

ОСОБЛИВОСТІ СПОЖИВАННЯ ТЕПЛОВОЇ ЕНЕРГІЇ В БУДІВЛІ ПРИ РІЗНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТУ

Інститут технічної теплофізики НАН України, Україна

В статті представлені дослідження ефективного управління теплоспоживання будівлі при різних режимах роботи індивідуального теплового пункту оригінальної конструкції. Наведені експериментальні залежності характеристик теплоспоживання для декількох енергоефективних режимів.

Постановка проблеми. На сьогодні дуже актуальними залишаються питання енергоефективності та енергозбереження. Одним із напрямком їх вирішення є масштабне впровадження автоматизованих індивідуальних теплових пунктів (ІТП), що дозволять ефективніше споживати теплову енергію будівлею за рахунок вдалого підбору алгоритму регулювання. Тому виникла проблема дослідити особливості теплоспоживання для надання рекомендацій щодо подальшого впровадження ІТП.

Аналіз основних досліджень і публікацій. В літературних джерелах авторами розглядається ряд питань стосовно необхідності, актуальності та ефективності впровадження ІТП. Приділяється увага вирішенню питання енергозбереження, що досягається шляхом регулювання теплоспоживання в будівлях за допомогою автоматизації індивідуальних теплових пунктів [1]. Також деякі завдання, наприклад, як керувати режимом опалення будівлі, щоб забезпечувалась нормована температура повітря в приміщеннях в часи знаходження там людей, і щоб при цьому витрата теплової енергії була мінімальна, розглядаються в [2, 3]. Але недостатня кількість науково-технічних даних стосовно експериментального та теоретичного дослідження алгоритмів оптимального управління теплоспоживанням окремої будівлі при примусовому зменшенні теплопостачання в неробочий нічний час та в вихідні або святкові дні призвела до потреби проведення довготривалих експериментальних досліджень теплоспоживання конкретної будівлі на основі ІТП.

Ціль статті. Експериментальні дослідження особливостей споживання теплової енергії в будівлі при різних режимах експлуатації ІТП для ефективного регулювання та управління теплозабезпеченням адміністративної будівлі. Дослідження температурного стану приміщення при різних режимах роботи ІТП, визначення їх головних переваг і недоліків та вибір найбільш ефективного.

Основна частина. Експериментальні дослідження проводились на розробленій та впровадженій в ІТТФ НАН України експериментальній

установці індивідуального теплового пункту оригінальної конструкції для автоматизованого управління теплоспоживанням корпусу інституту [4].

Особливість конструкції полягає в поєднанні в одному багатоваріантному ІТП залежного типу трьох теплолічильників, триходового (двоходового) клапана, гідравлічної стрілки зі зворотним клапаном, гідравлічної перетинки для вузла змішування, що дозволяє реалізувати різноманітні варіанти побудови гідравлічної схеми ІТП і режими його експлуатації.

В індивідуальному теплому пункті за допомогою перемикачів ручної арматури реалізується шість різних варіантів його роботи, а саме: режим № 1 – температурний режим регулюється за допомогою триходового клапана, який працює в режимі двоходового клапана, насос ввімкнено в подавальній магістралі опалювального контуру, який здійснює подачу теплоносія з гідравлічної стрілки з підмішуванням його із зворотного трубопроводу; режим № 2 – триходовий клапан виконує функцію підмішування в залежності від погодних умов, насос розташований в подавальному трубопроводі; режим № 3 – температурний режим регулюється за допомогою триходового клапана, який працює в режимі двоходового клапана, насос розташований в зворотному трубопроводі і здійснює підмішування зворотного теплоносія за допомогою гідравлічної стрілки; режим № 4 – триходовий клапан виконує функцію підмішування в залежності від погодних умов, насос розташований в зворотному трубопроводі; режим № 5 – регулювання подачі теплоносія з тепломережі здійснюється триходовим клапаном, який працює в режимі двоходового, насос розташований в перемичці і здійснює підмішування теплоносія із зворотного трубопроводу в подавальний; режим № 6 – триходовий клапан працює в режимі двоходового і здійснює подачу зворотного теплоносія в залежності від температурного графіку, підмішування зворотного теплоносія відбувається через перетинку, за допомогою насоса, що знаходиться в подавальному трубопроводі.

Експериментальні дослідження проводились протягом декількох опалювальних періодів при використанні різних режимів роботи ІТП. За допомогою вимірювального комплексу визначалися і фіксувалися в автоматичному режимі, в реальному часі з інтервалом в одну годину (а подекуди і частіше – раз в 10 хвилин) всі основні параметри теплопостачання.

Регулювання параметрів теплоносія в ІТП здійснювалося за заданим алгоритмом, а саме за температурою зовнішнього повітря та за добово-тижневим (денним та нічним) графіком регулювання. Для нічного графіку задавалася температура позитивного зміщення зовнішнього повітря $t_{зм}$ в інтервалі від 3° С до 9 °С. На основі отриманих експериментальних даних побудовані графічні залежності параметрів теплопостачання для режиму № 1 та режиму № 2, які представлено на рисунку 1, 2.

Дата на графіках в червоній рамці по осі абсцис відповідає вихідним дням. В залежності від температури зовнішнього повітря (крива 4 рис. 1–2 а)) відбувається регулювання температури теплоносія, який подається в систему опалення (крива 2 рис. 1–2 а)), за допомогою регулятора температури, шляхом підмішування теплоносія із зворотного трубопроводу (крива 3 рис. 1–2 а)) до

теплоносія, що надходить із зовнішньої тепломережі (крива 1 рис. 1–2 а)). При цьому фіксувались температури в двох контрольних приміщеннях, а саме на другому поверсі з частковою термомо-дернізоцією зовнішньої огорожувальної конструкції (без утеплення, але із заміною старого вікна на однокамерне металопластикове вікно) (крива 5 рис. 1–2 а)) та на третьому поверсі без термомодернізації (крива 6 рис. 1–2 а)).

На рис. 1–2 б) показані графічні залежності витрати теплоносія (шкала ліворуч), де крива 1 – витрата теплоносія до ІТП, а крива 2 – після підмішування в ІТП, та теплової енергії (шкала праворуч), де крива 3 – витрати теплової енергії до ІТП, крива 4 – після підмішування в ІТП.

Наведемо деякі пояснення стосовно експлуатації режиму № 2. Як видно з рис. 2 а), температура зовнішнього повітря $t_{\text{зовн.}}$ коливається від $-4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+10,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. При мінімальній температурі зовнішнього повітря ($-4,5\text{ }^{\circ}\text{C}$) температура теплоносія, який поступає з зовнішньої тепломережі, становить $65,0\text{ }^{\circ}\text{C}$, а температура теплоносія після підмішування, який надходить в систему опалення, згідно графіка регулювання становить $57,0\text{ }^{\circ}\text{C}$. При цьому температура теплоносія в зворотному трубопроводі дорівнює $t_{\text{звор.}} = 40,0\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Як видно з рис. 2 б), максимальна витрата теплоносія до ІТП дорівнює $G = 3,1\text{ т/год.}$, а після підмішування в ІТП витрата становить $G = 4,5\text{ т/год.}$, і залишається майже незмінною протягом всього режиму роботи ІТП, тобто спостерігається якісне регулювання. Максимальні витрати теплової енергії становлять $E = 0,078\text{ Гкал/год.}$ Слід відмітити, що різниця у витратах теплової енергії з'являється в результаті того, що її значення розраховується двома

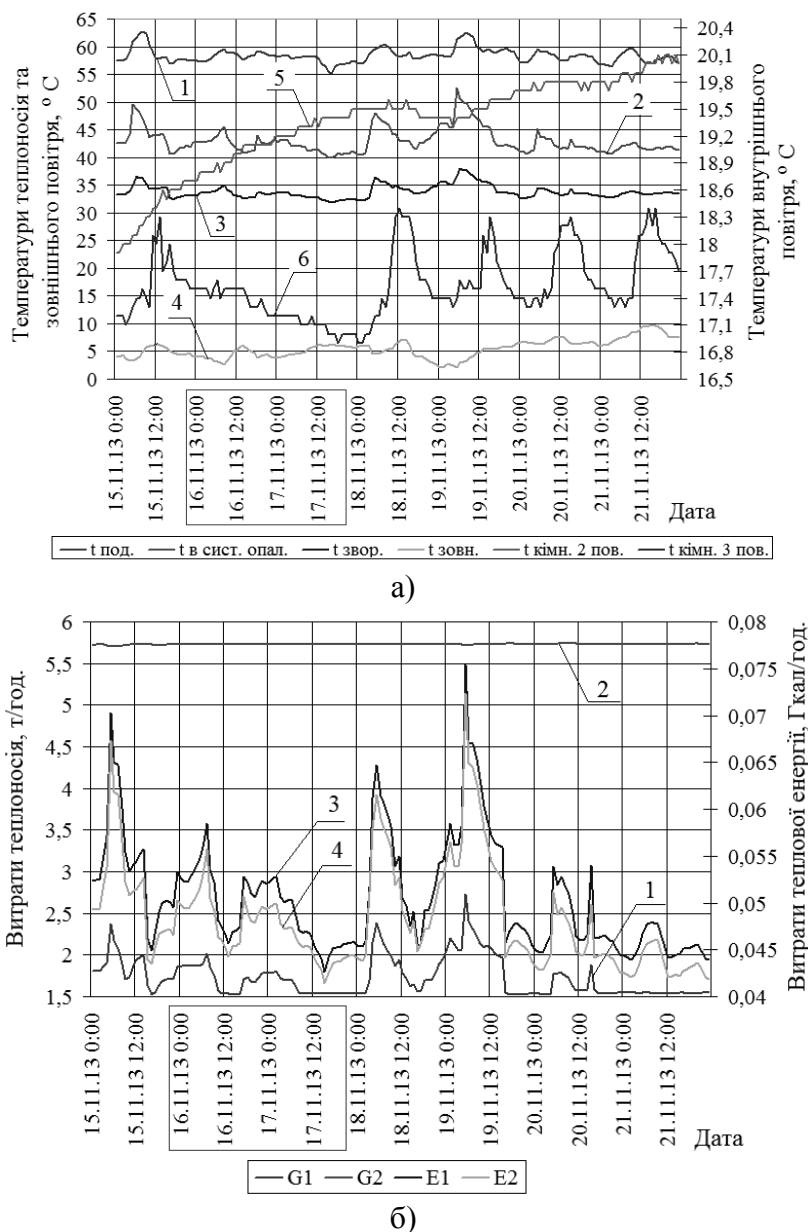


Рис. 1. Режим № 1:

- а) – залежності температур теплоносія та повітря;
- б) – залежності витрат теплоносія та теплової енергії

тепловими лічильниками, один з яких знаходиться в рамці управління системою опалення корпусу № 2, що з'єднується з корпусом № 1 за допомогою коридорного перешийку, в якому і відбуваються втрати теплової енергії.

У вихідні дні відбувається зменшення витрат теплової енергії шляхом пониження температури теплоносія, в результаті запрограмованого алгоритму управління ІТП. Відповідно, це призводить до зниження температури в приміщенні на третьому поверсі від 18,9 °С до 17,2 °С (крива 6 рис. 2 а)), що цілком прийнятно, оскільки в цей час відсутні люди на робочих місцях. Різниця температур в приміщенні на другому і третьому поверхах полягає в тому, що на другому поверсі була проведена заміна старого вікна на сучасне металопластикове вікно. Як результат, в такому приміщенні температура повітря в середньому становить 20,2 °С (крива 5 рис. 2 а)), а приміщення на третьому поверсі значно швидше охолоджується, особливо у нічний час. Різкі стрибки на рис. 1-2 відповідають переходам з денного графіка регулювання на нічний і навпаки.

На основі отриманих експериментальних даних побудовані графічні залежності, на основі яких досліджено особливості теплоспоживання та теплового стану приміщення при різних режимах роботи ІТП.

Висновки. Проведені багаторічні експериментальні дослідження ІТП у реальному часі із постійним моніторингом основних параметрів тепlopостачання. Відпрацюванні різні режими експлуатації ІТП. Встановлено, що найкращий варіант експлуатації ІТП з використанням триходового клапану,

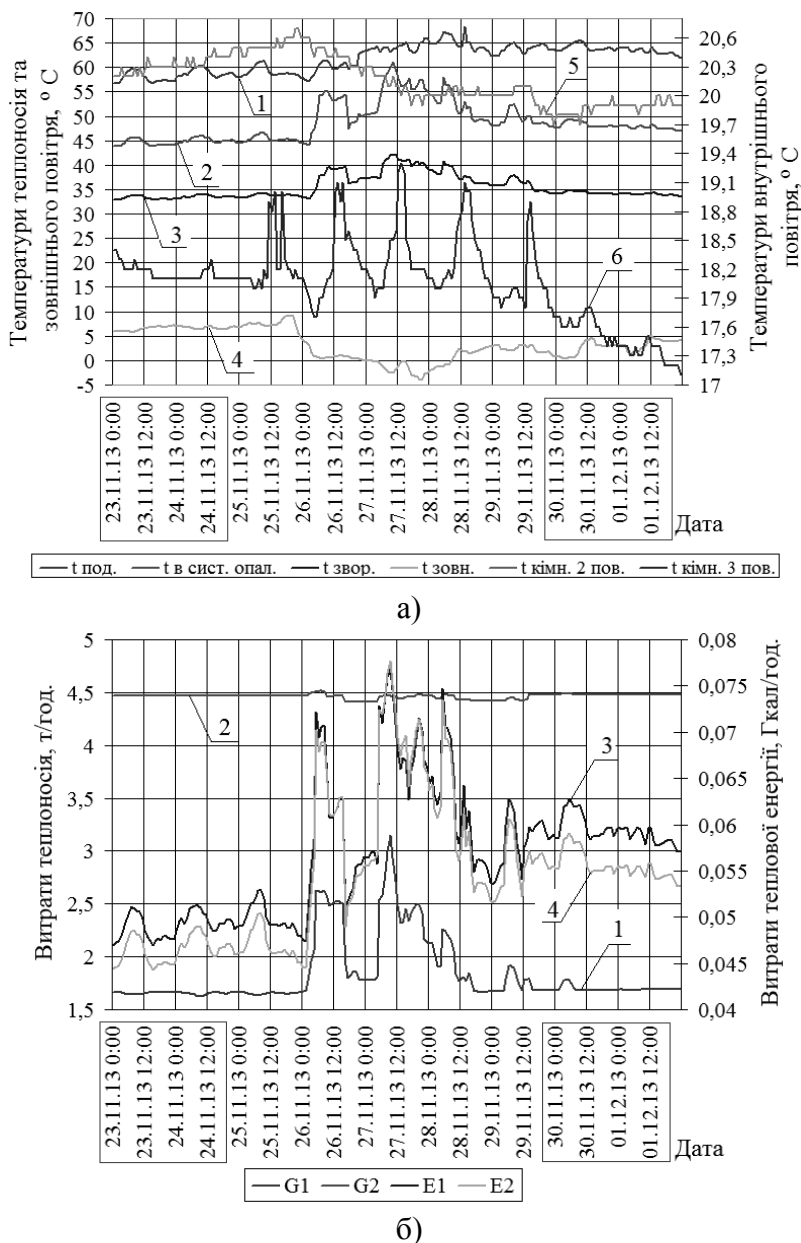


Рис. 2. Режим № 2:

- а) – залежності температур теплоносія та повітря;
- б) – залежності витрат теплоносія та теплової енергії

що виконує функцію підмішування в залежності від погодних умов, циркуляційний насос при цьому розташований в подавальному трубопроводі. Зазначимо, що взагалі за опалювальний період при використанні ІТП в середньому вдається зекономити до 15 % споживання теплової енергії в будівлі.

Література

1. *Королева Т. И.* Опыт регулирования теплотребления путем модернизации индивидуального теплового пункта / *Т. И. Королева, В. В. Салмин, Е. Г. Ежов, Н. Ю. Иващенко* // Региональная архитектура и строительство. – 2013. – № 2. – С. 109–114.

2. *Табунициков Ю. А.* Экспериментальные исследования оптимального управления расходом энергии / *Ю. А. Табунициков М. М. Бродач* // Academia. Архитектура и строительство. – 2009. – №5. – С. 277–282.

3. *Гершкович В. Ф.* О возможности практической реализации регулирования теплотребления зданий методом периодического прерывания потока теплоносителя / *В. Ф. Гершкович* // Новости теплоснабжения. – 2000. – № 02.

4. *Лисенко О. М.* Індивідуальний тепловий пункт з гідравлічною стрілкою / *О. М. Лисенко* . // Промышленная теплотехника. 2011. – Т. 33, № 8 – С. 135–139.

ОСОБЕННОСТИ ПОТРЕБЛЕНИЯ ТЕПЛОЙ ЭНЕРГИИ В ЗДАНИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ИНДИВИДУАЛЬНОГО ТЕПЛООВОГО ПУНКТА

Басок Б. И., Давыденко Б. В., Лысенко О. Н.

В статье представлены исследования эффективного управления теплотребления здания при различных режимах работы индивидуального теплового пункта оригинальной конструкции. Приведены экспериментальные зависимости характеристик теплотребления для нескольких энергоэффективных режимов.

FEATURES HEAT CONSUMPTION IN BUILDING AT DIFFERENT MODES OPERATION OF INDIVIDUAL HEAT POINT

B. Basok, B. Davydenko, O. Lysenko

The article presents the research of effective management of heat consumption in building at different modes operation of individual heat point of the original design. The experimental dependences of the characteristics of heat consumption for several energy-efficient modes were presented.