

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВОДНОГО
ГОСПОДАРСТВА ТА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
КАФЕДРА ТЕПЛОГАЗОПОСТАЧАННЯ,
ВЕНТИЛЯЦІЇ ТА САНІТАРНОЇ ТЕХНІКИ

03-02-364

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до практичних занять та самостійної роботи,
госларій з дисципліни «Автономні системи
інженерного обладнання будівель та споруд»
для студентів спеціальності 192 «Будівництво
та цивільна інженерія» спеціалізації
«Теплогазопостачання і вентиляція»
всіх форм навчання**



РЕКОМЕНДОВАНО
науково-методичною
комісією зі спеціальності
192 «Будівництво та
цивільна інженерія»
Протокол № 1
від 26 жовтня 2017 р.

РІВНЕ – 2017 р.

Методичні вказівки до практичних занять та самостійної роботи, глосарій з дисципліни «Автономні системи інженерного обладнання будівель та споруд» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» спеціалізації «Теплогазопостачання і вентиляція» всіх форм навчання / С.Б. Проценко. – Рівне: НУВГП, 2017. – 20 с.

Упорядник: С.Б. Проценко, канд. техн. наук, доцент

Відповідальний за випуск: М.Д. Кізеєв, завідувач кафедри
теплогазопостачання, вентиляції
та санітарної техніки

© Проценко С.Б., 2017

© НУВГП, 2017

ПЕРЕДМОВА

Мета викладання дисципліни «Автономні системи інженерного обладнання будівель та споруд» полягає у наданні майбутнім магістрам з теплогазопостачання та вентиляції теоретичних знань і практичних навичок з основ проектування, влаштування та експлуатації автономних систем інженерного обладнання будівель і споруд, вибору джерел тепла та розробки схем автономного теплопостачання, опалення, гарячого водопостачання, газопостачання.

У Методичних вказівках наведені рекомендації і завдання для практичних занять та самостійної роботи студентів, короткий глосарій, перелік основної рекомендованої навчально-методичної літератури з даної дисципліни.

У Методичних вказівках наведені посилання на такі літературні джерела, електронні версії яких можна вільно знайти у мережі Інтернет.

Практичне заняття 1

Техніко-економічна оцінка ефективності застосування автономного та центрального теплопостачання

Мета заняття

Навчитися виконувати техніко-економічну оцінку ефективності застосування автономного та центрального теплопостачання будівель і споруд у конкретних умовах.

Завдання до практичного заняття

Вправа 1.1. Розрахувати орієнтовні економічні показники для теплопостачання 5-поверхового житлового будинку в м. Рівне за таких вихідних даних:

- опалювана площа будинку $S = 2000 \text{ м}^2$;
- розрахункові теплові навантаження: на опалення $Q_O = 200 \text{ кВт}$; на гаряче водопостачання $Q_{ГВП} = 80 \text{ кВт}$;
- капітальні вкладення за базовим варіантом (централізоване теплопостачання): в будівництво теплових мереж $K_{ТМ} = 9566 \text{ тис. грн.}$, у будівництво ІТП $K_{ІТП} = 3189 \text{ тис. грн.}$;
- капітальні вкладення за 1-м альтернативним варіантом (дахова котельня): в будівництво дахової котельні $K_K =$

7650 тис. грн., у будівництво газопроводу газопостачання котельні $K_T = 3189$ тис. грн.;

- капітальні вкладення за 2-м альтернативним варіантом (поквартирне опалення): у встановлення індивідуальних джерел тепла із системою автоматики $K_I = 5000$ тис. грн., газопроводів газопостачання будинку $K_T = 666,1$ тис. грн.;
- питома вартість відпуску теплової енергії $C_{\text{пит}} = 1384,56$ грн./Гкал;
- поточні щорічні експлуатаційні видатки на обслуговування: теплових мереж та ІТП $e_{\text{П}} = 500$ грн./Гкал; газопроводу $E_T = 104$ тис. грн.; дахової котельні $E_K = 62$ тис. грн.; індивідуальних джерел тепла $E_I = 30$ тис. грн.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [1, с. 11-17].

Завдання до самостійної роботи

1. Розглянути методику розрахунку потрібної теплової потужності теплогенераторів систем автономного теплопостачання за літературою [1, с. 22-25].

2. Розглянути методику розрахунку і вибору водопідігрівачів та насосів автономних котелень за літературою [1, с. 34-36].

Практичне заняття 2

Розрахунок систем автономного опалення будинків

Мета заняття

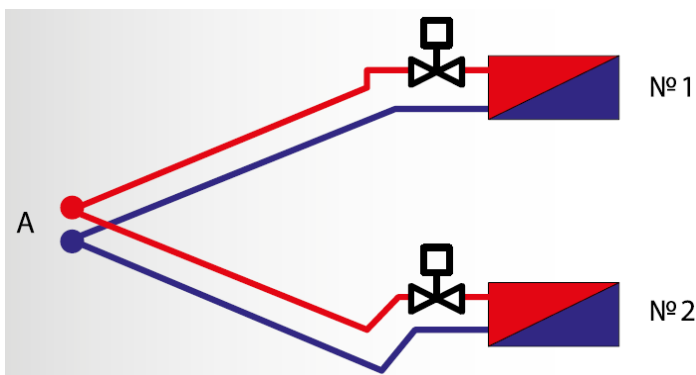
Навчитися розраховувати сучасні автоматизовані системи автономного опалення будинків, у тому числі низькотемпературні системи панельно-променевого опалення.

Завдання до практичного заняття

2.1. Гідравлічний розрахунок систем опалення з використанням характеристик гідравлічного опору та умовної пропускної здатності їх елементів

Вправа 2.1. Задані два паралельно приєднані до колектора променевої системи опалення радіатори № 1 та № 2 з терморегуляторами RA-N 15 (див. рисунок). Між колекторами за допомогою автоматичного балансувального клапана підтримується постійний

перепад тисків $\Delta P_K = 15$ кПа. Проектне теплове навантаження радіаторів № 1 і № 2 становить відповідно 800 та 1500 Вт. Розрахункові параметри теплоносія в системі опалення 80/60 °С. Розведення трубопроводів виконане з поліетиленових труб діаметром 12×2 мм. Довжина підводок до радіаторів № 1 і № 2 становить відповідно 8 та 15 м. Визначити налаштування терморегуляторів для ув'язування циркуляційних кілець.



Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [14, с. 36-38].

Вправа 2.2. За умовами прикладу 2.1 порівняти швидкості руху теплоносія в трубопроводах при застосуванні поліетиленових труб діаметром 12×2 мм та 14×2 мм і зробити висновок щодо застосовності таких діаметрів.

2.2. Розрахунок низькотемпературних систем панельно-променевого опалення

Вправа 2.3. Розрахувати систему підлогового опалення для житлової кімнати загальною площею 25,3 м². Площа кімнати, що зайнята шафами та тумбами і не використовується як тепла підлога, становить 5,3 м². Розрахункова температура внутрішнього повітря в приміщенні 20°С. Проектне теплове навантаження приміщення становить 1200 Вт. Довжина підводок від колектора до опалювального контуру становить 10 м.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [9, с. 93-99].

Завдання до самостійної роботи

1. Розглянути методикау і приклади теплового та гідравлічного розрахунку системи підлогового і стінового опалення та охолодження за літературою [13, с. 122-128; 17, с. 94-98; 18, с. 32-34].

2. Познайомитися з такими розрахунковими програмами компанії KAN:

- KAN Quick Floor – онлайн-програмама для швидкого розрахунку підлогового опалення згідно з європейським стандартом EN 1264 [Електронний ресурс. Режим доступу: http://ua.kantherm.com/kalkulator_inwestycji/quick_floor_free.html];
- KAN Quick Surface – мобільна прикладна програма для швидкого підбору панельних систем опалення й охолодження [Електронний ресурс. Режим доступу: http://ua.kantherm.com/news/kan_quick_surface.html].

Практичне заняття 3

Складання комерційної пропозиції стосовно влаштування системи автономного опалення житлового будинку за допомогою комп'ютерної програми Audytor SDG

Мета заняття

Навчитися складати комерційні пропозиції щодо влаштування систем радіаторного та підлогового опалення житлових будинків за допомогою комп'ютерної програми Audytor SDG.

Завдання до практичного заняття

3.1. Розрахунок системи радіаторного опалення будинку

***Вправа 3.1.** За допомогою комп'ютерної програми Audytor SDG 2.0 підібрати опалювальні прилади системи радіаторного опалення для двоповерхового житлового будинку в м. Рівне. Будинок зводиться на забудованій місцевості з дотриманням сучасних вимог щодо теплової ізоляції. Теплоносій в системі опалення – вода з параметрами 80/60°C. Опалювальні прилади – типоряд радіаторів сталевих панельних CV** (PURMO Ventil Contract з вбудованими термостатичними вентилями типу 165 11 62-66 фірми Oventrop). Підключення радіатора – нижнє праве типу GH. Розташування радіаторів – біля зовнішньої стіни. Коефіцієнт укриття радіаторів – 1,0. Максимальна довжина радіаторів – 1,2 м. Система розведення*

трубопроводів – розподільна. Трубопроводи – поліетиленові типу PE-Xc.

Методика виконання розрахунку наведена в літературі [20]. Приклад виконання розрахунку – у файлі програми Audytor SDG *Primer konvekcijnogo otoplenia.sdg*.

3.2. Розрахунок систем радіаторного та підлогового опалення будинку

Вправа 3.2. За допомогою комп'ютерної програми Audytor SDG 2.0 підібрати опалювальні прилади систем радіаторного та підлогового опалення для двоповерхового житлового будинку в м. Рівне. Параметри теплоносія в системі підлогового опалення – 45/35 °C. Решту вихідних даних прийняти за прикладом 3.1.

Методика виконання розрахунку наведена в літературі [20]. Приклад виконання розрахунку – у файлі програми Audytor SDG *Primer_podpolnogo_i_konvekcijnogo_otoplenia.sdg*.

Завдання до самостійної роботи

1. Познайомитися з методикою та прикладом розрахунку системи повітряного опалення будинку з природною циркуляцією повітря за літературою [10, с. 119-126, прик. П.4].

2. Розглянути методику та приклад розрахунку механічної системи повітряного опалення будинку за літературою [15].

Практичне заняття 4

Розрахунок економічної ефективності застосування конденсаційних котлів у системах автономного теплопостачання

Мета заняття

1. Навчитися робити техніко-економічну оцінку ефективності застосування різних типів теплогенераторів у системах автономного теплопостачання, у тому числі конденсаційної техніки та інших інноваційних рішень.

2. Навчитися розраховувати індивідуальні та колективні системи відведення димових газів від автономних теплогенераторів.

Завдання до практичного заняття

4.1. Розрахунок економії палива при застосуванні конденсаційних котлів

Вправа 4.1. Розрахувати економію природного газу, яку можна отримати за рахунок встановлення конденсаційного котла з коефіцієнтом корисної дії $\text{ККД} = 108\%$ порівняно з традиційним котлом з $\text{ККД} = 90\%$ для опалення будинку з опалюваною площею $F = 200 \text{ м}^2$. Теплове навантаження на систему опалення становить $Q = 20 \text{ кВт}$.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [12].

4.2. Розрахунок строку окупності заходів із застосування конденсаційних котлів

Вправа 4.2. Визначити строк окупності заходів із застосування конденсаційного котла замість традиційного для опалення індивідуального житлового будинку в м. Рівне за таких вихідних даних:

- параметри традиційного котла: номінальна теплопродуктивність $N_T = 24 \text{ кВт}$; середньорічний коефіцієнт використання палива за погодозалежного регулювання котла $\eta_T = 0,92$; вартість обладнання $K_T = 18\,148 \text{ грн.}$;
- параметри конденсаційного котла: номінальна теплопродуктивність $N_K = 22 \text{ кВт}$; середньорічний коефіцієнт використання палива за погодозалежного регулювання котла $\eta_K = 1,075$; вартість обладнання $K_K = 34\,554 \text{ грн.}$

Для виконання розрахунку можна скористатися програмою-калькулятором компанії Vuderus «Расчет срока окупаемости конденсационной техники» (файл *Vuderus_Конденсационный_калькулятор_v 15 10.xls*). Доступ до файлу можна отримати в комп'ютерному класі кафедри ТГВ та СТ (ауд. 640).

4.3. Розрахунок вартості опалення при використанні різних джерел енергії

Вправа 4.3. Виконати порівняльний розрахунок вартості опалення індивідуального житлового будинку площею 200 м^2 при використанні:

- природного газу (для стандартного та конденсаційного газових котлів);
- електроенергії (для ТЕНового та електродного електричних котлів);
- рідкого палива (дизельного або пічного);
- скрапленого газу (пропан-бутану);
- твердого палива (пелетів, дров та вугілля).

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [16].

4.4. Розрахунок індивідуальних систем відведення димових газів від конденсаційних котлів

Вправа 4.4. *Визначити діаметр димової труби для відведення продуктів згоряння від конденсаційного котла номінальною теплопродуктивністю 22 кВт. Відмітка входу продуктів згоряння від котла у димову трубу становить 1,5 м, відмітка виходу газів з гирла димової труби – 12,5 м.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [11].

4.5. Розрахунок колективних систем відведення димових газів у житлових будинках з поквартирним опаленням

Вправа 4.5. *Підібрати поперечний переріз димохідної системи Schiedel Quadro для відведення продуктів згоряння від чотирьох котлів номінальної теплопродуктивності по 18 кВт. Різниця відміток гирла димової труби та підключення верхнього приладу (загальна ефективна висота димової труби) становить 4 м. Геодезична висота розташування об'єкта проектування над рівнем моря 150 м.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [21, с. 28-35].

Вправа 4.6. *Підібрати поперечний переріз димохідної системи Schiedel Quadro, до якої підключені 2 котли номінальною тепловою потужністю 18 кВт, 3 котли по 8 кВт та 2 котли по 24 кВт. Загальна ефективна висота димової труби становить 2,5 м. Геодезична висота розташування об'єкта проектування над рівнем моря 150 м.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [21, с. 28-35].

Завдання до самостійної роботи

Виконати розрахунок строку окупності конденсаційного котла за допомогою онлайн-програми компанії Viessmann [Електронний ресурс. Режим доступу: <http://teplopolis.com.ua/novosti/raschet-okupae-mosti-kondensatsionnyh-kotlov>].

Практичне заняття 5

Розрахунок геліосистем для автономного тепlopостачання будинків

Мета заняття

Навчитися розраховувати кількість сонячної енергії, що надходить на сонячний колектор у конкретному регіоні, визначати потрібну площу сонячного колектора та об'єм бака-акумулятора гарячої води для системи ГВП, оцінювати ефективність застосування та строк окупності геліоустановки в конкретних умовах.

Завдання до практичного заняття

5.1. Розрахунок кількості сонячної енергії, що надходить на колектор

Вправа 5.1. Визначити середньомісячну денну сумарну кількість сонячної енергії, що надходить у червні в м. Києві на поверхню сонячного колектора, встановленого під кутом 45° до горизонту й орієнтованого на південь.

Методика виконання розрахунку наведена в літературі [19, с. 15-17].

5.2. Розрахунок потреби теплоти та води на гаряче водopостачання будинку

Вправа 5.2. Визначити потрібні витрати гарячої води та теплоти для цілей ГВП за місяць і за рік при різниці температур гарячої і холодної води $\Delta t = 45^\circ\text{C}$:

- для 5 осіб при добовій нормі витрати гарячої води 75 л/(люд·добу);

- для 4 осіб при добовій нормі витрати гарячої води 50 л/(люд·добу).

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [19, с. 17-18].

5.3. Розрахунок площі сонячного колектора та об'єму бака-акумулятора

Вправа 5.3. *Визначити площу сонячного колектора та об'єм бака-акумулятора гарячої води для родини з 5 осіб. Геліоустановка розташована в регіоні з річним надходженням сонячної енергії на горизонтальну поверхню $E = 1370$ кВт·год/м². Добова норма витрати гарячої води становить 75 л/(люд·добу). Використання установки – сезонне, у період з квітня по серпень (ступінь заміщення теплового навантаження ГВП $f = 1$).*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [19, с. 19-20].

5.4. Розрахунок ефективності застосування геліоустановки для автономного теплопостачання

Вправа 5.4. *Визначити ефективність застосування геліоустановки для теплопостачання індивідуального теплового будинку площею 160 м² при площі сонячного колектора 4 м² (дві панелі з площею абсорбера кожної панелі по 1,84 м²) цілорічного використання для родини з 5 осіб у районі з річним надходженням сонячної енергії $E = 1200$ кВт·год/м². Норма витрати гарячої води на 1 людину – 50 л/добу. Розрахунком опалювального навантаження визначена річна потреба теплової енергії в системі опалення $Q_h = 26\ 000$ кВт·год/рік.*

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [19, с. 20-22, прик. 1].

5.5. Розрахунок строку окупності геліоустановки

Вправа 5.5. *За умовами прикладу 5.4 розрахувати строк окупності геліоустановки як альтернативи застосування електричного котла. Вартість 1 кВт·год електроенергії становить 0,90 грн. Інвестиції в геліоустановку (2 сонячні колектори, бак-акумулятор, насосний блок з контролером, трубопроводи, монтаж) становлять*

$K_S = 66\ 000$ грн. Вартість електричного котла разом зі встановленням становить $K_E = 12\ 000$ грн.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [19, с. 23].

Завдання до самостійної роботи

Розглянути методику та приклади розрахунку геліоустановок за літературою [4; 8].

Практичне заняття 6

Розрахунок теплонасосних установок для автономного тепlopостачання будинків

Мета заняття

Навчитися розраховувати теплонасосні установки для автономного тепlopостачання будинків з максимальним та з частковим акумулюванням гарячої води для системи ГВП, а також оцінювати ефективність їхнього застосування.

Завдання до практичного заняття

6.1. Розрахунок теплонасосної установки з максимальним акумулюванням гарячої води для системи ГВП

Вправа 6.1. Розрахувати потрібну теплопродуктивність теплового насоса для тепlopостачання індивідуального двоверхового житлового будинку в м. Рівне за таких вихідних даних:

- тип будинку – новобудова з доброю теплоізоляцією;
- опалювана площа будинку – 120 м^2 ;
- кількість мешканців у будинку – родина з 3 осіб;
- тариф на електроенергію – двоставочний (низький вночі і високий удень);
- задана температура води в системі гарячого водопостачання – $\theta_{set} = 50^\circ\text{C}$;
- температура води в системі холодного водопостачання – $\theta_{CW} = 10^\circ\text{C}$;
- будинок обладнаний припливно-витяжною вентиляцією з рекуператором теплоти витяжного повітря, продуктивність установки $L = 200\text{ м}^3/\text{год}$, ефективність рекуперації – 70 %.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [5, с. 16-20, 39-42, прик. 1].

6.2. Розрахунок теплонасосної установки з частковим акумулюванням гарячої води для системи ГВП

Вправа 6.2. Розрахувати потрібну теплопродуктивність теплового насоса за вихідними даними, що задані у вправі 6.1, для одноставочного тарифу на електроенергію.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [5, с. 16-20, 39-42, прик. 2].

6.3. Розрахунок економічної ефективності застосування теплових насосів у бівалентних схемах автономного теплопостачання будинків

Вправа 6.3. Оцінити економічну ефективність застосування теплового насоса типу «повітря – вода» у бівалентній схемі автономного теплопостачання житлового будинку спільно з газовим конденсаційним котлом за таких вихідних даних:

- розташування об'єкта – м. Рівне;
- опалювана площа – 350 м²;
- якість утеплення будинку – сучасна забудова з питомими тепловтратами 50 Вт/м²;
- середня температура в приміщеннях будинку – 20°C;
- ККД газового котла – 106%;
- модель теплового насоса Vuderus – 7;
- кількість теплових насосів – 1;
- температурний режим роботи теплового насоса – 35°C;
- тарифна група споживачів електроенергії та газу – населення;
- розрахунковий період – 5 років;
- прогнозоване зростання тарифів на енергоносії за розрахунковий період – 10%.

Для виконання розрахунку можна скористатися програмою-калькулятором компанії Vuderus «Розрахунок теплового насоса повітря-вода» (файл *Vuderus_Розрахунок_теплового_насоса_v 15 10.xlsx*). Доступ до файлу можна отримати в комп'ютерному класі кафедри ТГВ та СТ (ауд. 640).

Завдання до самостійної роботи

1. За допомогою онлайн-програми «Тепловые насосы ZUBADAN: эффективность применения» [Електронний ресурс. Режим доступу: http://www.mitsubishi-aircon.ru/software/calc_efficiency/] виконати порівняльний аналіз ефективності роботи теплових насосів типу «повітря – вода» серії ZUBADAN різних моделей для теплопостачання індивідуального житлового будинку в бівалентному режимі спільно з електричним котлом за таких вихідних даних: будинок розташований у м. Києві; розрахункові тепловтрати будинку становлять 15 кВт.

2. За допомогою онлайн-програми «Расчет потребления газа с тепловым насосом «воздух-вода» и без. Газ или электричество» [Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.profik.com.ua/obogrevanie-daikin-2/teplovyie-nasosy/raschet-teplovogo-nasosa/>] виконати розрахунок теплового насоса для теплопостачання індивідуального житлового будинку за таких вихідних даних: будинок розташований у Рівненській області; опалювана площа будинку – 120 м²; стіни – утеплені; вікна – однокамерні склопакети; кількість вікон – 10; кількість користувачів гарячої води – 4; джерело тепла – повітря.

3. За допомогою онлайн-програми «Расчет потребления газа с тепловым насосом «воздух-вода» и без. Газ или электричество» [Електронний ресурс. Режим доступу: <http://www.profik.com.ua/obogrevanie-daikin-2/teplovyie-nasosy/raschet-teplovogo-nasosa/>] виконати порівняльний розрахунок застосування газового (або електричного) котла та теплового насоса для теплопостачання індивідуального житлового будинку опалюваною площею 120 м².

Практичне заняття 7

Розрахунок газопостачання будинків при застосуванні автономних інженерних систем

Мета заняття

Навчитися розраховувати газопостачання будинків від індивідуальних балонних або резервуарних установок скрапленого газу, визначати потребу мережного і скрапленого газу на опалення індивідуальних будинків та будинків з поквартирним теплопостачанням.

Завдання до практичного заняття

7.1. Розрахунок газопостачання від індивідуальних резервуарних установок скрапленого газу для автономного тепlopостачання будинку

Вправа 7.1. Розрахувати індивідуальну резервуарну установку скрапленого газу для автономного газопостачання житлового будинку.

Для гарячого водопостачання будинку встановлений газовий проточний водонагрівач типу ВПГ-23 з такими параметрами: номінальна теплова потужність 23,2 кВт; ККД = 0,83; номінальна витрата скрапленого газу $q_{ГВ}^h = 0,87 \text{ м}^3/\text{год}$.

Для опалення будинку встановлений апарат опалювальний газовий побутовий з водяним контуром марки АОГВ-23,2-1 з такими параметрами: номінальна теплова потужність 23,26 кВт (20 тис. ккал/год); номінальна витрата скрапленого газу $q_{OP}^h = 0,86 \text{ м}^3/\text{год}$.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [1, с. 146-148, дод. 10].

7.2. Розрахунок споживання мережного та скрапленого газу на опалення індивідуального житлового будинку

Вправа 7.2. Розрахувати споживання мережного газу на опалення заміського котеджу за таких вихідних даних:

- опалювана площа приміщень – 100 м²;
- рекомендована потужність теплогенератора – 10 кВт;
- ККД котла досягає 95 %.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [7].

Вправа 7.3. Розрахувати споживання скрапленої пропан-бутанової суміші на опалення заміського котеджу за умовами вправи 7.2.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [7].

7.3. Розрахунок витрати газу на житловий будинок з поквартирним теплопостачанням

Вправа 7.4. Розрахувати витрату газу на 80-квартирний житловий будинок з поквартирним теплопостачанням загальною площею 6485 м², що зводиться в м. Рівне, за таких вихідних даних:

- максимальна витрата газу на 4-конфорочну плиту – 1,2 м³/год;
- максимальна витрата газу на двоконтурний котел потужністю 24 кВт, що працює в режимі гарячого водопостачання, – 2,9 м³/год;
- коефіцієнт одночасності для 80 квартир – 0,192.

Методика та приклад виконання розрахунку наведені в літературі [3].

Завдання до самостійної роботи

1. Розглянути методику та приклад розрахунку газопальникових пристроїв інфрачервоного випромінювання за літературою [2, с. 45-55].

2. Розглянути методику підбору опалювального газового конвектора за літературою [6].

ГЛОСАРІЙ

Апарат газовий – апарат, продукти згоряння від якого відводяться в атмосферу через спеціальну систему, або апарат, що спалює газ без системи відведення продуктів згоряння.

Випромінювання сонячне – потік променевої енергії Сонця, що спрямований на поверхню Землі.

Висота димової труби ефективна – різниця відміток між входом та виходом відхідних газів.

Водонагрівач газовий ємнісний – прилад безпосереднього підігрівання води, що обладнаний власним газовим пальником.

Водонагрівач закритого типу (напірний) – прилад, що працює під тиском води у водопроводі і, як правило, забезпечує водою кілька водорозбірних точок у квартирі (кухня та ванна), громадській будівлі тощо.

Водонагрівач системи гарячого водопостачання – пристрій нагрівання господарської гарячої води теплоносієм системи опалення будівлі.

Жиклер – калібрований отвір для дозованої подачі рідини чи газу.

Когенерація – комбіноване виробництво тепла та електроенергії.

Опалення низькотемпературне – система опалення, в якій температура теплоносія на вході не перевищує 70°C.

Опалення поквартирне – децентралізоване (автономне) індивідуальне забезпечення окремої квартири у багатоквартирному будинку теплом та гарячою водою.

Прилад підігрівання води з додатковим електроживленням – здебільшого паливний водонагрівач, в якому електроенергія використовується як додаткове джерело теплоти для підігрівання гарячої води в період пікових навантажень.

Система теплонасосна кільцева – система з використанням теплових насосів для одночасного виробництва тепла і холоду, що багаторазово підвищує ефективність її роботи.

Сонячна постійна – повна інтенсивність випромінювання на верхній межі земної атмосфери, що падає на нормальну поверхню. Дорівнює 1,367 кВт/м².

Температура бівалентної точки – мінімальна проектна температура зовнішнього повітря, за якої вихідна потужність теплового насоса дорівнює необхідному тепловому навантаженню на будівлю.

Тепловий насос – парокompресійна холодильна установка, що складається з компресора, конденсатора, розширювального вентиля та випарника.

Теплообмінник – апарат для передачі тепла від середовища з вищою до середовища з нижчою температурою.

Теплопостачання автономне – система, що складається з джерела тепла та споживача, тобто системи опалення, гарячого водопостачання, вентиляції та технологічного постачання гарячою водою житлових, громадських і виробничих будівель.

Тяга природна – зовнішня сила, що виникає за рахунок різниці температур і змушує повітря надходити в камеру згоряння, а газоподібні продукти згоряння рухатися по газоходах та димовій трубі в атмосферу.

Тяга штучна – тяга, що створюється димососом або вентилятором.

Установка балонна групова – установка, до складу якої входить більше 2-х балонів зі скрапленням газом.

Установка балонна індивідуальна – установка, що має не більше двох балонів зі скрапленням газом.

ЛИТЕРАТУРА

1. Автономное теплоснабжение: Учеб. пособие. / В.М. Полонский, Г.И. Титов, А.В. Полонский. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 152 с.
2. Богомолов А.И., Вигдорчик Д.Я., Маевский М.А. Газовые горелки инфракрасного излучения и их применение. – М.: Изд-во лит. по стр-ву, 1967. – 256 с.
3. Булитко П.А. Определение расхода газа на жилой дом с поквартирным теплоснабжением // Энергосбережение. – 2017. – № 4. – С. 36-37. [Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.abok.ru/for_spec/articles.php?nid=6683].
4. Гелиотехника Logasol для горячего водоснабжения и поддержки отопления. Документация для проектирования. Издание: 04/2010. – К.: Бударус-Украина, 2010. – 132 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: https://www.buderus.ua/files/201104261232460.Logasol_NEW_9160.pdf].
5. ДСТУ Б В.2.5-44:2010 Проектування систем опалення будівель з тепловими насосами (EN 15450:2007, MOD). – К.: Мінрегіонбуд України, 2010. – 57 с.
6. Как выбрать газовый конвектор? [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://teplo-faq.net/katalog/25-gazovye-obogrevateli/5264-kak-vybrat-gazovuj-konvektor?format=pdf>].
7. Как сделать расчет расхода газа на отопление дома в соответствии с нормами [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://sovet-ingenera.com/otoplenie/project/raschet-rasxoda-gaza-na-otoplenie-doma.html>].
8. Книга о «солнце». Руководство по проектированию систем солнечного теплоснабжения. – К.: ООО «Виссманн», 2010. – 194 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.viessmann.ua/content/dam/vi-brands-UA/PDF/Produktgruppen/Solarsysteme/pr_kniga-pro-solnce_06-2010.pdf].
9. Крупнов Б.А., Шарафадиев Н.С. Руководство по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха. – Москва – Вена: Фирма «HERZ Armaturen», 2008. – 220 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://herz.ua/docs/Krupnov.pdf>].
10. Ливчак И.Ф. Квартирное отопление. – М.: Стройиздат, 1982. – 242 с.
11. Низкотемпературная система отопления, установка конденсационного котла. [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ctirling.ru/nizkotemperaturnie-dvigateli/nizkotemperaturnaya-sistema-otopleniya-ustanovka-kondensacionnogo-kotla/>].
12. Осетянская Д. Конденсационные котлы. – 4 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: <https://content.freelancehunt.com/snippet/eb34a/56a10/97483/Конденсационные+котлы+готово.pdf>].

13. Покотилов В.В. Системы водяного отопления. – Вена: Фирма «HERZ Armaturen», 2008. – 160 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: http://herz.ua/docs/Pokotilov_Systems.pdf].
14. Проектирование автоматизированных систем водяного отопления многоэтажных жилых и общественных зданий. Пособие RB.00.M7.50. – М.: ООО «Данфосс», 2016. – 62 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://heating.danfoss.ru/workarea/downloadasset.aspx?id=17179939524>].
15. Расчет воздушного отопления: основные принципы + пример расчета. [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://sovet-ingenera.com/otoplenie/project/raschet-vozdushnogo-otopleniya.html>].
16. Расчет стоимости отопления частного дома площадью 200 кв. м [Электронный ресурс. Режим доступа: <https://www.in-ua.com/blog/raschet-stoimosti-otopleniya-chastnogo-doma-ploschadyu-200-kvm>].
17. Система KAN-therm. Справочник панельного отопления и охлаждения. – К.: ООО КАН, 2014. – 108 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: http://ua.kan-therm.com/kan/upload/KAN_poradnik-OP-04-2014-UA.pdf].
18. Система KAN-therm. Стеновое отопление. Справочник проектировщика и производителя работ. – К.: ООО КАН, 2017. – 36 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://ua.kan-therm.com/kan/upload/wall-heating-guidebook-kan-therm-ua.pdf>].
19. Солнечное теплоснабжение Thermotech. Техническое пособие. – Thermotech Vostok AB, 2011. – 26 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: <http://geo-comfort.ru/images/PDF/Тепловие%20насосы/Solnishko/Thermotech%20солнечное%20теплоснабжение.PDF>].
20. Audytor SDG Версия 2.0. Программа для быстрого подбора конвекционных отопительных приборов и проектирования подпольного отопления. – Warszawa, SANKOM Sp. z o.o., 2014. – 70 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: http://www.sankomsoft.ru/download/free/doc/SDG20_ru.pdf].
21. Schiedel Quadro. Система воздух-газ (LAS). – К.: Schiedel, 2009. – 44 с. [Электронный ресурс. Режим доступа: http://schiedel.kiev.ua/wp-content/uploads/2015/02/techn_inf_Quadro_LAS_.pdf].

З М І С Т

Передмова	3
Практичне заняття 1. Техніко-економічна оцінка ефективності застосування автономного та центрального теплопостачання	3
Практичне заняття 2. Розрахунок систем автономного опалення будинків	4
Практичне заняття 3. Складання комерційної пропозиції стосовно влаштування системи автономного опалення житлового будинку за допомогою комп'ютерної програми Audytor SDG	6
Практичне заняття 4. Розрахунок економічної ефективності застосування конденсаційних котлів у системах автономного теплопостачання	8
Практичне заняття 5. Розрахунок геліосистем для автономного теплопостачання будинків	10
Практичне заняття 6. Розрахунок теплонасосних установок для автономного теплопостачання будинків	12
Практичне заняття 7. Розрахунок газопостачання будинків при застосуванні автономних інженерних систем	15
Глосарій	17
Література	18