

УДК 662.61:621 Пров. наук. співроб. Ю.В. Шеренковський, канд. техн. наук –
Інститут технічної теплофізики НАН України

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ЕНЕРГЕТИЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ БУДІВЕЛЬ З КОМБІНОВАНОЮ ВОДЯНОЮ СИСТЕМОЮ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ ВІД ГАЗОСПОЖИВАЛЬНИХ ТА ЕЛЕКТРИЧНИХ КОТЛІВ

Наведено результати оцінювання енергетичної ефективності будівель за умови застосування комбінованих систем теплозабезпечення на основі газоспоживального та електричного котлів. Представлено матеріали щодо залежності цієї ефективності від таких факторів, як опалювальна площа будівлі, кліматична зона, в якій вона розташована, частка тепловтрат будівлі, що компенсується електронагрівом, та ін. Особливу увагу приділено результатам досліджень з визначення оптимальної частки електричної енергії в комбінованих системах теплопостачання за величиною зведених витрат енергії палива.

Ключові слова: комбіновані системи теплопостачання, газоспоживальні та електричні котли, енергетична ефективність будівель.

Вступ. Серед перспективних напрямів підвищення енергетичної ефективності будівель на особливу увагу заслуговує застосування комбінованих систем теплопостачання, що базуються на сумісному використанні традиційних енергоресурсів та електроенергії [1-3]. Щодо тенденції, яка полягає у збільшенні частки електричної енергії в теплопостачанні, то крім економічного аспекту, це зумовлено відомими перевагами електричних систем [4-6]. До таких переваг наперед належать їх висока маневреність, мала інерційність, стабільність параметрів незалежно від пори року, висока керованість процесом електронагріву, екологічна чистота в місці споживання тощо. Важливо також, що електричні системи можуть вигідно доповнювати теплопостачання на основі традиційних енергоресурсів, утворюючи різні варіанти комбінованих систем. У межах цієї роботи проаналізовано енергетичну ефективність житлових будівель у разі застосування водяних систем опалення з комбінованим теплопостачанням від прибудованих (вбудованих) котелень з газоспоживальним та електричним котлами.

Методика дослідження. Оцінювання ефективності систем теплопостачання житлових будівель здійснено з використанням методики, що викладена в [7]. Згідно з цією методикою, як критерій енергетичної ефективності будівель застосовано коефіцієнт зведених витрат енергії палива $K_{ТОП}$. Цей коефіцієнт визначається з урахуванням таких основних чинників: диференціація цін на природний газ залежно від обсягів його річного споживання і трizonні тарифи на електроенергію за часом доби. При цьому треба зазначити, що у співвідношенні для визначення $K_{ТОП}$ ціни на природний газ і електроенергію взагалі не фігурують. У ньому беруть до уваги тільки т. зв. зонні коефіцієнти, при множенні яких на встановлений ринковий тариф визначається відповідна ставка тарифу на електроенергію і природний газ. Це дає змогу інтерпретувати наявність зазначеної диференціації цін на електроенергію і природний газ як зміну витрати первинної енергії, що відповідає різним тарифним ставкам. Таким чином, відповідно до викладеного, коефіцієнт $K_{ТОП}$ відображає енергетичну ефективність будівлі щодо загальних зведених витрат первинної енергії.

Основні результати дослідження. Характерні результати виконаних досліджень наведено на рис. 1-3.

Енергетична ефективність комбінованої системи теплопостачання, що розглядається, як очевидно, істотно залежить від співвідношення часток теплових витрат будівлі, що покриваються завдяки електронагріву і спалюванню природного газу. На рис. 1 представлено характерні результати розрахунків з визначення величини $K_{ТОП}$ за варіювання частки тепловтрат будівлі β , що компенсуються електронагрівом. Згідно з наведеними даними, з ростом β зменшується число стрибкоподібних змін функції $K_{ТОП}$. Так, їх кількість для високотемпературної зони дорівнює трьом за $\beta = 0,25$, двом – за $\beta = 0,5$ і одному – за $\beta = 0,75$. Причому зі збільшенням β місце розташування вказаних стрибкоподібних змін зміщується в область більших значень F . Зазначений зсув зумовлений зменшенням загальної річної витрати газу через збільшення електричної складової в комбінованій системі теплопостачання, так що граничні значення витрати газу, які відповідають його різним тарифам, досягаються за більших величин опалювальної площі.

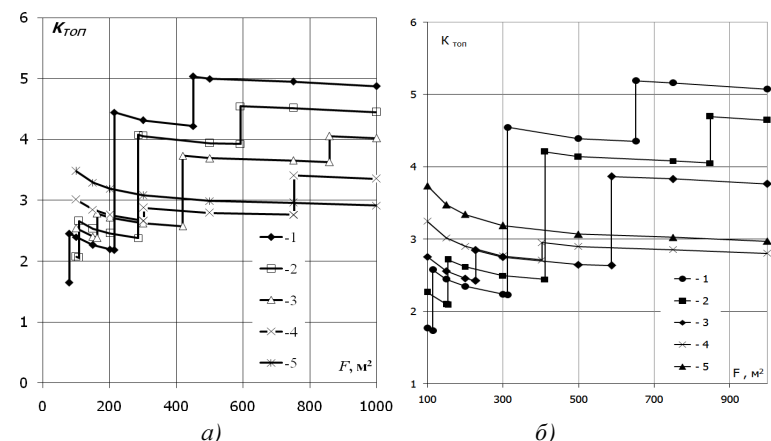


Рис. 1. Залежність коефіцієнта зведених витрат енергії палива $K_{ТОП}$ від величини опалювальної площі F для комбінованої системи водяного опалення з газоспоживальним та електричним котлами для високотемпературної (а) і низькотемпературної (б) зон України за різної частки тепловтрат β , що покриваються завдяки електронагріву: 1 – $\beta = 0$; 2 – $\beta = 0,25$; 3 – $\beta = 0,5$; 4 – $\beta = 0,75$; 5 – $\beta = 1,0$

Як свідчать наведені на рис. 1 дані, в умовах відносно малих площ будівлі найефективнішим є застосування водяних систем опалення з газоспоживальними котлами, а також розглянутої комбінованої системи за невеликих величин β . Із зростанням опалювальної площі для забезпечення високої енергетичної ефективності будівлі потрібне відповідне збільшення параметра β , тобто підвищення частки електричної складової в комбінованій системі теплопостачання.

Із зіставлення даних на рис. 1 (а) і (б) випливає, що в разі низькотемпературної зони відповідні стрибкоподібні зміни функції $K_{ТОП}$ спостерігаються за менших значень опалювальної площі F . Це, як очевидно, є наслідком більших у цих умовах обсягів споживання природного газу. Крім того, за $\beta = 0,5$ і $0,75$ для низькотемпературної зони на одиницю збільшується число стрибкоподібних змін функції $K_{ТОП}$.

Представляє також інтерес розгляд залежності $K_{ТОП} = f(F)$ за різних значень величини $q_{ГВС}$ середньорічної питомої витрати теплоти на гаряче водопостачання. Варто зазначити, що нормативне значення цієї величини є істотно різним для різних регіонів України. На рис. 2 наведено результати розрахункових досліджень з визначення величини $K_{ТОП}$ при варіюванні значень $q_{ГВС}$ від 12,5 до 50 кВт·год/(м²·рік).

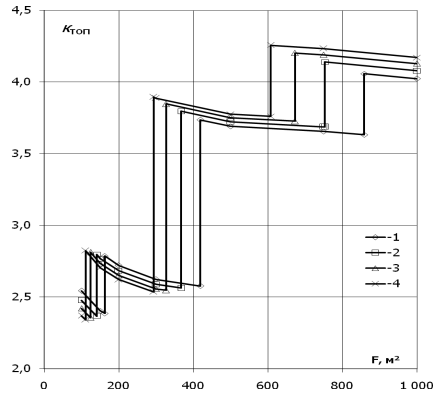


Рис. 2. Залежність коефіцієнта зведених витрат енергії палива $K_{ТОП}$ від площі F будівель, розташованих у низькотемпературній зоні України, для комбінованих систем водяного опалення з газоспоживальним та електричним котлами за значення параметра $\beta = 0,5$ і різних величин $q_{ГВС}$: 1 – $q_{ГВС} = 12,5$ кВт·год/(м²·рік); 2-25,0; 3-37,5; 4-50,0

Згідно з отриманими даними збільшення $q_{ГВС}$ призводить до зміщення стрибкоподібних змін функції $K_{ТОП}$ в область менших значень опалювальної площі. При цьому зазначені зміщення є найменш істотними для стрибка функції, що відповідає річній витраті природного газу $V_G = 2500$ м³/рік, і найбільшими для стрибка $K_{ТОП}$, який відповідає $V_G = 12000$ м³/рік.

Перейдемо до розгляду результатів досліджень з визначення оптимальної частки електронагріву β в компенсації тепловтрат будівлі. Ці значення β відповідають найменшим значенням $K_{ТОП}$, тобто найбільшій енергетичній ефективності будівлі. На рис. 3 для високотемпературної зони України представлено залежності $K_{ТОП} = f(\beta)$ за різних значень опалювальної площі будівлі F .

Як видно, оптимальні значення β відповідають місцям стрибкоподібної зміни функції $K_{ТОП} = f(\beta)$ або границі розглянутого інтервалу $\beta = 0$. Так, за $F = 150$ м² мінімум $K_{ТОП}$ має місце для $\beta = 0,225$, за $F = 500$ м² для $\beta \approx 0,4$ (див. рис. 3). Тут перше з вказаних значень відповідає стрибкоподібній зміні $K_{ТОП}$, яке відповідає обсягу річного споживання газу 2500 м³, друге – 6000 м³.

У випадку відносно великих значень опалювальної площі F ($F > 400$ м²) оптимальні значення β збільшуються з ростом F . При цьому, як показали результати досліджень, для низькотемпературної зони України мають місце помітно більші, ніж для високотемпературної зони величини відносного значення β . Наприклад, за $F = 500$ м² оптимальне значення β становить 0,4 і 0,59 для високотемпературної і низькотемпературної зон, для $F = 750$ м² 0,63 і 0,75 відповідно.

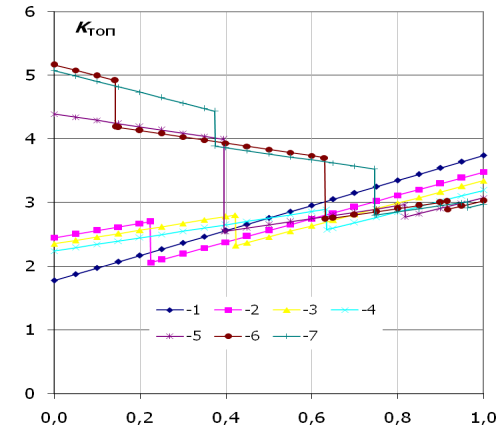


Рис. 3. Залежність коефіцієнта зведених витрат енергії палива $K_{ТОП}$ від частки тепловтрат β , що компенсуються електронагрівом, із використанням у високотемпературній зоні України комбінованих систем водяного опалення з газоспоживальним та електричним котлами для різних значень опалювальної площі F : 1 – $F = 100$ м²; 2 – 150; 3 – 200; 4 – 300; 5 – 500; 6 – 750; 7 – 1000

Висновки. Виконано комплекс досліджень енергетичної ефективності комбінованої водяної системи опалення з теплопостачанням від газоспоживального та електричного котлів. При цьому:

- встановлено, що енергетична ефективність цієї системи істотно залежить від опалювальної площі будівлі, кліматичної зони, в якій вона розташована, а також від співвідношення тепловтрат будівлі, що покриваються внаслідок електронагріву і спалювання природного газу;
- показано, що для відносно малих значень опалювальної площі будівлі ефективним є застосування розглянутої комбінованої системи за невеликих величин частки тепловтрат будівлі β , що компенсуються за рахунок електронагріву; по мірі зростання опалювальної площі потрібне відповідне збільшення параметра β , тобто підвищення частки електричної складової в комбінованій системі теплопостачання;
- виявлено особливості впливу величини середньорічної питомої витрати теплоти на гаряче водопостачання ($q_{ГВС} = 12,5 \div 50$ кВт·год/(м²·рік)) на характеристики енергетичної ефективності будівель; при цьому, зокрема, з'ясовано, що зі зростанням $q_{ГВС}$ частка електричної енергії в комбінованій системі теплопостачання збільшується.

Література

1. Сучасний стан і основні напрямки застосування електричної енергії для теплопостачання в Україні / за ред. акад. НАНУ А.А. Долінського, канд. техн. наук Д.Й. Розинського. – К. : Вид-во О.О. Купріянова, 2009. – 252 с.
2. Енергоощадна технологія електротеплоаккумуляційного обігріву в житлово-комунальному та аграрно-промисловому комплексах України / за ред. Д.Й. Розинського. – К. : Вид-во О.О. Купріянова, 2007. – 272 с.
3. Пырков В.В. Электрические кабельные системы отопления. Энергетическое сопоставление. – К. : ООО "Медиа-Макс", 2004. – 88 с.
4. Джангиров В. Перспективы электроснабжения / В. Джангиров, Н. Лелюшкин, В. Маслов // Энергорынок : сб. науч. тр. – 2010. – Ч. 2, № 2. – 5 с.

5. Колотилкин А. О преимуществах прямого электроотопления. Красивые дома / А. Колотилкин // Камини и отопление : сб. науч. тр. – 2003. – № 1 (15). – С. 70-81.

6. Игнатьев В. Концепция Программы постепенного перехода на электрическую энергию систем тепло- и газоснабжения ЖКХ и бюджетной сферы / В. Игнатьев, И. Игнатьева // Энергетическая политика Украины. – 2005. – № 5. – С. 23-27.

7. Фиалко Н.М. Энергетическая эффективность комбинированных систем традиционного и электрического отопления зданий / Н.М. Фиалко, Ю.В. Шеренковский, В.Г. Прокопов, Н.О. Меранова, Н.В. Гнедой, Г.В. Иваненко, В.Л. Юрчук, Г.А. Гнедаш // Промышленная теплотехника : сб. науч. тр. – 2011. – № 5. – С. 49-59.

Шеренковский Ю.В. Сравнительный анализ энергетической эффективности зданий с комбинированной водяной системой теплоснабжения от газопотребляющих и электрических котлов

Приведены результаты оценки энергетической эффективности зданий в условиях применения комбинированных систем теплоснабжения на основе газопотребляющих и электрических котлов. Представлены материалы о зависимости данной эффективности от таких факторов, как отапливаемая площадь здания, климатическая зона, в которой она расположена, доля теплопотерь здания, компенсируемая электронагревом и др. Особое внимание уделено результатам исследований по определению оптимальной части электрической энергии в комбинированных системах теплоснабжения по величине приведенных затрат энергии топлива.

Ключевые слова: комбинированные системы теплоснабжения, газопотребляющие и электрические котлы, энергетическая эффективность зданий.

Sherenkovsky Yu.V. The Comparative Analysis of the Energy Efficiency of Buildings with a Combined Water Heating System on Gas Consumption and Electric Boilers

Some results of evaluation of the energy efficiency of buildings in the use of combined heating systems based on gas consumption and electric boilers are given. Some materials on dependence of the efficiency on such factors as the heated area of the building, the climate zone in which it is located, the percentage of heat loss of the building compensated electric heating and others are presented. Special attention is paid to the results of studies to determine the optimum part of the electric energy in combined heating systems in magnitude of the reduced fuel energy costs.

Keywords: combined heating system, gas consumption and electric boilers, energy efficiency of buildings.

**5. ОСВІТЯНСЬКІ ПРОБЛЕМИ
ВИЩОЇ ШКОЛИ**

УДК 004.032

Проф. Б.В. Дурняк¹, д-р техн. наук; викл. Н.М. Пасєка²;
доц. М.С. Пасєка³, канд. техн. наук; магістрант О.В. Ерстенюк³

**ПРОЕКТУВАННЯ ТА ВИКОРИСТАННЯ СХОВИЩ ДАНИХ ДЛЯ
ОПРАЦЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ СТУДЕНТІВ**

Розглянуто особливості проектування, використання й опрацювання сховищ даних у вищих навчальних закладах, для покращення якості освіти у процесі стрімкого розвитку інформатизації суспільства. Наведено консолідовані результати оцінювання знань студентів із спроектованого сховища даних та можливість кубічного оброблення даних. Отримані результати дослідження свідчать про ефективність і практичність використання сховищ даних в автоматизованих системах адміністрування навчального процесу, особливо у розрізі аналітичного оброблення для підтримки прийняття управлінських рішень на покращення якості навчання.

Ключові слова: опрацювання запитів, сховище даних, адміністрування навчального процесу, багатовимірні дані, покращення якості навчального процесу.

Актуальність теми. В умовах інформатизації суспільства та стрімкого збільшення інформаційних потоків виникає потреба у збереженні і оперативно опрацюванні даних. Використання сховищ даних для аналітичного оброблення результатів ефективності навчального процесу є найбільш актуальним.

Мета роботи – дослідити особливості використання сховищ даних для аналітичного оброблення та інтелектуального аналізу результатів оцінювання навчального процесу вищого навчального закладу (ВНЗ), а також спроектувати вітрини та сховища даних, які забезпечували б тривале і безпечне збереження результатів оцінювання компетенцій студентів, з можливістю консолідованого опрацювання.

Завдання – розробити структуру сховища даних ВНЗ із можливістю інтелектуального аналізу та аналітичного оброблення даних і підтримки прийняття управлінських рішень для покращення якості освіти.

Постановка проблеми. Вирішення проблеми інформатизації вищого навчального закладу є дослідження в галузі створення інформаційних систем з використанням сховищ даних, що дає змогу вирішувати такі проблеми:

- створити автоматизовані робочі місця з використанням вітрин даних (Data Mart);
- розширити організаційні та технічні можливості доступу до даних;
- мінімізувати витрати на надання освітніх послуг;
- створити конкурентні та прозорі умови в освітньому процесі;
- створити єдину інформаційно-довідкову платформу для надання освітніх послуг з використанням сховищ даних;

¹ Українська академія друкарства;

² Прикарпатський НУ ім. В. Стефаніка;

³ Івано-Франківський НТУ нафти і газу