири були виконані МРК "Теплоенергія" заздалегідь на замовлення власника будинку, узгоджені з теплопостачальною організацією та роздані всім власникам квартир.

Підкреслюємо, що проекти квартирних систем опалення зводилися всього до восьми типів. Кількість

таких типових проектів визначається числом кімнат у квартирах і їхнім розташуванням у кутових або середніх під'їздах.

Відносно невелика кількість проектів пояснюється тим, що практично всі будинки в Україні будувалися за так званими "типовими проектами". Так, наприклад, у Харкові в основному це проекти серії 464, 468, 38, II-57.

Роботи з монтажу системи опалення проводилися в такій послідовності.

На першому етапі було змонтовано нову розвідну систему трубопроводів від індивідуального теплового пункту (елеваторного вузла) до кожної квартири житлового будинку.

Розвідна система являє собою горизонтальні подавальні та зворотні трубопроводи, які були прокладені в підвалі будівлі. Можливе їх прокладання також і горищем, технічним поверхом або технічним підпіллям. Ці трубопроводи ретельно теплоізолюються. Горизонтальні трубопроводи підводяться до вертикальних подавальних і зворотних стояків, які прокладаються у кожній сходовій клітці по всій її висоті. Стояки також ретельно теплоізолюються.

У стояках на кожному поверсі вварюються колектори зі штуцерами-відгалуженнями і кульовим краном із заглушкою. Кількість штуцерів-відгалужень відповідає кількості всіх квартир у під'їзді.

В індивідуальному тепловому пункті горизонтальні трубопроводи нової системи врізаються зі встановленням кульових кранів після елеватора в діючу систему опалення. Таке технічне рішення дало змогу забезпечити можливість цілорічного, включно з опалювальним періодом, підключення кожної квартири будинку за заявкою власника без зупинки діючих систем опалення.

У нашому випадку розрахунки і практика показали, що реконструкція діючого індивідуального теплового пункту, обладнаного елеваторним вузлом, не потрібна. Елеваторний вузол продовжує успішно працювати, нормально забезпечуючи стару загальнобудинкову вертикальну і нові горизонтальні поквартирні системи опалення.

Запропоноване нами рішення про подачу тепла від діючого ІТП з елеватором без його реконструкції базується не тільки на реальному стані цього об'єкту, а й є цілком обґрунтованим з наукового погляду, адже заміна загальнобудинкової однотрубною вертикальною системи опалення на індивідуальні двотрубні поквартирні, паралельно з'єднані між собою, значно зменшує загальні втрати напору системи опалення. Тому втрати напору повністю перекриваються наявним ІТП з елеваторним вузлом [10]. При цьому слід звернути увагу на вибір типу квартирних лічильників тепла. Лічильники мають бути ультразвукового типу, оскільки вони дають найменші втрати напору порівняно з іншими типами.

На другому етапі кожен власник квартири на власний розсуд мав змогу замовити монтажній організації виконання робіт із влаштування своєї системи опалення зі встановленням лічильника тепла, термостатів і нагрівальних приладів.

У нашому конкретному випадку всі мешканці будинку замовляли виконання робіт у своїх квартирах у тій самій організації, яка виконувала і перший етап робіт - Харківська МРК "Теплоенергія" і ТОВ "Дивайс".

У кожній квартирі було обладнано нову самостійну систему опалення з лічильником тепла, який встановлювали в місці, зручному для обслуговування (рис. 4).

Для зручності обслуговування постачальником тепла правильніше встановлювати квартирні лічильники тепла в захищених нішах або шафах на сходових

клітинах. Однак така планувальна можливість є далеко не у всіх існуючих житлових будинках. У нашому випадку її не було.

Нова квартирна система являє собою два горизонтальні трубопроводи діаметром 20÷25 мм, що прокладені над підлогою в кімнатах і підводки до нагрівальних приладів діаметром 15 мм (рис. 5).

Горизонтальні трубопроводи квартири були підключені до відповідних штуцерів із кранами, раніше встановленими на сходових клітинах.

Наявні нагрівальні прилади відключалися від вертикальних стояків старої системи та після промивання й очищення приєднувалися до заново прокладених квартирних трубопроводів. За бажанням власника житла замість наявних нагрівальних приладів встановлювалися більш сучасні. Заміна нагрівальних приладів проводилася за його рахунок. Перед кожним нагрівальним приладом був встановлений терморегулятор, що дає змогу мешканцю самостійно обирати і регулювати тепловий режим у будь-якій кімнаті своєї квартири.

Слід підкреслити, що заміна старих нагрівальних приладів (як правило, це чавунні радіатори) не є обов'язковою, оскільки їхня розрахункова поверхня нагріву в старих системах достатня для роботи в новій системі. Однак, така заміна вельми бажана, тому що нові нагрівальні прилади мають більш гігієнічні та естетичні показники, мають меншу ємність і, як наслідок, знижують загальну витрату електроенергії на циркуляцію теплоносія.

Оскільки проект був пілотним, то протягом перших років експлуатації було проведено цілу низку досліджень, спрямованих з метою удосконалення на визначення показників його економічної і енергетичної ефективності.



Рис. 4. Фрагмент встановлення квартирний лічильник тепла



Рис. 5. Фрагмент нового нагрівального приладу і регулятора температури "Danfoss"

Дослідження показали, що витрата тепла на опалення квартири пропорційна його опалювальній площі.

Для власників квартир, які провели заходи з заміни вікон і балконних дверей (зниження втрат тепла на 10-15%), але не провели заходи з утеплення, витрата тепла за місяць приймається за формулою:

$$Q_n = 0,72 \cdot q \cdot F,$$
 (1)

де q - тепловий потік, що витрачається на опалення 1 м² неутепленої квартири та приведений до єдиного значення температурного напору, Вт/м²;

F - опалювальна площа не утепленої квартири, м².

Якщо власник квартири здійснив заходи з повного утеплення квартири та заміни вікон і балконних дверей, то витрати тепла на її обігрів знизяться до величини:

$$Q_y = k \cdot Q_n,$$
 (2)

де k -понижувальний коефіцієнт (економія тепла), $k=0,5$.

В квартирах, де були здійснені вищеописані заходи, споживання тепла кожною квартирою знизилося на 25-30% за опалювальний період. У грошовому еквіваленті економія склала близько 5000 грн.

Теоретичний розрахунок показав, що на практиці ці дані підтвердилися.

Витрати на переобладнання системи опалення всього будинку, віднесені на одну усереднену квартиру площею 50 м², з урахуванням всього нового обладнання та матеріалів, становлять 29800 грн.

Найбільшого ефекту економії коштів власники квартир, обладнаних квартирними горизонтальними системами опалення та лічильниками тепла, отримали в жовтні, листопаді, березні, квітні, тобто в ті місяці, коли відбувалися різкі коливання зовнішньої температури. У всі інші місяці опалювального періоду економія досягалася за рахунок можливості зниження температури в

приміщеннях у період відсутності господарів, а також за рахунок створення комфортних умов у кожній кімнаті залежно від їхньої потреби.

Тому збереження діючих джерел теплоти є важливим вельми актуальним завданням з економічної точки зору.

Слід також не забувати екологічний бік питання. Тільки централізовані джерела теплоти дають нам змогу робити високоякісне очищення димових газів і здійснювати переведення котлів на альтернативні види палива.

Проведена в деяких регіонах України індивідуалізація систем опалення шляхом встановлення автономних квартирних котлів на газовому паливі завідомо призвела до погіршення екології та повністю виключила переведення систем теплопостачання на альтернативні види палива.

Затрати коштів на проведення такої поквартирної "індивідуалізації" в рази перевищують витрати за нашим проектом (табл.1).

Результат такої "реконструкції" - зруйновані системи теплопостачання низки населених місць України.

Найважливішим аспектом нашого проекту індивідуалізації загальнобудинкової системи опалення та перетворення її на поквартирну є збереження діючого джерела теплоти - квартальної котельні, тепло від якої зовнішніми тепловими мережами подається до нашої будівлі.

У містах і селищах України практично всі багатоповерхові будівлі живляться тепловою енергією від централізованих джерел: ТЕЦ, районних, квартальних або місцевих будинкових котелень. Багато джерел теплоти в Україні недовантажені через скорочення останнім часом промислового і госпрозрахункового теплового навантаження. Більшість централізованих джерел теплоти ще не відпрацювали свій технічний ресурс і є досить економічними. Їхній стан на відміну від внутрішньобудинкових систем опалення та теплових мереж не потребує термінової реконструкції.

Таблиця 1. Затрати на влаштування індивідуального поквартирного опалення житлового будинку

№ з/п	Квартири	Затрати на переобладнання систем опалення з урахуванням загально будинкових затрат, віднесених на одну квартиру (тис. грн)		
		Кількість квартир (шт.)	Сумарні затрати на квартиру	Сумарні затрати на усі квартири
1	Однокімнатні	8	23,92	191,36
2	Двокімнатні	8	26,25	210,00
3	Трикімнатні	12	30,76	369,12
4	Чотирикімнатні	4	33,98	135,92
5	Всього на будинок	32	-	933,40

Висновки.

1. Існуючі конструкції однотрубних вертикальних загальнобудинкових систем опалення, якими обладнано практично всі багатоповерхові житлові будинки України, що зведені у другій половині минулого століття, не дають жодної реальної можливості регулювання подачі тепла кожному власнику квартири. Квартирний облік тепла в цих будинках також неможливий через конструкції загальнобудинкових систем опалення.

2. Практика центрального якісного регулювання вироблення і споживання тепла за усередненим параметром пріоритетного споживача, що склалася в Україні, призводить до перевитрати до тридцяти відсотків усього тепла, що йде на опалення житлових будинків. Перехід на інші більш економічні способи регулювання відпуску та обліку тепла також не можливий через конструкції наявних внутрішньобудинкових систем опалення. Відсутність квартирних приладів обліку тепла виключає можливості економії паливно-енергетичних ресурсів на рівні пересічного споживача.

3. Без заміни у всіх старих житлових будинках однотрубних вертикальних систем опалення на двотрубні горизонтальні по квартирні, подальше вдосконалення наявних систем теплопостачання міст і населених пунктів України неможливе.

4. Реконструкція систем опалення можлива цілий рік, навіть під час опалювального сезону. Проведення монтажних робіт можливе без довгострокових зупинок усієї загальнобудинкової системи опалення. При цьому роботи можуть проводитися вибірково в будь-якій кількості квартир, а "старі" і "нові" системи опалення можуть функціонувати паралельно.

5. Пропонована нами методика виконання робіт з реконструкції систем опалення може і повинна бути використана в процесі повоєнного відновлення зруйнованої інфраструктури житлових багатоповерхових будинків.

6. Проблема реконструкції старих систем опалення житлових будинків зі збереженням діючих джерел теплоти є однією з найважливіших державних проблем житлово-комунального господарства та енергопостачання. Ціна питання та багатогранність його розв'язання потребують ухвалення та планового виконання Державної програми України, що враховує аналогічний європейський досвід.

ЛІТЕРАТУРА:

1. *Про комплексну реконструкцію кварталів (мікрорайонів) застарілого житлового фонду*: Закон України від 22.12.2006 № 525-V // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

2. *Долінський А.А., Басок Б.І., Базєєв Є.Т.* Регіональні програми модернізації комунальної теплоенергетики – інноваційна основа технологічного оновлення теплозабезпечення населених пунктів України. Частина 2. // *Комунальна та промислова теплоенергетика*. – К.: Інститут технічної теплофізики НАН України.–2012. – Том 34, №3. – С. 52-61.<http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/59496>.

3. *Про теплопостачання*: Закон України від 02.06.2005 № 2633-IV // База даних «Законодавство України» / Верховна Рада України.

4. *Росковшенко Ю.К., Штиленко В.П.* Індивідуальне автоматичне регулювання та облік теплової енергії в системах водяного опалення // *Енергоефективність в будівництві та архітектурі*: Науково-технічний збірник. – Київ, 2013. №. 4. – С. 238–243. http://nbuv.gov.ua/UJRN/enef_2013_4_46.

5. *Любарець О.П., Зайцев О.М., Любарець В.О.* Проектування водяних систем опалення//Посібник для проектувальників, інженерів і студентів ВНЗ. – Відень – Київ – Сімферополь, 2010. – 201 с.

6. *Тарадай О.М., Бугай В.С., Гвоздецький О.В., Дяченко С.В.* Вплив конструкції внутрішньобудинкових систем опалення на вибір режимів регулювання централізованого теплопостачання // *Проблеми екології та експлуатації об'єктів енергетики: збірник праць*. – Київ, 2022. – С. 66–73. http://itff.kiev.ua/wp-content/uploads/2022/12/sbornik_2022.pdf.

7. *Taraday O., Sigal O., Bugai V., Pavliuk N., Shakhnenko Y.* Reconstruction of heating systems of existing residential buildings by means of equipping apartment heating systems with heat meters // *Науковий вісник будівництва Харків: ХОТБ АБУ. – ХНУБА*, 2019. №3(97). – С. 70-74.

http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2019_97_3_15.

8. *Тарадай О.М., Покровський Л.Л., Редько О.Ф., Яременко М.О.* Централізоване поквартирне опалення з регулюванням та комерційним обліком відпуску тепла//*Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання: зб. наук. праць*. – Київ: КНУБА, 2010. Вип. № 14. – С.36–42.

9. *Тарадай О.М., Бугай В.С., Гвоздецький О.В., Дяченко С.В.* Досвід поетапного переобладнання загальнобудинкової вертикальної системи опалення в поквартирну горизонтальну//*Збірник наукових праць Українського державного університету залізничного транспорту*. – Харків: 2023. № 206. – С. 53–62. https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/tht_zbirn_206.pdf.

10. *Пирков В.В.* Сучасні теплові пункти. Автоматика та регулювання. – К.: ІІ ДП «Такі справи», 2008.– 252 с.

RECONSTRUCTION OF HEATING SYSTEMS IN RESIDENTIAL BUILDINGS WHILE MAINTAINING EXISTING HEAT SOURCES

Taradai O.M.¹, Yaremenko M.O.², Pavliuk N.Y.³, Diachenko S.V.⁴.

¹Dr. Sc. (Tech.), O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 17, Marshala Bazhanov Str., Kharkiv, 61002, Ukraine, Professor of the Department of Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, ORCID: 0000-0002-4239-9895, alekst1704@gmail.com.

²PhD (Tech), LLC "Device", 11, Mefodiivska Str., Kharkiv, 61037, Ukraine, General Director, ORCID: 0009-0005-5593-5086, mayaremenko07@gmail.com.

³PhD (Tech), Institute of Engineering Thermophysics of National Academy of Sciences of Ukraine, 2a, Marii Kapnist Str., Kyiv, 03057, Ukraine, ORCID: 0000-0001-5415-2454, nonna.itf@gmail.com

⁴postgraduate student, O.M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv, 17, Marshala Bazhanov Str., Kharkiv, 61002, Ukraine, head of the training laboratory of the Department of Heat and Gas Supply and Ventilation, ORCID:0000-0003-0187-0684, dyachenkosv460@gmail.com.

<https://doi.org/10.31472/tpe.2.2024.9>

The purpose of the article is to substantiate the need for real reconstruction of single-pipe vertical centralized heating systems, which are operated in most multi-story residential buildings in Ukraine, into apartment horizontal systems. The paper presents the main design shortcomings of heating systems in residential buildings built in the second half of the 20th century. The feasibility of using horizontal apartment systems is substantiated. For the first time, the heating system was reconstructed during the heating season without displacing residents and without stopping the existing heating system. A technical solution is proposed for supplying heat to apartments from an existing individual heating station with an elevator without its reconstruction.

The article presents the results of a number of studies aimed at improving the heating system and determining the indicators of its economic and energy efficiency. Installation work can be carried out selectively in any number of apartments, and "old" and "new" heating systems can operate in parallel. The methodology for the reconstruction of heating systems presented in this paper can be used

in the process of post-war restoration of the destroyed infrastructure of the housing stock of Ukraine. Modernizing in-building systems while maintaining the existing heat source is much cheaper than decentralizing heat supply by installing independent heating systems with a gas boiler in each apartment.

The main conclusions of the article include that the reconstruction of existing heating systems is an objective necessity, without which the subscriber's influence on his heat consumption is impossible. The modernization described in this article is dictated by all the regulatory deadlines for major repairs of heating systems, which in most cases are more than twice as long.

References 10, tables 1, figures 5.

Key words: district heating, heat metering, heating system, heat consumption.

1. *Pro kompleksnu rekonstruktsiiu kvartaliv (mikroraioniv) zastariloho zhytlovoho fondu* [On the comprehensive reconstruction of quarters (neighborhoods) of outdated housing stock]: Zakon Ukrainy vid 22.12.2006 № 525-V // Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / Verkhovna Rada Ukrainy. (Ukr.).

2. *Dolinskyi A.A., Basok B.I., Bazieiev Ye.T. Rehionalni prohramy modernizatsii komunalnoi teploenerhetyky–innovatsiina osnova tekhnolohichnoho onovlennia teplozabezpechennia naselenykh punktiv Ukrainy.* [Regional programs for the modernization of municipal heat and power are an innovative basis for the technological upgrade of heat supply to Ukrainian settlements.] Chastyna 2.// Komunalna ta promyslova teploenerhetyka. – K.: Instytut tekhnichnoi teplofizyky NAN Ukrainy. 2012. V.34, №3. P. 52–61. (Ukr.). <http://dspace.nbuv.gov.ua/handle/123456789/59496>.

3. *Pro teplopostachannia* [About heat supply]: Zakon Ukrainy vid 02.06.2005 № 2633-IV // Baza danykh «Zakonodavstvo Ukrainy» / Verkhovna Rada Ukrainy. (Ukr.).

4. *Roskovshenko Yu.K., Shtylenko V.P. Indyvidualne avtomatychne rehuliuвання ta oblik teplovoi enerhii v systemakh vodianoho opalennia* [Individual automatic control and metering of heat energy in water heating systems], Enerhoefektyvnist v budivnytstvi ta arkhitekturi: Naukovo-tekhnichniy zbirnyk. Kyiv, 2013. №. 4. P. 238–243. (Ukr.). http://nbuv.gov.ua/UJRN/enef_2013_4_46.

5. *Liubarets O.P., Zaitsev O.M., Liubarets V.O. Proektuvannia vodianykh system opalennia* [Design of water heating systems] // Posibnyk dlia proektuvalnykh, inzheneriv i studentiv VNZ. Viden. Kyiv. Simferopol, 2010. 201 p. (Ukr.).

6. Taradai O.M., Buhai V.S., Hvozdetzkyi O.V., Diachenko S.V. Vplyv konstrukttsii vnutrishnobudynkovykh system opalennia na vybir rezhymiv rehuliuвання tsentralizovanoho teplopостachannia [Influence of the design of intra-building heating systems on the choice of district heating control modes] // Problemy ekolohii ta ekspluatatsii ob'ektiv enerhetyky: zbirnyk prats. Kyiv, 2022. P. 66–73. (Ukr.).

http://itff.kiev.ua/wp-content/uploads/2022/12/sbornik_2022.pdf.

7. Taraday O., Sigal O., Bugai V., Pavliuk N., Shakhnenko Y. Reconstruction of heating systems of existing residential buildings by means of equipping apartment heating systems with heat meters // Naukovyi visnyk budivnytstva Kharkiv: KhOTV ABU. KhNUBA, 2019. №3(97). P. 70-74. http://nbuv.gov.ua/UJRN/Nvb_2019_97_3_15.

8. Taradai O.M., Pokrovskyi L.L., Redko O.F., Yaremenko M.O. Tsentralizovane pokvartyrne opalennia z rehuliuванняm ta komertsiiinym oblikom vidpusku tepla [Centralized apartment heating with regulation and commercial metering of heat supply] // Ventyliatsiia, osvittlennia ta teplohazopostachannia: zb. nauk. prats. Kyiv: KNUBA, 2010. V. 14. P. 36–42. (Ukr.).

9. Taradai O.M., Buhai V.S., Hvozdetzkyi O.V., Diachenko S.V. Dosvid poetapnoho pereobladnannia zahalnobudynkovoi vertykalnoi systemy opalennia v pokvartyrnu horyzontalnu [Experience in the phased conversion of a vertical building heating system into a horizontal apartment heating system] // Zbirnyk naukovykh prats Ukrainskoho derzhavnoho universytetu zaliznychnoho transportu. Kharkiv: 2023. № 206. P. 53–62. (Ukr.).

https://kart.edu.ua/wp-content/uploads/2023/04/tht_zbirn_206.pdf.

10. Pyrkov V.V. Suchasni teplovi punkty. Avtomatyka ta rehuliuвання. [Modern heating stations. Automation and regulation], K.: II DP «Taki spravy», 2008. 252 p. (Ukr.).

Отримано 21.01.2024

Received 21.01.2024

Прийнято до друку 11.04.2024
Accepted for publication 11.04.2024