

МЕХАНІКО-ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**Кафедра електроенергетики, електротехніки
та електромеханіки**

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

**до виконання контрольної роботи
з дисципліни**

***«АЛЬТЕРНАТИВНІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ
ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ
В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ»***

Харків – 2019

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри електроенергетики, електротехніки та електромеханіки 19 березня 2018 р., протокол № 8.

Рекомендуються для магістрів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми «Електропостачання та ресурсозберігаючі технології» заочної форми навчання.

Укладачі:

доц. В. П. Нерубацький,
старш. викл. О. А. Плахтій

Рецензент

проф. О. С. Крашенінін

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання контрольної роботи
з дисципліни
*«АЛЬТЕРНАТИВНІ ТА ВІДНОВЛЮВАЛЬНІ
ДЖЕРЕЛА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ЕНЕРГІЇ
В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ»*

Відповідальний за випуск Нерубацький В. П.

Редактор Третьякова К. А.

Підписано до друку 12.05.17 р.

Формат паперу 60x84 1/16. Папір писальний.

Умовн.-друк.арк. 0,75. Тираж 30. Замовлення №

Видавець та виготовлювач Український державний університет
залізничного транспорту,
61050, Харків-50, майдан Фейєрбаха, 7.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 6100 від 21.03.2018 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1 Теоретична частина контрольної роботи.....	6
2 Практична частина контрольної роботи.....	12
Список літератури.....	19
Додаток А. Завдання до виконання контрольної роботи.....	21
Додаток Б. Позначення і перевідні величини для розрахунків.....	22

ВСТУП

Використання альтернативних і відновлювальних джерел енергії є важливим як в національному, так і міжнародному масштабі, з точки зору реакції на глобальні кліматичні зміни та покращення енергетичної безпеки в Європі.

Для проведення і втілення у життя національної стратегії розвитку альтернативної енергетики в Україні здійснюються заходи, які сприяють збереженню і розвитку відповідного вітчизняного академічного, університетського та галузевого науково-технологічного потенціалу, розширенню міжнародного співробітництва в галузі альтернативної енергетики, зміцненню міжнародного іміджу нашої держави, зменшенню залежності України від найбільших світових постачальників енергетичної сировини, підвищенню рівня її енергетичної безпеки.

Сучасне енергетичне господарство України складне та багатогранне, воно швидко розвивається. Під енергетикою, або енергетичною системою, слід розуміти сукупність великих природних і штучних (створених людиною) систем, призначених для отримання, перетворення, розподілу та використання у народному господарстві енергетичних ресурсів всіх видів. Енергетичними ресурсами вважаються матеріальні об'єкти, в яких зосереджена енергія, що можлива для використання її людиною. Створюються і впроваджуються принципово нові типи енергетичних установок, вдосконалюється структура енергетичного балансу, використовується енергія нових, так званих «нетрадиційних» джерел енергії, у тому числі енергія відновлюваних джерел (Сонця, геотермальна, вітрова, енергія, біомаси).

Рівень розвитку енергетики відображає рівень розвитку суспільства та можливості науково-технічного прогресу. Все це вимагає від сучасного молодого фахівця глибоких теоретичних і економічних знань у всіх сферах енергетичного господарства. Він повинен вміти правильно оцінювати енергетичну ситуацію, вибирати оптимальні шляхи (технічні й економічні) енергопостачання, належною мірою враховуючи при цьому екологічні проблеми створення нових та експлуатації існуючих енергетичних об'єктів.

Молодий фахівець, який починає працювати на об'єктах у сфері управління сучасним енергетичним господарством, повинен мати поряд із необхідними знаннями з проектування, будівництва та експлуатації енергетичних установок досить широкі уявлення про більшість завдань, що доводиться вирішувати в галузі енергопостачання, енергозбереження та охорони навколишнього середовища від забруднення, які виникають при роботі енергетичних установок.

При вивченні дисципліни «Альтернативні та відновлювальні джерела електричної енергії в електроенергетиці» відповідно до навчального плану передбачено виконання студентами заочної форми навчання контрольної роботи. Метою контрольної роботи є закріплення, поглиблення та узагальнення знань, одержаних студентами під час вивчення дисципліни.

Студент виконує контрольну роботу відповідно до варіанта, який призначає викладач, в окремому зошиті або в друкованому вигляді, за вимогами [1]. На першій сторінці контрольної роботи треба вказати номер варіанта. Потім слід дослівно переписати текст першого питання (свого варіанта) і дати на нього відповідь, далі текст другого питання, відповідь на нього і т. д. У зошиті в клітинку текст писати через клітку і розбірливим почерком.

Відповіді на питання необхідно супроводжувати пояснювальними рисунками. Кількість ілюстрацій повинна бути достатньою для пояснення викладеного тексту. Нумерація ведеться арабськими цифрами в межах усього документа.

Захист контрольної роботи проводять під час екзаменаційної сесії. На ньому студент протягом 5 хвилин доповідає зміст роботи, пояснює свої розрахунки та відповідає на запитання викладача. За результатами захисту та поданої контрольної роботи студент отримує оцінку за національною шкалою і шкалою ECTS.

Під час захисту контрольної роботи студент повинен мати повний обсяг відповідей на запитання свого завдання. Після захисту робота залишається на кафедрі та зберігається протягом року.

1 ТЕОРЕТИЧНА ЧАСТИНА КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1 Паливно-енергетичний баланс України, його структура та статистичні показники.

2 Ефективність використання паливно-енергетичних ресурсів у світі та в Україні.

3 Актуальність енергозбереження в Україні. Аспекти та потенціал енергозбереження.

4 Класифікація паливно-енергетичних ресурсів.

5 Перспективи використання відновлювальних джерел енергії в Україні.

6 Органічне паливо. Класифікація органічного палива та галузі застосування.

7 Ядерне паливо. Вимоги та особливості використання.

8 Вторинні енергетичні ресурси. Класифікація і приклади.

9 Традиційні джерела енергії в Україні.

10 Атомні електричні станції. Розвиток атомної енергетики в Україні.

11 Відновлювальні джерела енергії в Україні. Якісна оцінка відновлювальних джерел енергії.

12 Перспективи розвитку нетрадиційних відновлювальних джерел енергії.

13 Гідроенергетика. Розвиток гідроенергетики в Україні.

14 Вітроенергетика. Розвиток вітроенергетики в Україні.

15 Сонячна енергетика. Розвиток сонячної енергетики в Україні.

16 Геотермальна енергетика. Розвиток геотермальної енергетики в Україні.

17 Енергія припливів та відливів. Перспективність використання енергії.

18 Гророва енергетика. Аспекти та недоліки грорової енергетики.

19 Космічна енергетика. Проекти та перспективи використання енергії.

20 Керований термоядерний синтез. Отримання і перспективи використання енергії.

21 Енергетика водню. Отримання і перспективи використання енергії.

22 Біопаливо. Класифікація і застосування.

23 Біомаса. Перспективи використання.

24 Утилізація відходів виробництва з метою економії ресурсів та отримання енергії.

25 Механічні накопичувачі енергії. Класифікація і застосування.

26 Теплові накопичувачі енергії. Особливості застосування.

27 Електричні накопичувачі енергії. Класифікація і застосування.

28 Хімічні накопичувачі енергії. Особливості застосування.

29 Вітряні електростанції. Розвиток вітряних електростанцій в Україні.

30 Сонячні електростанції. Розвиток сонячних електростанцій в Україні.

31 Сонячні колектори. Принцип роботи і класифікація.

32 Гідротурбіни. Принцип роботи і класифікація.

33 Електрохімічні генератори. Принцип роботи і застосування.

34 Термоємисійні генератори. Принцип роботи і застосування.

35 Термоелектричні генератори. Принцип роботи і класифікація.

36 Газотурбінні установки. Принцип роботи та експлуатація.

37 Теплові конденсаційні електричні станції. Структура та особливості роботи.

38 Теплоелектроцентралі. Класифікація та особливості роботи.

39 Системи теплопостачання. Класифікація та особливості роботи.

40 Котельні установки. Призначення і класифікація.

41 Промисловий парогенератор. Призначення і конструктивні особливості.

42 Теплонасосні установки. Призначення і класифікація.

43 Основні принципи енергозбереження. Показники та завдання енергетичної політики.

44 Паливно-енергетичний баланс та енергетичні характеристики виробничої діяльності залізничного транспорту.

45 Потенційні можливості енергозбереження у паливно-енергетичному господарстві ПАТ «Українська залізниця».

46 Правове забезпечення енергозбереження на державному рівні.

47 Правове регулювання енергоефективності в Україні.

48 Нормативно-правова база енергозбереження у ПАТ «Українська залізниця».

49 Особливості розрахунку показників енергоефективності бізнес-процесів ПАТ «Українська залізниця».

50 Організаційні заходи підвищення енергетичної ефективності експлуатації рухомого складу.

51 Енергооптимальні режими ведення поїздів на основі теорії тяги.

52 Використання автоматизованих систем автоведення на рухомому складі.

53 Енергооптимальні розклади руху для пасажирських поїздів.

54 Енергооптимальні розклади руху для вантажних поїздів.

55 Впровадження енергозберігаючих технічних засобів на тяговому рухомому складі.

56 Впровадження ресурсозберігаючих технологій на тяговому рухомому складі.

57 Шляхи покращення тягово-енергетичних характеристик електричного рухомого складу.

58 Підвищення енергетичної ефективності пасажирських вагонів.

59 Підвищення енергетичної ефективності вантажних вагонів.

60 Зниження витрат енергії у пристроях тягового електропостачання.

61 Підвищення рівня напруги і компенсація реактивної потужності в тяговій мережі змінного струму.

62 Зниження небалансу електричної енергії на тягу поїздів.

63 Зниження непродуктивних витрат електричної енергії на тягу поїздів.

64 Зниження опору руху поїздів за допомогою лубрикації.

65 Підвищення енергетичної ефективності при впровадженні безстикової колії.

66 Вплив аеродинаміки рухомого складу на витрату паливно-енергетичних ресурсів.

67 Підвищення енергетичної ефективності в системах нетягового електропостачання.

68 Енергозберігаюче електрообладнання підстанцій та електричних мереж.

69 Підвищення енергоефективності при передачі та розподілі електроенергії по електричних мережах.

70 Технології енергозбереження в електроприводах.

71 Підвищення енергоефективності за допомогою електротермічного обладнання.

72 Підвищення енергоефективності при електричному зварюванні.

73 Підвищення енергоефективності при використанні енергозберігаючого освітлення.

74 Підвищення енергоефективності при використанні компресорного обладнання.

75 Підвищення енергетичної ефективності стаціонарної теплоенергетики.

76 Підвищення енергетичної ефективності та економічності котельних установок шляхом зниження температури відхідних газів.

77 Підвищення енергетичної ефективності мереж теплопостачання.

78 Підвищення енергетичної ефективності паливоспоживчих установок.

79 Енергозберігаючі заходи на залізниці для економії моторного палива.

80 Енергозбереження у будівлях і спорудах виробничого призначення.

81 Енергозбереження у системах опалення.

82 Енергозбереження у системах вентиляції і кондиціонування повітря.

83 Енергозбереження у системах водопостачання і водовідведення.

84 Шляхи підвищення енергоефективності систем водопостачання і водовідведення на підприємствах залізничного транспорту.

85 Енергозбереження у локомотивному господарстві.

86 Засоби механізації та автоматизації технологічних процесів у локомотивному господарстві. Контроль і діагностування відповідальних вузлів і деталей.

87 Енергозбереження у вагонному господарстві.

88 Зовнішнє очищення вагонів та обладнання. Очищення цистерн від нафтопродуктів.

89 Комплексна механізація ремонту вагонів.

90 Енергозбереження у господарстві автоматики та телемеханіки.

- 91 Облік паливно-енергетичних ресурсів.
- 92 Методи та прилади вимірювання паливно-енергетичних ресурсів, їх витрати.
- 93 Облік кількості теплової енергії, води та газу.
- 94 Облік електричної енергії у стаціонарній енергетиці.
- 95 Облік паливно-енергетичних ресурсів на рухомому складі.
- 96 Бортові системи контролю за витрачанням електричної енергії на електрорухомому складі постійного струму.
- 97 Бортові системи контролю за витрачанням електричної енергії на електрорухомому складі змінного струму.
- 98 Автоматизовані системи обліку електричної енергії.
- 99 Автоматизовані системи обліку паливно-енергетичних ресурсів.
- 100 Автоматизовані системи обліку дизельного палива.

2 ПРАКТИЧНА ЧАСТИНА КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

1 Коефіцієнт корисної дії атомної електростанції становить 17 %. При кожному розпаді одного ядра урану ^{235}U виділяється енергія $W = 200 \text{ MeV}$. Яка маса урану витратиться за добу на атомній електростанції потужністю 5 000 кВт?

2 Швидкість вітру у функції від часу в місцевості задана рівнянням, км/с,

$$v = 20 \cdot \sin^2\left(\pi \cdot \frac{1}{t}\right),$$

де t – час, рахуючи від 0,0 год після півночі, год.

Якою буде максимальна електрична потужність, яку можна отримати від вітроустановки в цій місцевості за 24 год, якщо площа, яку охоплює повітряний потік, становить $S = 12,5 \text{ м}^2$?

3 Підприємство споживає з енергосистеми $E = 10\,000\,000 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ електроенергії в рік. Питома витрата умовного палива на вироблення $1 \text{ кВт}\cdot\text{год}$ в енергосистемі становить $b_e = 300 \text{ г умов.палив/кВт}\cdot\text{год}$. Скільки становитиме об'єм природного газу в енергосистемі, необхідний для вироблення споживаної підприємством електроенергії при теплоті згорання $Q_m = 8\,500 \text{ ккал/м}^3$?

4 У приміщенні знаходяться 53 людини. Розрахувати витрату тепла на нагрівання інфільтруючого зовнішнього повітря, якщо температура всередині приміщення $t_{вс} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$, а температура зовнішнього повітря складає $t_3 = -26 \text{ }^\circ\text{C}$.

5 Ідеальна холодильна машина, що працює за зворотним циклом Карно, здійснює за один цикл роботу $A = 37 \text{ кДж}$. При цьому вона бере тепло від тіла з температурою $T_2 = -10 \text{ }^\circ\text{C}$ і передає тепло тілу з температурою $T_1 = 17 \text{ }^\circ\text{C}$. Знайти к. к. д. циклу; кількість теплоти Q_2 , відібрану в холодного тіла за один цикл; кількість теплоти Q_1 , передану більш гарячому тілу за один цикл.

6 У циліндрах карбюраторного двигуна внутрішнього згорання газ стискається за політропічним законом до $V_2 = V_1/6$. Початковий тиск $p_1 = 90$ кПа, початкова температура $T_1 = 127$ °С, показник політропи $n = 1,3$. Знайти температуру T_2 за Кельвіном і тиск p_2 газу в циліндрах після стиснення.

7 Кисень масою $m = 10$ г знаходиться під тиском $p = 300$ кПа і температурою $T_1 = 10$ °С. Після нагрівання газ зайняв об'єм $V_2 = 10$ л. При цьому робота, здійснена газом при розширенні, $-A = 2,22$ кДж, кількість ступенів свободи молекули кисню $i = 5$. Знайти зміну внутрішньої енергії газу ΔW та кількість теплоти Q , яка була отримана газом.

8 Скільки енергії можна отримати при повному розщеплюванні 1 кг урану ^{235}U , якщо при діленні одного ядра урану на два уламки виділяється енергія $W = 170$ МеВ? Чи можна її порівняти з енергією, що отримується при спалюванні 1 кг кам'яного вугілля, питома теплота згорання якого $q = 29 \cdot 10^6$ Дж/кг?

9 Маховикове колесо починає обертатися з кутовим прискоренням $\varepsilon = 0,5$ рад/с² і через час $t_1 = 15$ с після початку руху має момент імпульсу $M = 73,5$ кг·м²/с. Знайти кінетичну енергію колеса W_k через час $t_2 = 20$ с після початку руху.

10 Яка кількість молекул N знаходиться в аудиторії об'ємом $V = 80$ м³ при температурі $T = 17$ °С і тискові $p = 100$ кПа?

11 Літак летить зі швидкістю $v = 360$ км/год. Вважаючи, що повітря біля крила літака має в'язкість $d = 4$ см, знайти дотичну силу F_s , яка діє на одиницю поверхні крила, якщо коефіцієнт в'язкості повітря $\eta = 1,79 \cdot 10^{-5}$ Па·с.

12 Знайти щільність повітря ρ на висоті $h = 4$ км від поверхні Землі. Температуру повітря вважати постійною і такою, що дорівнює $T = 0$ °С. Тиск повітря біля поверхні Землі $p_0 = 100$ кПа.

13 У посудині об'ємом $V = 2$ л знаходиться $N = 4 \cdot 10^{22}$ молекул двохатомного газу. Теплопровідність газу $k = 14$ мВт/(м·К), кількість ступенів свободи молекули газу $i = 5$. Знайти коефіцієнт дифузії газу D .

14 Скільки енергії виділиться при розпаді 15 г урану ^{235}U , якщо при діленні одного ядра виділяється енергія $W = 220$ МеВ?

Яка повинна бути питома теплота згорання 15 г кам'яного вугілля, щоб отримати стільки ж енергії?

15 Маса водню $m = 6,5$ г, що знаходиться під температурою $T = 27$ °С, розширюється удвічі при тиску $p = \text{const}$ за рахунок припливу тепла ззовні. Знайти роботу A розширення газу, зміну внутрішньої енергії газу ΔW і кількість теплоти Q , що віддається газу, якщо кількість ступенів свободи молекули водню $i = 5$.

16 Тиск повітря всередині щільно закритої пляшки при температурі $T_1 = 7$ °С був $p_1 = 100$ кПа. При нагріванні пляшки пробка вилетіла. До якої температури T_2 нагріли пляшку, якщо відомо, що пробка вилетіла при тиску повітря у пляшці $p_2 = 130$ кПа?

17 Коефіцієнт корисної дії атомної електростанції становить 25 %, а її потужність дорівнює 38 МВт. При кожному розпаді одного ядра урану ^{235}U виділяється енергія $W = 180$ МеВ. Яка маса урану необхідна для роботи електростанції протягом тижня?

18 У закритій посудині знаходиться азот з масою $m_1 = 20$ г і кисень з масою $m_2 = 32$ г. Знайти зміну ΔW внутрішньої енергії суміші газів при її охолодженні на $\Delta T = 28$ К, якщо кількість ступенів свободи молекул $i = 5$.

19 Знайти щільність повітря ρ на поверхні Землі. Температуру повітря вважати постійною і такою, що дорівнює $T = 6$ °С. Тиск повітря біля поверхні Землі $p_0 = 100$ кПа.

20 Підприємство витратило за рік $V_g = 2 \cdot 10^6$ м³ природного газу в енергосистемі, необхідного для вироблення споживаної підприємством електроенергії при теплоті згорання палива $Q_m = 8\,500$ ккал/м³. Скільки підприємство споживає з енергосистеми кіловат·на годину електроенергії за рік, якщо питома витрата умовного палива на вироблення 1 кВт·год в енергосистемі становить $b_e = 0,3$ кг умов.палив/кВт·год?

21 Визначити витрату теплоти в кілокалоріях на годину на опалення житлового будинку із цегли, якщо об'єм опалювальної частини будинку за зовнішнім обміром $V = 20\,493$ м³, температура повітря всередині приміщень $t_{вс} = 18$ °С, температура зовнішнього повітря $t_3 = -26$ °С.

22 Знайти масу повітря m , що заповнює аудиторію висотою $h = 5$ м і площею підлоги $S = 200$ м², якщо тиск повітря $p = 100$ кПа, температура приміщення $T = 17$ °С.

23. Яка кількість молекул N двохатомного газу містить об'єм $V = 10$ см³ при тискові $p = 5,3$ кПа і температурі $T = 27$ °С? Яку енергію теплового руху W мають ці молекули, якщо кількість ступенів свободи молекул $i = 5$?

24 При діленні одного ядра урану ^{235}U на два уламки виділяється енергія $W = 200$ МеВ. Яка енергія звільняється при спалюванні в ядерному реакторі 1 г цього ізотопу? Скільки кам'яного вугілля, питома теплота згорання якого $q = 29 \cdot 10^6$ Дж/кг, необхідно спалити для отримання такої енергії?

25 У балоні об'ємом $V = 10$ л знаходиться повітря при тискові $p = 0,1$ МПа. Яку кількість теплоти Q треба віддати повітрю, щоб підвищити тиск у балоні у 5 разів?

26 У момент вибуху атомної бомби виділяється температура $T \approx 10^7$ К. Вважаючи, що при такій температурі всі молекули повністю дисоційовані на атоми, а атоми іонізовані, знайти середню квадратичну швидкість v іона водню.

27 У посудині під поршнем знаходиться гримучий газ, який займає при нормальних умовах об'єм $V = 0,1$ л. При швидкому стискуванні газ загорасться. Знайти температуру T загорання гримучого газу, якщо відомо, що робота стиснення $A = 46,35$ Дж, тиск $p = 101,3$ кПа, а кількість ступенів свободи молекули газу $i = 5$.

28 Обсерваторія розташована на висоті $h = 3\,250$ м над рівнем моря. Знайти тиск повітря p на цій висоті, якщо тиск повітря на рівні моря $p_0 = 101,3$ кПа. Температуру повітря вважати постійною і такого, що дорівнює $T = 5$ °С.

29 Молярна маса гелію $\mu = 4 \cdot 10^{-3}$ кг/моль. При якій температурі T енергії теплового руху атомів гелію буде достатньо для того, щоб атоми гелію подолали земне тяжіння і назавжди покинули земну атмосферу?

30 Пасажирський літак здійснює польоти на висоті $h_1 = 8\,300$ м. Щоб не забезпечувати пасажирів кисневими масками, в кабіні за допомогою компресора підтримується постійний тиск,

що відповідає висоті $h_2 = 2\,700$ м. Знайти різницю тисків Δp всередині та зовні кабіни, якщо нормальний атмосферний тиск $p_0 = 101,3$ кПа. Температура зовнішнього повітря складає $T = 0$ °С.

31 Коефіцієнт дифузії і в'язкість водню при певних умовах дорівнюють $D = 1,42 \cdot 10^{-4}$ м²/с і $\eta = 8,5$ мкПа·с. Знайти кількість n молекул водню в одиниці об'єму.

32 Маховик обертається з частотою $n = 10$ об/с, його кінетична енергія $W_k = 7,85$ кДж. Який момент сил M необхідно прикласти до маховика, щоб збільшити кутове прискорення до $\varepsilon = 12$ рад/с².

33 Яким повинен бути найменший об'єм балона V в літрах, що вміщує масу $m = 6,4$ кг кисню, якщо його стінки при температурі $T = 20$ °С витримують тиск $p = 15,7$ МПа?

34 Маховикове колесо обертається з частотою $n = 20$ об/с. Після того як на колесо перестав діяти обертальний момент, воно зупинилося, зробивши $N = 1\,000$ обертів. Знайти час t , що минув від моменту припинення дії обертального моменту до зупинки колеса.

35 Ідеальна теплова машина, що працює за циклом Карно, за цикл отримує від нагрівача кількість теплоти $Q_1 = 2,5$ кДж. Температура нагрівача $T_1 = 127$ °С, температура холодильника $T_2 = -1$ °С. Знайти роботу A , що здійснюється машиною за один цикл, і кількість теплоти Q_2 , що віддається холодильнику за один цикл.

36 Балон об'ємом $V = 12$ л наповнений азотом при тиску $p = 8,1$ МПа і температурі $T = 17$ °С. Яка маса азоту m знаходиться у балоні?

37 Приміщення опалюється холодильною машиною, що працює за зворотним циклом Карно. У скільки разів кількість теплоти Q_1 , що отримується приміщенням від згоряння дров у печі, буде меншою за кількість теплоти Q_2 , що передається приміщенню холодильною машиною, яка приводиться у дію тепловою машиною, яка споживає таку ж масу дров? Тепловий двигун працює між температурами $T_1 = 100$ °С і $T_2 = 0$ °С. Приміщення потрібно підтримувати при температурі $t_1 = 16$ °С. Температура навколишнього повітря $t_2 = -10$ °С.

38 Потік заряджених частинок влітає в однорідне магнітне поле з індукцією $B = 3$ Тл. Швидкість частинок $v = 1,47 \cdot 10^7$ м/с і спрямована перпендикулярно до напрямку поля. Знайти заряд q кожної частинки, якщо відомо, що на неї діє сила $F = 1,28 \cdot 10^{-11}$ Н.

39 При температурі $T = 50$ °С тиск насиченої водяної пари складає $p = 12,3$ кПа. Знайти щільність ρ водяної пари.

40 Ідеальна теплова машина працює за циклом Карно. При цьому 80 % кількості теплоти, що отримується від нагрівача, передається холодильнику. Машина отримує від нагрівача кількість теплоти $Q_1 = 6,28$ кДж. Знайти к. к. д. циклу та роботу A , що здійснюється за один цикл.

41 При адіабатичному стисненні кількості $\nu = 1$ кмоль двохатомного газу була здійснена робота $A = 146$ кДж. Кількість ступенів свободи молекули газу $i = 5$. На скільки збільшилася температура газу при стисненні?

42 У посудині під поршнем знаходиться гримучий газ. Маса поршня $m = 2$ кг, площа його поперечного перерізу $S = 10$ см². Яка кількість теплоти Q виділяється при вибуху гримучого газу, якщо відомо, що тиск $p = 101,3$ кПа, внутрішня енергія газу змінилася при цьому на $\Delta W = 336$ Дж і поршень піднявся на висоту $\Delta h = 20$ см?

43 Знайти в'язкість азоту η при тиску $p = 101,3$ кПа і температурі $T = 0$ °С, якщо коефіцієнт дифузії для нього $D = 1,42 \cdot 10^{-5}$ м²/с.

44 Ідеальна теплова машина, що працює за циклом Карно, здійснює за один цикл роботу $A = 3,1$ кДж і віддає за один цикл холодильнику кількість теплоти $Q_2 = 15,1$ кДж. Знайти к. к. д. даного циклу.

45 Кількість $\nu = 2$ кмоль вуглекислого газу нагрівається при постійному тиску на температуру $\Delta T = 50$ К. Знайти зміну внутрішньої енергії газу ΔW , роботу розширення газу A і кількість теплоти Q , що віддається газу, якщо кількість ступенів свободи молекули вуглекислого газу $i = 6$.

46 Об'єм кисню $V_1 = 7,5$ л адіабатично стискається до об'єму $V_2 = 1$ л, причому в кінці стиснення встановився тиск $p_2 = 1,6$ МПа.

Знайти, під яким тиском p_1 знаходився газ до стиснення, якщо кількість ступенів свободи молекули кисню $i = 5$.

47 Яку температуру T у градусах за Цельсієм має азот з масою $m = 2$ г, що займає об'єм $V = 820$ см³ при тиску $p = 0,2$ МПа?

48 Ідеальна теплова машина, що працює за циклом Карно, здійснює за один цикл роботу $A = 73,5$ кДж. Температура нагрівача $T_1 = 100$ °С, температура холодильника $T_2 = 0$ °С. Знайти к. к. д. циклу, кількість теплоти Q_1 , що отримується машиною за один цикл від нагрівача, і кількість теплоти Q_2 , що віддається за один цикл холодильнику.

49 Маса вуглекислого газу $m = 7$ г була нагріта на температуру $\Delta T = 10$ К в умовах вільного розширення. Знайти роботу A розширення газу та зміну ΔW його внутрішньої енергії, якщо кількість ступенів свободи молекули вуглекислого газу $i = 5$.

50 Парова машина потужністю $P = 14,7$ кВт споживає за час роботи $t = 1$ год масу $m = 8,1$ кг вугілля з питомою теплотою згорання $q = 33$ МДж/кг. Знайти фактичний к. к. д. машини.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1 Текстова частина (пояснювальна записка). Загальні вимоги до побудови, викладення та оформлення [Текст] : метод. посіб. з додержання вимог нормоконтролю у студентській навчальній звітності / Л. М. Козар, Є. В. Коновалов, А. О. Лапко та ін. – Харків : УкрДУЗТ, 2014. – 58 с.

2 Андрижиевский, А. А. Энергосбережение и энергетический менеджмент [Текст] : учеб. пособ. для студентов / А. А. Андрижиевский, В. И. Володин. – Минск : Вышэйш. шк., 2005. – 619 с.

3. Ганжа, В. Л. Основы эффективного использования энергоресурсов. Теория и практика энергосбережения [Текст] / В. Л. Ганжа. – Минск : Белорусская наука, 2007. – 451 с.

4 Гейтенко, Е. Н. Источники вторичного электропитания. Схемотехника и расчет [Текст] : учеб. пособие / Е. Н. Гейтенко. – М. : Солон-Пресс, 2008. – 448 с.

5 Герасимов, Д. О. Использование накопителей электрической энергии в современных системах электроснабжения [Текст] / Д. О. Герасимов, К. В. Суслов, Т. Ж. Шаймарданов. – Иркутск, 2015. – 145 с.

6 Григорьев, В. А. Теплоэнергетика и теплотехника [Текст] : справочник. Промышленная теплоэнергетика и теплотехника / В. А. Григорьев, В. М. Зорин. – М. : Энергоатомиздат, 1989. – 558 с.

7 Климова, Г. Н. Энергосбережение на промышленных предприятиях [Текст] : учеб. пособие / Г. Н. Климова. – Томск : Томский политехнический университет, 2014. – 180 с.

8 Ковалев, О. П. Альтернативные источники энергии для транспорта и автотранспортных предприятий [Текст] : курс лекций / О. П. Ковалев. Владивосток : Сервер ВГУЭС, 2000. – 59 с.

9 Ковалко, М. П. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України [Текст] / М. П. Ковалко, С. П. Денисюк. – К. : УЕЗ, 1998. – 506 с.

10 Кривошеев, С. Е. Перспективное развитие альтернативных источников электроэнергетики [Текст] / С. Е. Кривошеев. – Вестн. РНК СИГРЭ. – 2015. – № 6. – С. 48–53.

11 Кувшинов Ю. Я. Энергосбережение в системе обеспечения микроклимата зданий [Текст] / Ю. Я. Кувшинов. – М. : АСВ, 2010. – 317 с.

12 Лисов, О. М. Энергетика, экология и альтернативные источники энергии [Текст] / О. М. Лисов, В. Е. Степанов // Экология промышленного производства: межотрасл. науч.-практ. журн. по отеч. и заруб. матер. – 2006. – № 1. – С. 47–55.

13 Мхитарян, Н. М. Энергосберегающие технологии в жилищном и гражданском строительстве [Текст] / Н. М. Мхитарян. – К. : Наукова думка, 2000. – 420 с.

14 Пособие теплоэнергетики железнодорожного транспорта [Текст] / под ред. В. С. Молярчука. – М. : Транспорт, 1973. – 392 с.

15 Сальников, А. Х. Нормирование потребления и экономия топливноэнергетических ресурсов [Текст] / А. Х. Сальников, Л. А. Шевченко. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 240 с.

16 Самарин, О. Д. Теплофизика. Энергосбережение. Энергоэффективность [Текст] / О. Д. Самарин. – М. : АСВ, 2011. – 292 с.

17 Стратегічний план розвитку залізничного транспорту на період до 2020 року ПАТ «Українська залізниця» [Текст] : Наказ Міністерства інфраструктури України від 21 грудня 2015 р. № 547. – К., 2015. – 61 с.

18 Тихонов, М. Н. Возобновляемая энергетика: необходимость и актуальность [Текст] / М. Н. Тихонов, Э. П. Петров, О. Э. Муратов // Экология промышленного производства : межотрасл. науч.-практ. журн. по отеч. и заруб. матер. – 2006. – № 1. – С. 56–62.

19 Федик, И. И. Двигательно-энергетическая установка на солнечных тепловых аккумуляторах [Текст] / И. И. Федик, Е. Б. Попов // Энергия: экономика, техника, экология. Ежемес. научно-попул. и общ.-полит. ил. журнал. – 2005. – № 6. – С. 29–34.

20 Шишкин, Н. Д. Малые энергоэкономичные комплексы с возобновляемыми источниками энергии [Текст] / Н. Д. Шишкин. – М. : Готика, 2000. – 236 с.

ДОДАТОК А
Завдання до виконання контрольної роботи

Таблиця А.1 – Завдання до виконання контрольної роботи

Варіант	Питання	Задачі
1	1, 26, 51, 76	1, 13, 26, 38
2	2, 27, 52, 77	2, 14, 27, 39
3	3, 28, 53, 78	3, 15, 28, 40
4	4, 29, 54, 79	4, 16, 29, 41
5	5, 30, 55, 80	5, 17, 30, 42
6	6, 31, 56, 81	6, 18, 31, 43
7	7, 32, 57, 82	7, 19, 32, 44
8	8, 33, 58, 83	8, 20, 33, 45
9	9, 34, 59, 84	9, 21, 34, 46
10	10, 35, 60, 85	10, 22, 35, 47
11	11, 36, 61, 86	11, 23, 36, 48
12	12, 37, 62, 87	12, 24, 37, 49
13	13, 38, 63, 88	13, 25, 38, 50
14	14, 39, 64, 89	14, 1, 39, 26
15	15, 40, 65, 90	15, 2, 40, 27
16	16, 41, 66, 91	16, 3, 41, 28
17	17, 42, 67, 92	17, 4, 42, 29
18	18, 43, 68, 93	18, 5, 43, 30
19	19, 44, 69, 94	19, 6, 44, 31
20	20, 45, 70, 95	20, 7, 45, 32
21	21, 46, 71, 96	21, 8, 46, 33
22	22, 47, 72, 97	22, 9, 47, 34
23	23, 48, 73, 98	23, 10, 48, 35
24	24, 49, 74, 99	24, 11, 49, 36
25	25, 50, 75, 100	25, 12, 50, 37

ДОДАТОК Б

Позначення і перевідні величини для розрахунків

Таблиця Б.1 – Префікси для утворення кратних і часткових одиниць

Префікси	Значення	Скорочене позначення
піко	10^{-12}	п
нано	10^{-9}	н
мікро	10^{-6}	мк
мілі	10^{-3}	м
санти	10^{-2}	с
деци	10^{-1}	д
дека	10	да
гекто	10^2	г
кіло	10^3	к
мега	10^6	М
гіга	10^9	Г
тера	10^{12}	Т

Таблиця Б.2 – Перерахунок одиниць енергії

Одиниці	Дж	кВт·год	кГм	ккал	еВ ¹
1 Дж	1	$2,78 \cdot 10^{-7}$	0,102	$2,39 \cdot 10^{-4}$	$6,24 \cdot 10^{18}$
1 кВт·год	$3,6 \cdot 10^6$	1	$3,67 \cdot 10^5$	860	$2,25 \cdot 10^{25}$
1 кГм	9,81	$2,72 \cdot 10^{-6}$	1	$2,34 \cdot 10^{-3}$	$6,12 \cdot 10^{19}$
1 ккал	$4,19 \cdot 10^3$	$1,16 \cdot 10^{-3}$	427	1	$2,61 \cdot 10^{22}$
1 еВ ¹	$1,6 \cdot 10^{-19}$	$4,45 \cdot 10^{-24}$	$1,63 \cdot 10^{-20}$	$3,83 \cdot 10^{-23}$	1

еВ¹ (електрон-вольт) – енергія, яка накопичується електроном при проходженні різниці потенціалів у 1 вольт

Таблиця Б.3 – Перерахунок одиниць потужності

Одиниці	Вт	кВт	кГм/с	л.с.	ккал/с
1 Вт	1	10^{-3}	0,102	$1,36 \cdot 10^{-3}$	$0,239 \cdot 10^{-3}$
1 кГм/с	9,81	$9,81 \cdot 10^{-3}$	1	$1,33 \cdot 10^{-2}$	$2,34 \cdot 10^{-3}$
1 л.с.	736	0,736	75	1	0,176
1 ккал/с	$4,19 \cdot 10^3$	4,19	427	5,69	1