

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О.Є. Мельник

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ
ДИСЦИПЛІНИ**

Основи кондиціювання повітря

Ступінь: бакалавр

Кривий Ріг
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Донецький національний університет економіки і
торгівлі імені Михайла Туган-Барановського

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

О. Є. Мельник

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Основи кондиціювання повітря

Ступінь: бакалавр

Затверджено на засіданні
кафедри загальноінженерних дисциплін
та обладнання
Протокол № 5
від «12» листопада 2020 р.

Рекомендовано навчально-
методичною радою ДонНУЕТ
Протокол № 4
від «17» грудня 2020 р.

Кривий Ріг
2020

УДК 621.56/59(072)

М 48

Мельник О.Є.

М 48 Основи кондиціювання повітря: метод. рекомендації до вивч. дисц. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, Каф. загальноінженерних дисциплін та обладнання; О.Є. Мельник. – Кривий Ріг: [ДонНУЕТ], 2020. – 48 с.

Методичні рекомендації розроблені для надання допомоги студентам у процесі вивчення дисципліни «Основи кондиціювання повітря». Методичні рекомендації містять перелік питань для підготовки до підсумкового контролю та перелік основної та додаткової літератури.

© Мельник О.Є., 2020

© Донецький національний
університет

економіки і торгівлі імені Михайла
Туган-Барановського, 2020

ЗМІСТ

ВСТУП	5
ЧАСТИНА 1. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОСНОВИ КОНДИЦІЮВАННЯ ПОВІТРЯ»	6
ЧАСТИНА 2. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ	11
Змістовий модуль 1. Процеси обробки вологого повітря в СКП.....	12
Змістовий модуль 2. Системи кондиціювання повітря.....	15
ЧАСТИНА 3. МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ	23
Змістовий модуль 1. Процеси обробки вологого повітря в СКП..	24
Змістовий модуль 2. Системи кондиціювання повітря.....	31

ВСТУП

Основною метою вивчення дисципліни є формування системи знань основних процесів та пристроїв кондиціювання повітря, практичних навичок у проектуванні та експлуатації комфортних і технологічних систем кондиціювання повітря.

Головне завдання навчальної дисципліни надати здобувачам вищої освіти фахові компетенції з основних розрахунків систем кондиціювання повітря та обладнання, формування знань нормативних документів з організації систем кондиціювання повітря та застосування цих знань при виконанні виробничих завдань.

Предмет: система кондиціювання повітря промислових підприємств.

ЧАСТИНА 1.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИВЧЕННЯ
ДИСЦИПЛІНИ

1. Опис дисципліни

Найменування показників	Характеристика дисципліни
Обов'язкова (для студентів спеціальності "назва спеціальності") / вибіркова дисципліна	Вибіркова дисципліна
Семестр (осінній / весняний)	осінній
Кількість кредитів	5
Загальна кількість годин	150
Кількість модулів	1
Лекції, годин	28
Практичні / семінарські, годин	28
Лабораторні, годин	-
Самостійна робота, годин	94
Тижневих годин для денної форми навчання:	-
аудиторних	4
самостійної роботи студента	6,7
Вид контролю	залік

2. Програма дисципліни

Ціль – формування системи знань основних процесів та пристроїв кондиціонування повітря, практичних навичок у проектуванні та експлуатації комфортних і технологічних систем кондиціонування повітря.

Завдання: надати здобувачам вищої освіти фахові компетенції з основних розрахунків систем кондиціонування повітря та обладнання, формування знань нормативних документів з організації систем кондиціонування повітря та застосування цих знань при виконанні виробничих завдань.

Предмет: система кондиціонування повітря промислових підприємств.

Зміст дисципліни розкривається в темах:

1. Загальні відомості та класифікація систем кондиціонування повітря.
2. Автономні та неавтономні системи кондиціонування повітря. Схеми СКП.
3. I-d – діаграма вологого повітря. Процеси обробки вологого повітря в СКП.
4. Конструкції і принцип дії центральних кондиціонерів.
5. Основні елементи СКП. Системи кондиціонування повітря з рециркуляцією.
6. Місцеві автономні СКП. Конструктивні особливості кондиціонерів.
7. Розрахунок теплових потоків у приміщеннях.
8. Ефективність роботи систем кондиціонування повітря. Джерела холоду СКП.
9. Вибір кондиціонерів. Експлуатація та режими роботи систем кондиціонування повітря.

3. Структура дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин (денна форма навчання)				
	усього	у тому числі			
		лекц.	пр./сем.	лаб.	СРС
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Процеси обробки вологого повітря в СКП					
Тема 1. Загальні відомості та класифікація систем кондиціонування повітря.	12	2	-	-	10
Тема 2. Автономні та неавтономні системи кондиціонування повітря. Схеми СКП.	18	4	4	-	10
Тема 3. I-d – діаграма вологого повітря. Процеси обробки вологого повітря в СКП.	18	4	4	-	10
Разом за змістовим модулем 1	48	10	8	-	30
Змістовий модуль 2. Системи кондиціонування повітря					
Тема 4. Конструкції і принцип дії центральних кондиціонерів.	20	4	4	-	12
Тема 5. Основні елементи СКП. Системи кондиціонування повітря з рециркуляцією.	16	2	4	-	10
Тема 6. Місцеві автономні СКП. Конструктивні особливості кондиціонерів.	18	4	4	-	10
Тема 7. Розрахунок теплових потоків у приміщеннях.	16	2	4	-	10
Тема 8. Ефективність роботи систем кондиціонування повітря. Джерела холоду СКП.	14	4	-	-	10
Тема 9. Вибір кондиціонерів. Експлуатація та режими роботи систем кондиціонування повітря.	18	2	4	-	12
Разом за змістовим модулем 2	102	18	20	-	64
Усього годин	150	28	28	-	94

4. Теми семінарських/практичних/лабораторних занять

№ з/п	Вид та тема практичного заняття	Кількість годин
1	Практична робота 1. Застосування адіабатного випаровування для обробки припливного повітря.	2
2	Практична робота 1. Застосування адіабатного випаровування для обробки припливного повітря.	2
3	Практична робота 2. Система підтримання мікроклімату з використанням центрального кондиціонера.	2
4	Практична робота 2. Система підтримання мікроклімату з використанням центрального кондиціонера.	2

5	Практична робота 2. Система підтримання мікроклімату з використанням центрального кондиціонера.	2
6	Практична робота 3. Розрахунок повітрообміну із застосуванням рециркуляції повітря.	2
7	Практична робота 3. Розрахунок повітрообміну із застосуванням рециркуляції повітря.	2
8	Практична робота 3. Розрахунок повітрообміну із застосуванням рециркуляції повітря.	2
9	Практична робота 4. Система підтримання мікроклімату з використанням чиллера та фанкойлів.	2
10	Практична робота 4. Система підтримання мікроклімату з використанням чиллера та фанкойлів.	2
11	Практична робота 5. Кондиціонування повітря в літній період з рециркуляцією і байпасом.	2
12	Практична робота 5. Кондиціонування повітря в літній період з рециркуляцією і байпасом.	2
13	Практична робота 6. Техніко–економічне порівняння варіантів обробки повітря.	2
14	Практична робота 6. Техніко–економічне порівняння варіантів обробки повітря.	2
Всього		28

5. Розподіл балів, які отримують студенти

Відповідно до системи оцінювання знань студентів ДонНУЕТ, рівень сформованості компетентностей студента оцінюються у випадку проведення заліку: впродовж семестру (100 балів).

Оцінювання студентів протягом семестру (очна форма навчання)

№ теми семінарського/практичного заняття	Аудиторна робота				Позааудиторна робота	Сума балів
	Тестові завдання	Ситуаційні завдання, задачі	Обговорення теоретичних питань теми	ПМК	Завдання для самостійного виконання	
Змістовий модуль 1						
Тема 1		2	2			4
Тема 1		3	2		3	8
Тема 2		2	2			4
Тема 2		2	2			4
Тема 2		2	2	7	4	15
Разом за змістовим модулем 1		11	10	7	7	35
Змістовий модуль 2						
Тема 3		3	2			5
Тема 3		3	2			5
Тема 3		3	2		4	9
Тема 4		3	2			5

Тема 4		3	2		3	8
Тема 5		3	2			5
Тема 5		3	2		3	8
Тема 6		3	2			5
Тема 6		3	2	7	3	15
Разом за змістовим модулем 2		27	18	7	13	65
Усього годин		38	28	14	20	100

**Оцінювання студентів протягом семестру
(заочна форма навчання)**

Поточне тестування та самостійна робота			Сума в балах
Змістовий модуль 1	Змістовий модуль 2	Індивідуальне завдання	
30	60	10	100

Загальне оцінювання результатів вивчення навчальної дисципліни

Оцінка		
100-бальна шкала	Шкала ECTS	Національна шкала
90-100	A	5, «відмінно»
80-89	B	4, «добре»
75-79	C	
70-74	D	3, «задовільно»
60-69	E	
35-59	FX	2, «незадовільно»
0-34	F	

ЧАСТИНА 2.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ПІДГОТОВКИ
ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1.

Процеси обробки вологого повітря в СКП.

Тема 1. Застосування адіабатного випаровування для обробки припливного повітря.

1. *Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:*
 1. Що означає термін «кондиціонування повітря»?
 2. В чому полягає різниця між установками кондиціонування повітря і опалювально-вентиляційними приладами?
 3. Назвіть процеси оброблення повітря під час його повного кондиціонування.
 4. Що розуміють під системою кондиціонування повітря (СКП)?
 5. Як класифікуються СКП за призначенням й режимом роботи?
 6. Як класифікуються СКП за продуктивністю й тиском повітря, що розвиває вентилятор у мережі повітроводів?
 7. У чому перевага підвищеного тиску повітря?
 8. Наведіть основні схеми руху повітря у СКП. Які відомі типи СКП за їх розміщенням щодо приміщення?
 9. У чому перевага схем СКП із рециркуляцією повітря?
 10. Як розрізняються СКП за їх постачанням теплотою й холодом і за їх продуктивністю?

2. *Індивідуальне тестування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування задач

Завдання. Визначити витрати повітря в системі адіабатного кондиціонування з підмішуванням зовнішнього повітря, якщо тепловиділення в приміщенні 18060кДж/год, вологовиділення 4,3кг/год; параметри зовнішнього повітря: $t_3=20^{\circ}\text{C}$; $\varphi_3=40\%$; параметри внутрішнього повітря: $t_b=26^{\circ}\text{C}$; $\varphi_b=60\%$.

Розв'язування:

1. Кутовий коефіцієнт, що характеризує зміну стану повітря в приміщенні, кДж/кг

$$\varepsilon = Q_T/W = 18,06/0,0043 = 4200$$

Побудову процесів на h-d діаграмі виконуємо точно за попередньо викладеною методикою (рис. 1). Вологовміст і ентальпія зовнішнього повітря в точці 3: $d_3 = 6,2$ г/кг; $h_3 = 36$ кДж/кг.

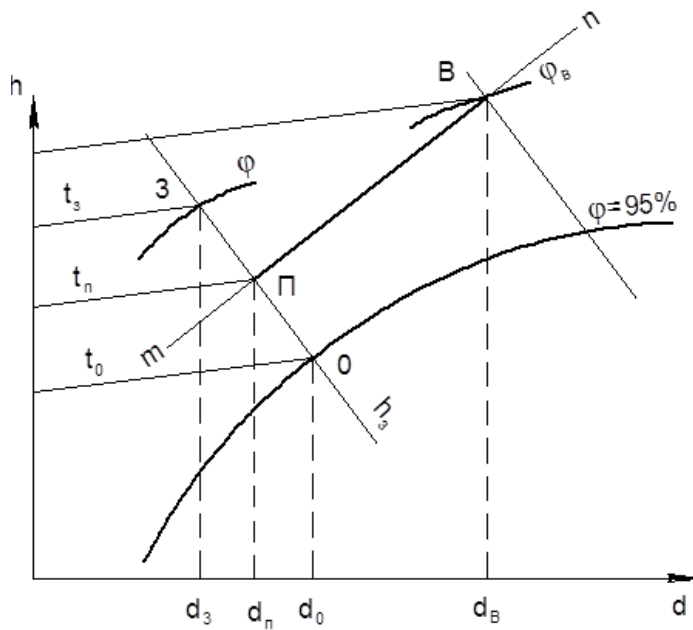


Рисунок 1.1 – Побудова адиабатного процесу обробки з частковим підмішуванням зовнішнього повітря

Вологовміст і ентальпія внутрішнього повітря в точці В: $d_B = 12,8$ г/кг; $h_B = 58$ кДж/кг.

Параметри припливного повітря в точці П: $t_n = 18^\circ\text{C}$; $\varphi_n = 60\%$; $d_n = 7,6$ г/кг; $h_n = h_3 = 36$ кДж/кг.

Параметри повітря після камери зрошення в точці О: $t_0 = 13^\circ\text{C}$; $d_0 = 9,2$ г/кг.

Загальна витрата припливного повітря, кг/год
 $L = 18060 / (58 - 36) = 821$.

або

$$L = 4,3 \cdot 103 / (12,8 - 7,6) = 826.$$

Беремо більшу витрату, тобто $L = 826$ кг/год.

Витрата байпасного повітря, кг/год

$$L_6 = [826(9,2 - 7,6)] / (9,2 - 6,2) = 440.$$

Витрата повітря в камері зрошення, кг/год

$$L_{зк} = L - L_6 = 826 - 440 = 386.$$

Кількість випару в зрошувальній камері, кг/год

$$W_{\text{вип}} = 386 \cdot (9,2 - 6,2) \cdot 10^{-3} = 1,158.$$

Тема 2. Система підтримання мікроклімату з використанням центрального кондиціонера.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Наведіть основні схеми оброблення повітря в центральних кондиціонерах КТЦ.
2. Як вибрати параметри зовнішнього повітря при розрахунках системи кондиціонування для теплого і холодного періодів року?
3. Які особливості оброблення повітря в схемах неповного кондиціонування?
4. Назвіть переваги схем з рециркуляцією у порівнянні з прямоточними.
5. Як обрати тип та кількість центральних кондиціонерів?
6. Надайте основні підходи до вибору повітрянагрівачів для центральних кондиціонерів.
7. Опишіть схеми системи кондиціонування повітря з центральним кондиціонером.
8. Надайте характеристику адіабатне зволоження повітря в теплий період року (неповне кондиціонування).
9. Схеми повного кондиціонування для теплого періоду року.
10. Які недоліки прямострумінних центральних кондиціонерів та як їх ліквідувати.

2. Індивідуальне тестування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Завдання. Для офісних приміщень, підібрати центральний кондиціонер з врахуванням того, що в калорифері першого підігріву різниця температур в холодний період року становить для умов м. Рівне 53°C (без утилізатора тепла при роботі кондиціонера в прямоточному режимі), різниця вологовмісту повітря до зволоження та після нього становить 8 г/кг , різниця температур для калорифера другого підігріву – 6°C (дані взяті з i-d діаграми). Виходячи з продуктивності за повітрям для обробки повітря офісу, можливо використати центральні кондиціонери KG 40 Standard та KG 40 Gigant фірми WOLF, CDC 21 фірми Wesper, Horizon1 фірми Wesper та NCT 2 фірми Aermec.

Розв'язування:

Оскільки конструкція більшості з перерахованих кондиціонерів не передбачає секцій утилізації тепла, то приймаємо до установки кондиціонер KG 40 Gigant фірми WOLF з роторним утилізатором тепла, поперечний переріз якого має розміри $710\times 710\text{ мм}$.

Довжина залежатиме від кількості встановлених секцій. Виходячи з потрібного режиму роботи кондиціонера до встановлення обираємо наступні технологічні секції: вентилятора припливного та витяжного повітря,

кишенькових фільтрів витяжного та припливного, роторного теплообмінника, камери зрошення, глушника шуму, охолоджувача. Довжина секцій становить: вентилятора – 710 мм, нагрівача – 380 мм, охолоджувача – 580 мм, камери зрошення 1000 мм, кишенькових фільтрів – 380 мм, роторного теплообмінника 710 мм (висота 1420 мм), камери перемішування – 540 мм.

При розташуванні припливної та витяжної частини вертикально одна над одною загальна довжина кондиціонера становитиме 4680 мм. Довжина верхньої частини становитиме 2590 мм.

З таблиці втрат тиску визначаємо загальні втрати тиску в ньому становитимуть близько 400 Па. Приймаємо вентилятор з загнутими назад лопатками, продуктивністю 2000 м³/год та тиском 1000 Па.

Потрібна потужність калорифера першого підігріву:

$$Q' = c \cdot L_p \cdot \rho \cdot (t_2 - t_1) / 3,6 = 1 \cdot 1920 \cdot 1,2 \cdot 53 / 3,6 = 33920 \text{ Вт.}$$

Кількість тепла витяжного повітря, яке використовується корисно при утилізації в роторному утилізаторі, становить 80%. Повітря, що видаляється з будівлі:

$$Q'' = c \cdot L_v \cdot \rho \cdot t_6 / 3,6 = 1 \cdot 1620 \cdot 1,2 \cdot 20 / 3,6 = 10800 \text{ Вт.}$$

Використовується корисно $Q''' = 10800 \cdot 0,8 = 8640 \text{ Вт.}$

Таким чином, потужність калорифера першого підігріву становитиме:

$$Q_I = Q' - Q''' = 33920 - 8640 = 25280 \text{ Вт} = 25,3 \text{ кВт.}$$

Приймаємо теплообмінник гарячої води з параметрами теплоносія в системі опалення – 90/70°C типу 1 з потужністю 26,6 кВт.

Потужність калорифера другого підігріву становитиме:

$$Q_{II} = c \cdot L_p \cdot \rho \cdot (t_4 - t_3) / 3,6 = 1 \cdot 1920 \cdot 1,2 \cdot 6 / 3,6 = 3840 \text{ Вт.}$$

Приймаємо до установки електричний калорифер потужністю 4 кВт.

Потрібна витрата води на зволоження повітря у камері зрошення становитиме:

$$W = L_p \cdot \rho \cdot \Delta d = 1920 \cdot 1,2 \cdot 8 = 18432 \text{ г/год} = 18,5 \text{ л/год.}$$

Встановлюємо секцію зволоження з насосним блоком.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Системи кондиціонування повітря.

Тема 3. Розрахунок повітрообміну із застосуванням рециркуляції повітря.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. З якою метою влітку використовують калорифери другого підігріву?
2. Опишіть принцип роботи сепаратора (краплевідділювача) і наведіть його основні характеристики.
3. Які основні сили взаємодії частки пилу з поверхнею фільтра визначають ефективність процесу фільтрації. Наведіть основні характеристики ефективності роботи фільтрів.
4. Опишіть конструкцію тканинних фільтрів і принцип їх роботи.
5. Наведіть конструктивні особливості й принцип роботи масляних фільтрів.

6. Опишіть принцип дії й конструкцію електрофільтрів.
7. Наведіть методику розрахунку камер зрошення.
8. Навіщо застосовуються сіткові насадки в камерах зрошення? Опишіть конструкції такої камери й принцип роботи.
9. Опишіть конструктивні особливості калориферів СКП. Які види калориферів застосовують у СКП?
10. З якою метою використовуються калорифери з обвідним повітряним клапаном? гайок.

2. *Індивідуальне тестування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування задач

Завдання. Розрахувати зимовий процес кондиціонування з частковою рециркуляцією внутрішнього повітря до калорифера І підігріву за даними: нормативна витрата повітря $L_n=10000$ кг/год.; загальна витрата вентиляційного повітря $L=20820$ кг/год.; тепловиділення в приміщенні 117236 кДж/год.; вологовиділення 88 кг/год.; параметри зовнішнього повітря: $t_3=15^\circ\text{C}$; $\varphi_3=75\%$; параметри внутрішнього повітря: $t_b=18^\circ\text{C}$; $\varphi_b=50\%$.

Розв'язування:

Кутовий коефіцієнт променя в приміщенні

$$\varepsilon = Q_T/W = 117236/28 = 117,236/0,028 = 4187.$$

Визначаємо на h - d діаграмі положення точок В і З та визначаємо параметри в цих точках:

точка В: $t_b = 18^\circ\text{C}$; $\varphi_b = 50\%$; $d_b = 6,55$ г/кг; $h_b = 34$ кДж/кг;

точка З: $t_3 = -15^\circ\text{C}$; $\varphi_{3_b} = 75\%$; $d_3 = 0,8$ г/кг; $h_3 = -13$ кДж/кг.

Асимілювальна здатність повітря з вологи г/кг

$$\Delta d = 28 \cdot 10^3 / 20820 = 1,35.$$

Вологовміст припливного повітря, г/кг

$$d_n = 6,55 - 1,35 = 5,2.$$

Точку П визначаємо на перетині лінії $d_n = \text{const}$ з променем процесу в приміщенні.

Параметри в точці П: $t_n = 16^\circ\text{C}$; $\varphi_n = 46\%$; $d_n = 5,2$ г/кг; $h_n = 29$ кДж/кг.

Параметри в точці О: $t_o = 5^\circ\text{C}$; $\varphi_o = 95\%$; $d_o = d_n = 5,2$ г/кг; $h_o = 18$ кДж/кг. З'єднуємо прямою точки В і З.

Вологовміст в точці С на прямій В-З, г/кг

$$d_c = (6,55 - 10000) / 20820 (6,55 - 0,8) = 3,8.$$

Інші параметри в точці С: $t_c = 2^\circ\text{C}$; $\varphi_c = 85\%$; $h_c = 11$ кДж/кг.

Точку К визначаємо на перетині лінії $d_c = \text{const}$ з ізоентальпою $h_o = \text{const}$.

Параметри в точці К: $t_k = 9^\circ\text{C}$; $\varphi_k = 53\%$; $h_k = 18$ кДж/кг.

Теплова потужність калорифера I підігріву, кВт

$$Q_I = 20820/3600(18 - 11) = 40,5.$$

Теплова потужність калорифера II підігріву, кВт

$$Q_{II} = 20820/3600(29 - 18) = 63,6.$$

Витрата випареної вологи, кг/год

$$W = 20820 \cdot 10^{-3}(5,2 - 3,8) = 29,15.$$

Тема 4. Система підтримання мікроклімату з використанням чиллера та фанкойлів.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Назвіть основні елементи автономних кондиціонерів і призначення кожного з них.
2. Які недоліки мають моноблочні віконні та підлогові автономні кондиціонери?
3. Чим відрізняється спліт-система від моноблочних автономних кондиціонерів?
4. Де можуть бути встановлені внутрішні та зовнішні блоки автономних спліт-систем?
5. Охарактеризуйте особливості роботи місцевих каналних кондиціонерів.
6. Як працюють неавтономні системи кондиціонування повітря?
7. Наведіть основні підходи до вибору зовнішніх та внутрішніх блоків в місцевих системах кондиціонування для прямоточних і рециркуляційних систем.
8. Назвіть особливості роботи місцево-центральної систем кондиціонування з утилізацією теплоти вентиляційних викидів.
9. Опишіть пристрій і принцип роботи автономного кондиціонера.
10. За рахунок чого можливо використати автономний кондиціонер для охолодження приміщення в літній період і його опалення – в зимовий.

2. Індивідуальне тестування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Завдання. Для офісних приміщень, надходження тепла в які наведено в табл. 4, підібрати систему обробки повітря з чиллерами–фанкойлами. Виходячи з кількості надлишкового тепла для кожного приміщення, підбираємо фанкойли типу Laser фірми YORK. На загальну продуктивність за холодом підбираємо холодильну машину – чиллер. Результати заносимо в таблицю.

Таблиця 4.1 – Підбір фанкойлів для офісних приміщень

№ пр	Надлишки тепла Q, Вт	Вибраний фанкойл	Потужність за холодом, Вт	Електрична потужність, Вт
1	5300	YLV-224	6,3	147
2	4950	YLV-222	4,92	148
3	6180	YLV-224	6,3	147
4	6180	YLV-224	6,3	147
5	7980	YLV-228	9,5	211
			34,22	800

Розв'язування:

Для забезпечення роботи фанкойлів підбираємо чиллер YCSA 36 TR холодопродуктивністю 35,7 кВт з гідромодулем. Потужність компресора 13,94 кВт, номінальна витрата води 5140 л/год, установка з двома вентиляторами потужністю 660 Вт кожен, з насосом потужністю 700 Вт, максимальною загальною електричною потужністю установки 16,1 кВт. Свіже повітря в офісні приміщення надходить через систему припливної вентиляції, обладнану припливно-витяжною установкою GOLD-21, загальний вигляд якої наведено на рис. 4, а номограма для її підбору – на рис. 5.

Рисунок 4. – Загальний вигляд і влаштування установки GOLD

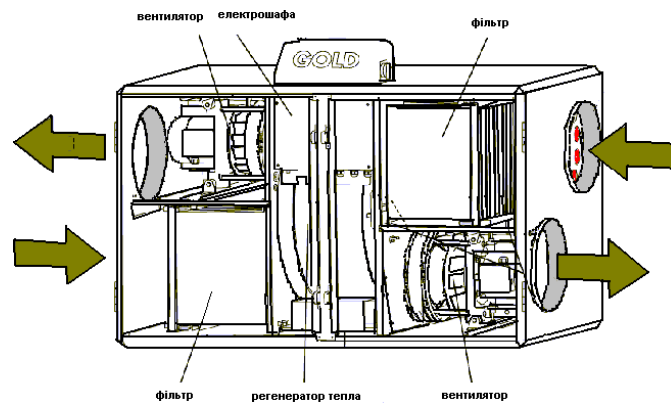
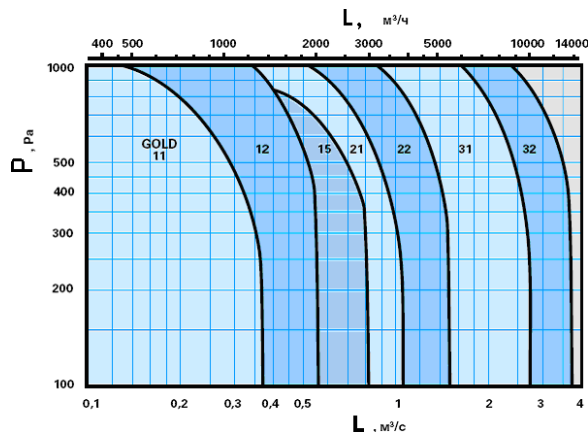


Рисунок 5. – Номограма для підбору установки GOLD



Тема 5. Кондиціонування повітря в літній період з рециркуляцією і байпасом.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. За якими параметрами класифікуються системи кондиціонування повітря?
2. Як працює центральна однозональна система кондиціонування повітря у зимовий та літній періоди року?
3. Як використовують рециркуляцію в системах кондиціонування?
4. Принцип дії центральних багатозональних систем кондиціонування повітря?
5. Яким чином відбувається тепло- та холодопостачання в системах кондиціонування?
6. У чому полягає доцільність використання місцевих систем кондиціонування?
7. З яких блоків складається та як працює автономний кондиціонер?
8. Які використовуються сучасні типи кондиціонерів?
9. Переваги мультиспліт-систем, мультизональних систем.
10. Багатозональні системи кондиціонування з витратою холодоагенту, що змінюється (VRV, VRF).

2. Індивідуальне тестування.

3. Практичні завдання.

Приклад розв'язування задач

Завдання. Визначити витрати потоків повітря в схемі кондиціонування з рециркуляцією і байпасом, якщо відомо: тепловиділення в приміщенні від устаткування $Q_{\text{ТУ}} = 201960$ кДж/год., вологовиділення від людей 24 кг/год.; ентальпія волого виділення $h_{\text{вол}} = 2547$ кДж/кг; параметри зовнішнього повітря: $t_3 = 25^\circ\text{C}$; $\phi_3 = 60\%$; параметри внутрішнього повітря: $t_{\text{в}} = 20^\circ\text{C}$; $\phi_{\text{в}} = 35\%$, об'єм приміщення $V = 6000$ м³.

Розв'язування:

Тепловиділення в приміщенні від людей, кДж/год

$$Q_{\text{ТЛ}} = W_{\text{л}} \cdot h_{\text{вол}} = 24 \cdot 2547 = 61128.$$

Величина кутового коефіцієнта променя процесу обробки повітря в приміщенні

$$\begin{aligned} \varepsilon_{\text{п}} &= (Q_{\text{ТУ}} + Q_{\text{ТЛ}})/W = (201960 + 61128)/24 = 263088/24 = \\ &= 263,088/0,024 = 1896,1. \end{aligned}$$

Побудову процесу кондиціонування на h-d діаграмі виконуємо згідно з викладеною методикою на лекції.

Підвищення температури припливного повітря в припливному каналі та вентиляторі беремо $1,5^\circ\text{C}$, а рециркуляційного і байпасного – 1°C . Температуру припливного повітря беремо на 5°C нижчою, ніж температура в

приміщенні. Визначаємо параметри в характерних точках на h-d діаграмі:

точка В: $d_B = 8$ г/кг; $h_B = 40,6$ кДж/кг;

точка З: $d_3 = 12$ г/кг; $h_3 = 57$ кДж/кг;

точка В': $t'_B = 21^\circ\text{C}$; $\varphi'_B = 51\%$; $d'_B = 8$ г/кг; $h'_B = 41,7$ кДж/кг;

точка П: $t_n = 15^\circ\text{C}$; $\varphi_n = 70\%$; $d_n = 7,6$ г/кг; $h_n = 34$ кДж/кг;

точка П': $t'_n = 13,5^\circ\text{C}$; $\varphi'_n = 77\%$; $d'_n = 7,6$ г/кг; $h'_n = 32$ кДж/кг;

точка О: $t_o = 10^\circ\text{C}$; $\varphi_o = 95\%$; $d_o = 7,4$ г/кг; $h_o = 28,5$ кДж/кг.

Загальна витрата вентиляційного повітря, кг/год

$$L = W \cdot 10^3 / (d_B - d_n) = 24 \cdot 10^3 / (8 - 7,6) = 48000.$$

Кратність повітрообміну

$$n = L / (V \cdot \rho) = 48000 / (6000 \cdot 1,2) = 6,7,$$

де ρ – густина повітря.

Витрата байпасного повітря за (2.14), кг/год

$$L_6 = 48000(32 - 28,5) / (41,7 - 28,5) = 12727.$$

Витрата повітря в зрошувальній камері, кг/год

$$L_{3K} = L - L_6 = 48000 - 12727 = 35273.$$

Витрата зовнішнього повітря за нормами 20 м³/год на одну людину, кг/год

$$L_H = V \cdot \rho \cdot 20 = 6000 \cdot 1,2 \cdot 20 = 14450.$$

Витрата рециркуляційного повітря, кг/год

$$L_p = L_{3K} - L_H = 35273 - 14450 = 20823.$$

Вологовміст в точці С за (2.16), г/кг

$$d_c = 8 + 14550 / 35273(12 - 8) = 9,6.$$

Інші параметри в точці С: $t_c = 23^\circ\text{C}$; $\varphi_c = 56\%$; $h_c = 48$ кДж/кг.

Температура води в зрошувальній камері $t_A = 8,5^\circ\text{C}$.

Охолодна потужність камери зрошення, кВт

$$Q_{ох} = L_{3K} / (h_c - h_o) = 35273 / 3600(48 - 28,5) = 191.$$

Тема 6. Техніко–економічне порівняння варіантів обробки повітря.

1. Обговорення основних положень теми та питань самостійного вивчення:

1. Які основні вихідні дані потрібні для розроблення проекту систем кондиціонування повітря виробничих приміщень і для технологічного процесу?

2. Основні етапи проектування систем кондиціонування повітря.

3. Перелічіть послідовно необхідні операції під час пуску центрального кондиціонера.

4. Які основні неполадки можуть виникнути в процесі роботи кондиціонера?

5. Як забезпечується підтримання основних параметрів системи кондиціонування повітря в процесі його експлуатації?

6. Яка необхідна документація щодо введення системи в експлуатацію, особливо, результати вимірювання потоків повітря в окремих зонах системи.

7. Назвіть експлуатаційні правила виробників компонентів, які

використовуються у системі кондиціонування повітря.

8. Журнал експлуатації системи кондиціонування повітря та інша документація з експлуатації.

9. Поясніть, навіщо необхідно визначення різниці в температурі між входом та виходом холодильних агрегатів.

10. Яким чином перевіряють функціональність системи кондиціонування повітря.

11. Що мається на увазі під сервісним (технічним) обслуговуванням кондиціонера?

12. Скільки часу потрібно кондиціонеру для виходу на стабільний режим роботи?

2. *Індивідуальне тестування.*

3. *Практичні завдання.*

Приклад розв'язування задач

Завдання. Здійснити техніко–економічне порівняння варіантів обробки повітря офісних приміщень, які наведені у попередніх прикладах. Розрахунок вартості обладнання наведено у табл. 6.

Таблиця 6. – Вартість основного обладнання у пропонуваніх варіантах кондиціонування

Обладнання	Вартість одиниці, тис.грн	К-сть	Загальна вартість, тис.грн
1 варіант			
Центральний кондиціонер WOLF KG Gigant 63	32700	1	32700
Чиллер	48675	1	48675
Разом			81375
2 варіант			
Чиллер	131620	1	131620
Фонкойли		5	20730
Установка GOLD – 21	90350	1	90350
Разом			242700
3 варіант			
Установка GOLD – 21	90350	1	90350
Кондиціонери спліт систем		5	45200
Разом			135550

При середній нормі амортизації 15% розмір амортизаційних відрахувань за варіантами становитиме:

$$A_1 = 12206 \text{ грн / рік}; A_2 = 36405 \text{ грн / рік}; A_3 = 20332 \text{ грн / рік}.$$

Чисельність обслуговуючого персоналу в трьох варіантах є однаковою, тому в порівнянні варіантів не визначається.

Витрати на поточний ремонт приймаємо в розмірі 1% від вартості

обладнання, що становитиме:

$$C_{1пр} = 8138 \text{ грн/ рік}; C_{2пр} = 24270 \text{ грн/ рік}; C_{3пр} = 13555 \text{ грн/ рік}.$$

Витрати на теплову енергію враховуються лише в першому варіанті, оскільки для калорифера першого підігріву використовується теплоносії – гаряча вода.

При середній температурі за холодний період року 0°C для м. Рівного та тривалості роботи калорифера 1100 годин в рік кількість тепла складе:

$$Q = (L \cdot c \cdot \rho \cdot \Delta t / 3,6 - Q_{ym}) = (1920 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 20 / 3,6 - 8640) \cdot 1100 / 1000 = 457,6 \text{ кВт год} = 0,39 \text{ Гкал}$$

При вартості 1 Гкал в м. Рівне 203,5 грн. вартість теплової енергії становитиме 80 грн/рік. Розрахунок споживання та вартості електроенергії наведено в табл. 7.

Таблиця 7. – Споживання та вартість електронергії

Вид обладнання	К-сть	Потужність, кВт	Тривалість роботи, год	Витрати електроенергії	Вартість грн./рік
1 варіант					
Електрокалорифер	1	4	2000	8000	2240
Насос ФКЗ	1	0.6	2000	1200	336
Вентилятор	2	6	2000	12000	3360
Двигун утилізат.	1	0.5	1100	550	154
Чиллер	1	12	500	6000	1680
				Всього	7770
2 варіант					
Установка GOLD:					
вентилятор	2	6	2000	12000	3360
калорифер	1	15	1100	16500	4620
Чилер	1	16,1	500	8050	2254
Фанкойл	5	0,8	500	400	112
				Всього	10346
3 варіант					
Установка GOLD:					
вентилятор	2	6	2000	12000	3360
калорифер	1	15	1100	16500	4620
автон.кондиціонер	5		500	7100	1988
				Всього	9968

Таким чином річні експлуатаційні витрати за варіантами становитимуть:

$$C_1 = 12206 + 8138 + 80 + 7770 = 28194 \text{ грн / рік}$$

$$C_2 = 36405 + 24270 + 10346 = 71021 \text{ грн / рік}$$

$$C_3 = 20332 + 13555 + 9968 = 43855 \text{ грн / рік}$$

Пряме співставлення показує, що найменші капітальні вкладення і річні експлуатаційні витрати для варіанту з використанням центрального кондиціонування.

ЧАСТИНА 3.
МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ
РОБОТИ СТУДЕНТІВ

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Процеси обробки вологого повітря в СКП

Тема 1. Загальні відомості та класифікація систем кондиціонування повітря.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Для яких цілей у СКП застосовують етилгліколь

- A. в якості холодоагенту
- B. в якості антикорозійної добавки до холодоносія
- C. в якості добавки, що знижує температуру замерзання холодоносія
- D. в якості проміжного теплоносія

Яку СКП відносять до системи низького тиску

- A. до 1 кПа
- B. до 3 кПа
- C. до 100 кПа
- D. всі відповіді вірні

При якій швидкості в припливних повітропроводах СКП відносять до низькошвидкісних

- A. до 3 м/с
- B. до 8 м/с
- C. до 10 м/с
- D. всі відповіді вірні

Що називають при кондиціюванні повітря робочою різницею температур

- A. різниця температур повітря обслуговуваної зони - t_v і припливу - t_n
- B. різниця температур повітря, що йде, - t_y і припливу - t_n
- C. різниця температур зовнішнього повітря - t_n і припливу - t_n
- D. різниця температур зовнішнього повітря - t_n і точки роси - t_p

При якій швидкості в припливних повітропроводах СКП відносять до високошвидкісних

- A. більше 3 м/с
- B. більше 8 м/с

- C. більше 10 м/с
- D. всі відповіді вірні

Яку СКП відносять до системи середнього тиску

- A. 1...3 атм
- B. 1...3 кПа
- C. 1...5 Па
- D. всі відповіді вірні

Яку СКП відносять до системи високого тиску

- A. понад 3 атм.
- B. понад 3 кПа
- C. понад 1000 Па
- D. всі відповіді вірні

Принципова відмінність кондиціонування повітря від вентиляції повітря

- A. СКП створює допустимі метеорологічні умови
- B. СКП створює оптимальні метеорологічні умови
- C. СКП відрізняється схемою розподілу повітря
- D. СКП працює цілорічно

Для яких цілей у СКП може застосовуватися водний розчин CaCl_2

- A. в якості холодоносія
- B. в якості холодоагенту
- C. в якості проміжного теплоносія
- D. для очищення труб від корозії

Що розуміють під шкідливістю у СКП

- A. зміст в повітрі аерозолів
- B. цей термін не застосовується
- C. зміст в повітрі газів, надмірної теплоти, водяної пари
- D. радіоактивне випромінювання

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Визначити необхідний повітрообмін у приміщенні, якщо загальна кількість оксиду вуглецю, що надходить до нього, $C=18$ г/год. Вміст оксиду вуглецю у припливному повітрі і гранично допустима концентрація цього газу відповідно дорівнюють 2 мг/м^3 і 20 мг/м^3 .

Задача 2. Обчислити витрати повітря для видалення надлишкової теплоти з приміщення, якщо сума надходжень теплоти у приміщення становить 500 Вт, а втрати теплоти через огороження дорівнюють 400 Вт. Температура повітря, що видаляється, і припливного повітря дорівнює відповідно $t_{\text{вид}}=20^\circ\text{C}$, $t_{\text{пр}}=16^\circ\text{C}$. Питому теплоємність і густину повітря

прийняти відповідно $1005 \text{ Дж/кг } ^\circ\text{C}$ та $1,2 \text{ кг/м}^3$.

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.
2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.
4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 128 с.

Тема 2. Автономні та неавтономні системи кондиціонування повітря. Схеми СКП.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

Чому дорівнює максимальна продуктивність автономних кондиціонерів, що випускаються нині

- A. до $80 \cdot 10^3 \text{ м}^3/\text{год}$
- B. до 250 тис. $\text{м}^3/\text{год}$
- C. до $20\,000 \text{ м}^3/\text{год}$
- D. немає вірної відповіді

Які характеристики СКП з приведених є безрозмірними величинами: коефіцієнт зрошування; коефіцієнт ефективності; кутовий коефіцієнт променя процесу

- A. коефіцієнт ефективності
- B. коефіцієнт зрошування і коефіцієнт ефективності
- C. коефіцієнт ефективності і кутовий коефіцієнт променя процесу
- D. усі приведені коефіцієнти

Для яких цілей у СКП може застосовуватися басейн бризкання

- A. для оборотного водопостачання
- B. як заміна холодильної машини
- C. для зниження витрати холоду у СКП
- D. для поліпшення архітектурно-планувального рішення СКП

Який утилізатор називають ентальпійним

- A. немає таких теплоутилізаторов
- B. теплоутилізатор з гігроскопічною поверхнею
- C. теплоутилізатор з проміжним теплоносієм
- D. немає вірної відповіді

Для чого служить терморегулюючий вентиль

- A. для регулювання витрати теплоносія на подаючій магістралі
- B. для регулювання температури води в градирні
- C. для створення гідравлічного опору в контурі холодоагенту холодильної машини
- D. для забезпечення постійної температури кипіння холодоагенту

У яких випадках в якості проміжного теплоносія в теплоутилізаторах застосовують воду

- A. воду взагалі не застосовують
- B. при температурі теплоносія вище 4°C
- C. при температурі теплоносія вище 7°C
- D. при температурі теплоносія вище 100°C

Для чого застосовують оборотне водопостачання у СКП

- A. для зниження водоспоживання конденсатором холодильної машини
- B. для зниження водоспоживання випарником холодильної машини
- C. для зниження водоспоживання камерою форсунки
- D. немає вірної відповіді

Що означає термін "непряме" охолодження повітря

- A. охолодження повітря в контактному апараті
- B. охолодження повітря в повітропроводах
- C. охолодження повітря в поверхневому теплообміннику
- D. охолодження повітря в градирні

Чому дорівнює максимальна температура конденсації пари фреону в конденсаторі

- A. не вище 36°C
- B. не вище 22°C
- C. не нормується
- D. всі відповіді вірні

Який теплообмінник холодильної машини може мати внутрішнє обрешітання труб

- A. випарник
- B. конденсатор

- C. немає такого теплообмінника
- D. всі відповіді вірні

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Визначити температуру нагріву повітря в калорифері з тепловою продуктивністю Q (табл. 2), якщо температура зовнішнього повітря 14°C , а відносна вологість 60% . Вважати, що нагрів здійснюється при постійній відносній вологості.

Таблиця 2. - Теплова продуктивність калорифера Q

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Q , кВт	1,5	1,7	2,0	2,2	2,5	2,7	3,0	3,2	3,4	3,6

Задача 2. Визначити витрати теплоти, яку необхідно відвести в системі кондиціонування повітря від зовнішнього повітря з температурою 30°C при відносній вологості 50% . Витрати повітря становлять $0,2$ кг/с.

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.

2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.

3. Жихарєва Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарєва. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.

4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 128 с.

Тема 3. I–d – діаграма вологого повітря. Процеси обробки вологого повітря в СКП.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Що характеризує вологовміщення вологого повітря

A. міст вологи в 1 м^3 повітря

B. зміст вологи в повітрі в стані насичення

C. зміст водяної пари, що доводиться на 1 кг сухого повітря

D. зміст водяної пари в повітрі до їх максимально можливого змісту.

При яких поєднаннях параметрів вологого повітря двох характеристик недостатньо для визначення його стану на I-d-діаграмі

- A. t_m, t_p
- B. P, t_m
- C. P, d
- D. P, I

Що характеризує відносна вологість повітря

- A. %-ве відношення водяної пари за об'ємом до об'єму повітря
- B. %-ве відношення тиску пари до тиску повітря
- C. %-ве відношення парціального тиску водяної пари до тиску водяної пари в стані насичення
- D. всі відповіді вірні

Як здійснити ізотермічний процес зволоження повітря

- A. шляхом подання гарячої води в зрошувальну камеру
- B. шляхом обробки повітря розсолем
- C. процес практично неможливо виконати
- D. всі відповіді вірні

Для яких цілей у СКП може застосовуватися градирня

- A. для охолодження повітря перед поданням в допоміжні приміщення
- B. для охолодження води перед поданням в конденсатор
- C. для очищення повітря від пилу
- D. всі відповіді вірні

Чи враховують нагрів припливного повітря в повітропроводах при побудові процесів СКП на I-d-діаграмі

- A. враховують тільки для перехідного періоду року
- B. враховують тільки для теплого періоду року
- C. враховують тільки для холодного періоду року
- D. враховують для усіх періодів року

Поняття максимальної вологості

- A. пружність водяної пари, що насичує повітря
- B. пружність водяної пари, що насичує повітря при 0°C
- C. кількість грамів водяної пари, необхідна для насичення 1 м^3 повітря при цій температурі
- D. кількість грамів водяної пари, необхідна для насичення 1 м^3 повітря при 0°C сума відносної і абсолютною вологості

Види вологості

- A. абсолютна вологість
- B. максимальна вологість
- C. відносна вологість
- D. дефіцит насичення

Прилади для визначення вологості

- A. гігрометри
- B. гігрографи
- C. психрометри
- D. анемометри

Як визначається продуктивність СКП для холодного періоду року

- A. приймається по теплому періоду року
- B. шляхом розрахунку з урахуванням параметрів холодного періоду
- C. у холодний період СКП не працює, тому розрахунок не роблять
- D. немає вірної відповіді

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Визначити відносну вологість повітря у приміщенні, якщо до зовнішнього (припливного) повітря з параметрами $t_{\text{пр}}=0^{\circ}\text{C}$, $\varphi_{\text{пр}}=70\%$ при підведенні 4кВт теплоти його температура збільшується до 19°C .

Задача 2. За допомогою I-d діаграми визначити відносну вологість повітря, що має температуру, значення якої наведено в табл. 3.1. Температура мокрого термометра дорівнює t_m (табл. 3.2).

Таблиця 3.1 - Температура вологого повітря t

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t, ^{\circ}\text{C}$	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26

Таблиця 3.2 - Температура мокрого термометра t_m

Варіант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
$t_m, ^{\circ}\text{C}$	15	15	15	18	18	18	19	19	20	20

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.
2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.
4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 128 с.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Системи кондиціонування повітря.

Тема 4. Конструкції і принцип дії центральних кондиціонерів.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Яка система теплохолодопостачання кондиціонерів-доводчиків забезпечує надійну підтримку необхідних параметрів повітря

- A. однокотрубна
- B. двокотрубна
- C. трокотрубна
- D. чотирьокотрубна

Основна конструктивна відмінність спліт-систем від інших кондиціонерів

- A. конструкція монтується за фальшстеля
- B. наявність зовнішнього і внутрішнього блоку
- C. наявність двох компресорів
- D. відсутність вентилятора

Що означає термін "рядність" теплообмінника

- A. номер теплообмінника по ходу руху повітря
- B. кількість труб по товщині теплообмінника
- C. кількість обребреної поверхні
- D. термін не застосовується

Який теплообмінник холодильної машини може мати внутрішнє обребрення труб

- A. випарник.
- B. конденсатор
- C. немає такого теплообмінника
- D. всі вірні відповіді

Який теплоутилізатор (відносять) називають рекуперативним

- A. теплообмінник, в якому теплообмін між потоками відбувається через стінки
- B. теплообмінник, в якому поверхня теплообміну поперемінно контактує з охолоджуваною і такою, що нагрівається середовищами

- C. теплоутилізатор із зовнішнім обрешенням
- D. всі відповіді вірні

Для чого визначають ентальпійний показник при розрахунку камери форсунки

- A. для визначення витрати води
- B. для визначення тиску води перед форсунками
- C. для визначення температури води на вході в камеру
- D. для визначення вологості повітря на виході з камери

Де розташовується конденсатор за наявності зовнішнього і внутрішнього блоків кондиціонера

- A. у внутрішньому блоці
- B. у зовнішньому блоці
- C. конденсатор не потрібний
- D. немає вірної відповіді

Що називають тепловим насосом

- A. насос для подання теплоносія
- B. холодильна машина, в якій теплота охолодження конденсатора використовується для теплопостачання
- C. компресор холодильної машини
- D. всі відповіді вірні

Місце установки датчика при регулюванні відносної вологості внутрішнього повітря по методу "точки роси"

- A. датчик температури, встановлений в піддоні камери форсунки
- B. датчик температури, встановлений на виході камери форсунки
- C. датчик вологості, встановлений в приміщенні
- D. немає вірної відповіді

Вкажіть на основний недолік спліт-систем

- A. неможливість подання в приміщення необхідної кількості свіжого повітря
- B. неможливість нагріву внутрішнього повітря
- C. невелика продуктивність
- D. погіршують архітектуру будівлі

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Визначити витрати теплоти, яку необхідно відвести від повітря з параметрами $t=29^{\circ}\text{C}$, 60%, щоб охолодити його до стану, який характеризується такими параметрами: температура дорівнює температурі точки роси, відносна вологість 80%. Витрати повітря становлять 0,4 кг/с.

Задача 2. Початковий стан повітря характеризується такими параметрами: температура 25°C , відносна вологість 60%. Повітря охолоджують до 19°C . Встановити, чи можливе при цьому випадіння роси.

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.

2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.

3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.

4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 128 с.

Тема 5. Основні елементи СКП. Системи кондиціонування повітря з рециркуляцією.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Як визначаються параметри змішаного повітря в схемі СКП для холодного періоду з першою рециркуляцією

А. перетином променя процесу і I_c

В. перетином ліній I_o і d_H

С. перетином променя процесу і d_c

Д. перетином I_o і d_c

Кількість теплоти, яка потрібна для перетворення 1 кг рідини в пару, називається

А. питомою теплотою кипіння

В. питомою теплотою пароутворення

С. питомою ентальпією

Д. питомою ентропією

Величину, яка показує, скільки теплоти відбирається від холодного тіла в зворотному циклі на одиницю затраченої роботи, називають

А. холодильним к.к.д.

- В. ефективним к.к.д.
- С. термічним к.к.д.
- Д. номінальним к.к.д.

Кипить при мінусовій температурі

- А. вода
- В. фреон
- С. бензин
- Д. дизельне паливо

У парокомпресійній холодильній машині дроселювання холодоагенту здійснюється з метою

- А. зниження тиску
- В. підвищення температури
- С. підвищення температури і тиску
- Д. підвищення тиску

Чим керуються, що при кондиціонуванні повітря в холодний період з 1-ою рециркуляцією змішення зовнішнього повітря, що йде, часто роблять після повітрянагрівача

- А. для зниження витрати тепла
- В. для відвертання виділення вологи
- С. для зменшення поверхні повітрянагрівача
- Д. немає вірної відповіді

При якому співвідношенні зовнішнього повітря G_n і припливного повітря G_p можлива схема СКП з рециркуляцією повітря

- А. при будь-якому співвідношенні
- В. якщо $G_n \geq 0,1 G_p$
- С. якщо $G_n < G_p$
- Д. якщо $G_n > G_p$

Для чого застосовується рециркуляція повітря у СКП

- А. з метою збільшення кратності
- В. з метою економії витрати води.
- С. з метою економії витрати теплоти і холоду
- Д. немає вірної відповіді

Як здійснити нагрівання повітря без зміни його вологовмістом

- А. процес практично не здійснити
- В. при застосуванні камери форсунки
- С. за допомогою поверхневих повітрянагрівачів
- Д. при застосуванні апаратів із зрошуваною насадкою

При якому співвідношенні ентальпії зовнішнього повітря I_n і ентальпії внутрішнього (що йде) повітря I_y в теплому періоді рециркуляція доцільна

A. $I_y > I_n$

B. $I_y < I_n$

C. $I_y = I_n$

D. при будь-яких співвідношеннях I_y і I_n , якщо немає токсичних речовин в приміщенні

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Визначити, чи можливе видалення повітря з приміщення за допомогою системи природної витяжної вентиляції для поданих у табл. 5. вихідних даних. Коефіцієнт гідравлічного тертя прийняти рівним 0,03, довжину повітропроводу –17 м. У разі неможливості забезпечення природної вентиляції при заданих умовах запропонувати заходи для її організації.

Таблиця 5 - Вихідні данні

Параметр	Варіант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура зовнішнього повітря, °С	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
Температура внутрішнього повітря, °С	21	21	20	20	20	19	19	19	18	18
Різниця висот оголовка витяжної шахти й осі витяжної решітки, м	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
Діаметр повітропроводу, мм	200	200	200	170	170	170	150	150	150	150
Сума коефіцієнтів місцевих опорів	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95	1,0	1,05	1,1	1,2
Витрати повітря, м ³ /год	90	95	100	105	110	120	130	140	150	160

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.

2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.

3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.

4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХП», 2009. - 128 с.

Тема 6. Місцеві автономні СКП. Конструктивні особливості кондиціонерів.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

1. Призначення осьового вентилятора в кондиціонері віконного типу

- A. для циркуляції внутрішнього повітря
- B. для циркуляції зовнішнього повітря
- C. для охолодження випарника
- D. для подання припливного повітря

Що називають байпасом

- A. фланець вентилятора
- B. обводний повітропровід кондиціонера
- C. запобіжний клапан кондиціонера
- D. стояк у камері форсунки

Які форсунки застосовують при охолодженні і осушенні повітря

- A. форсунки, у факелі розпилу яких переважають краплі великого діаметру (1-2 мм)
- B. форсунки, у факелі розпилу яких переважають краплі малого діаметру (менше 1 мм)
- C. форсунки, які працюють при високому тиску робочої рідини
- D. немає вірної відповіді

Призначення сепаратора в зрошувальній камері

- A. збільшити поверхню контакту повітря з водою
- B. запобігти віднесенню крапель рідини повітрям
- C. зробити осушення повітря
- D. немає вірної відповіді

Для якої мети встановлюють ребра зовні труб в поверхневих повітрянагрівачах

- A. для підвищення механічної міцності труб
- B. для збільшення швидкості повітря

- C. для збільшення поверхні
- D. для поліпшення акустичних показників (зменшення шуму)

Чи використовуються в центральних СКП поверхневі повітроохолоджувачі

- A. так, у блоках тепломасообміну
- B. так, в камерах типу ОКС
- C. так, якщо температура зовнішнього повітря $> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$
- D. немає, вони взагалі у СКП не застосовуються

У якій схемі холодопостачання застосовуються водоводяні теплообмінники

- A. у відкритій схемі
- B. у закритій схемі
- C. у чотирьохтрубній схемі постачання гарячою і холодною водою
- D. всі відповіді вірні

Що означає термін "фанкойл"

- A. холодильна машина
- B. кондиціонер-доводчик
- C. кришний кондиціонер
- D. компресор

Що таке чіллер

- A. це випарник холодильної машини
- B. це компресор холодильної машини
- C. це конденсатор холодильної машини
- D. це холодильна машина

Який тип теплоутилізаторов застосовний для будь-якої системи СКП, тобто є універсальним

- A. теплоутилізатор з проміжним теплоносієм
- B. рекуперативний теплоутилізатор
- C. регенеративний теплоутилізатор
- D. взагалі не відомий

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. У системі вентиляції передбачено встановлення теплообмінника-утилізатора, у якому зовнішнє повітря нагрівають до температури $5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Обчислити теплову продуктивність калорифера і витрати води з теплових мереж для нагріву повітря. Температура зовнішнього повітря дорівнює $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, його витрати $1,7\text{ кг/с}$. Витрати мережної води становлять $0,217\text{ кг/с}$, а її температура знижується в калорифері зі $130\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $70\text{ }^{\circ}\text{C}$. Теплоємність води і повітря прийняти відповідно $4187\text{ Дж/кг }^{\circ}\text{C}$ і $1000\text{ Дж/кг }^{\circ}\text{C}$.

Задача 2. З приміщення видаляють 3 кг/с з температурою 18°C. Температура зовнішнього повітря дорівнює 15°C. У системі вентиляції передбачено встановлення теплообмінника-утилізатора з площею поверхні теплообміну 15 м². Коефіцієнт теплопередачі і середня логарифмічна різниця температур мережної води і повітря дорівнюють відповідно 50 Вт/м²°C і 80°C. Визначити температуру нагріву свіжого повітря в утилізаторі і температуру відхідного повітря на виході з теплообмінника-утилізатора.

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.
2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.
4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 128 с.

Тема 7. Розрахунок теплових потоків у приміщеннях.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.
2. Розв'яжіть тестові завдання.

При кондиціюванні повітря, що розуміють під повною різницею температур

- A. різниця температур повітря обслуговуваної зони - t_b і припливу - t_n
- B. різниця температур повітря, що йде, - t_y і припливу - t_n
- C. різниця температур повітря, що йде, - t_y і повітря після зрошувальної камери - t_o
- D. всі відповіді вірні

Для якої мети при кондиціюванні повітря може застосовуватися силікагель

- A. для забезпечення високої міри очищення води
- B. для очищення повітря від пилу
- C. для осушення повітря
- D. всі відповіді вірні

Що характеризує коефіцієнт забезпеченості

- A. відносне число випадків відхилень параметра від заданих значень
- B. відносне число випадків відсутності відхилення параметрів від заданих значень
- C. відношення чисельного значення параметра по факту до його максимально можливого значення
- D. всі відповіді вірні

Чим визначається міра нагріву повітря в першому повітронагрівачі в холодний період року

- A. ентальпією повітря, що поступає в зрошувальну камеру
- B. вологовмістом повітря, що поступає в зрошувальну камеру
- C. температурою мокрого термометра повітря на вході в зрошувальну камеру
- D. початковими параметрами зовнішнього повітря

Що характеризує температура мокрого термометра

- A. це температура повітря, при якій він стає насиченим при постійному вологовмісті
- B. це температура повітря, при якій він стає насиченим при збереженні його ентальпії
- C. це температура повітря, при якій відбувається його осушення
- D. немає вірної відповіді

Для якого періоду року характерний адіабатичний режим роботи зрошувальної камери

- A. для літнього періоду
- B. для перехідного періоду
- C. для холодного періоду
- D. немає вірної відповіді

Чи можливе осушення і одночасний нагрів повітря

- A. так, при використанні розчинів солей
- B. так, шляхом контакту його з речовиною, що має велику адсорбцію до води
- C. так, при контакті його з водяною парою
- D. ні, процес взагалі неможливий

Яку перевагу має двоступінчате випарне охолодження повітря

- A. менша витрата охолоджувальної води
- B. можливість легкого регулювання параметрів припливного повітря
- C. можливість зменшення необхідного повітрообміну
- D. немає вірної відповіді

Яку розмірність має коефіцієнт ефективності камери форсунки

- A. кДж/кг
- B. Вт/м²
- C. кДж/м³
- D. невизначена величина

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Припливне повітря в літній час піддається охолодженню і сушці. Визначити міру осушення повітря і витрату холоду на його охолодження, якщо в приміщенні вимагається підтримувати $t_v=20^\circ\text{C}$ і $\phi_v=70\%$. Кількість надмірного тепла в приміщенні $Q_i=83520$ Вт і волога $W=0,02$ кг/с. Осушення повітря робиться силікагелем, охолодження - в пластинчатому повітроохолоджувачі, працюючому від фреонової холодильної установки. При проходженні через адсорбер повітря нагрівається до 60° . Параметри зовнішнього повітря $t_n=30^\circ$; $\phi_n=70\%$; $p_6=101325$ Па.

Задача 2. Припливне повітря поступає в камеру зрошування з параметрами $t_n = 24^\circ\text{C}$ і $\phi_n=50\%$. Початкова температура зрошувачої води $t_{wh}=10^\circ\text{C}$. Коефіцієнт ефективності камери $\eta=0,8$; коефіцієнт зрошування $\mu=0,8$. Визначити кінцеві параметри повітря і води в камері зрошування, а також витрати припливного повітря і води, якщо необхідні параметри повітря в приміщенні $t=22^\circ\text{C}$; $\phi=70\%$. Тепловиділення в цеху 83520 Вт; вологовиділення $0,012$ кг/сек; $p_6=99323,4$ Па.

Задача 3. Зовнішнє повітря з параметрами $t=26^\circ\text{C}$ і $\phi=45\%$ в камері кондиціонера входить в контакт з водою, початкова температура якої $t=12^\circ\text{C}$.

Визначити:

- 1) кінцеву температуру повітря і води в камері кондиціонера, якщо коефіцієнт зрошування прийнятий $\mu=0,6$;
- 2) витрата припливного повітря для підтримки в приміщенні $t=22^\circ\text{C}$ при надлишку тепла у кількості 63800 Вт. Відносна вологість повітря не нормується; $P_6=99323,4$ Па.

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.
2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.
4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 128 с.

**Тема 8. Ефективність роботи систем кондиціонування повітря.
Джерела холоду СКП.**

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Чим визначається розрахунковий температурний режим випарника холодильної машини

- A. температурою повітря на вході, виході із зрошувальної камери
- B. температурою води на вході, виході із зрошувальної камери
- C. визначається властивостями холодоагенту
- D. визначається холодопотужністю машини

Який холодильний агент повною мірою задовольняє усім вимогам, що висуваються до них

- A. хладон 12
- B. хладон 22
- C. хладон 142
- D. немає такого холодоагенту

Що характеризує точка роси (температура точки роси)

- A. температура, до якої треба охолодити повітря, щоб він став насиченим при постійному вологовмісті
- B. температура, при якій повітря осушується
- C. температура, нижче якої повітря не може бути охолоджене в зрошувальній камері
- D. всі відповіді вірні

У якій схемі холодопостачання частину устаткування необхідно розташовувати нижче піддону зрошувальної камери

- A. це необхідно у будь-якій схемі
- B. це є не обов'язковою умовою
- C. у відкритій схемі
- D. у закритій схемі

Застосування якого холодоагенту дозволяє зменшити габарити основних елементів холодильної машини

- A. хладон- 12
- B. хладон- 22
- C. хладон- 142
- D. марка холодоагенту не впливає на габарити апаратів холодильної машини

Що розуміють під холодопродуктивністю холодильної машини

- A. кількість тепла, відбирається в конденсаторі
- B. кількість тепла, відбирається у випарнику від охолоджуваного середовища впродовж 1 години
- C. годинна витрата холодоагенту через компресор
- D. немає вірної відповіді

Як можна визначити витік хладону з холодильної машини

- A. витік хладону визначити неможливо
- B. по запаху
- C. по зміні кольору полум'я в галоїдній лампі
- D. по згасанню полум'я в галоїдній лампі

Для яких цілей в системах кондиціонування повітря застосовується хлористий літій

- A. для знищення хвороботворних мікроорганізмів, присутніх в повітрі
- B. для іонізації повітря
- C. якості холодоносія
- D. для регулювання водородного показника рідкого середовища (води)

Чи адекватні (однакові) терміни "холодоагент" і "холодоносій"

- A. так, ці терміни однакові
- B. ні, вони характеризують різні рідини
- C. термін "холодоносій" взагалі не застосовується
- D. немає вірної відповіді

Для яких цілей у СКП може застосовуватися градирня

- A. для охолодження повітря перед поданням в допоміжні приміщення
- B. для охолодження води перед поданням в конденсатор
- C. для очищення повітря від пилу
- D. немає вірної відповіді

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Визначити річну економію теплоти для нагріву повітря в системі вентиляції з теплообмінником-утилізатором, якщо при витратах витяжного повітря 0,5 кг/с його охолодження в апараті становить 2⁰С. Тривалість роботи системи вентиляції прийняти 150 діб за сезон і 8 год. за добу. Теплоємність повітря прийняти 1000 Дж/кг ⁰С.

Задача 2. До приміщення необхідно подавати $30 \text{ м}^3/\text{год}$ з температурою $t_{\text{п}}=20^\circ\text{C}$. Визначити економію витрат теплоти на нагрів повітря, якщо в системі кондиціонування застосовано рециркуляцію повітря. Витрати рециркуляційного повітря $30 \text{ м}^3/\text{год}$, густина повітря $1,2 \text{ кг}/\text{м}^3$. Температура зовнішнього повітря дорівнює -20°C .

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.

2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.

3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.

4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХПІ», 2009. - 128 с.

Тема 9. Вибір кондиціонерів. Експлуатація та режими роботи систем кондиціонування повітря.

Форми контролю: опитування, перевірка задач.

Завдання для самостійної роботи:

1. Опрацюйте конспект лекцій та рекомендовану літературу для обговорення теоретичних питань теми на практичному занятті.

2. Розв'яжіть тестові завдання.

Чому дорівнює швидкість гарячої води в трубках повітрянагрівача

A. $w = 1,5 \dots 2 \text{ м}/\text{с}$

B. $w = 1,0 \dots 1,5 \text{ м}/\text{с}$

C. $w = 0,4 \dots 1,0 \text{ м}/\text{с}$

D. $w = 0,15 \dots 0,35 \text{ м}/\text{с}$

Які характеристики СКП з приведених є безрозмірними величинами: коефіцієнт зрошування; коефіцієнт ефективності; кутовий коефіцієнт променя процесу

A. коефіцієнт ефективності

B. коефіцієнт зрошування і коефіцієнт ефективності

C. коефіцієнт ефективності і кутовий коефіцієнт променя процесу

D. усі приведені коефіцієнти

Для якої мети застосовують бромистий літій у СКП

- A. в якості компонента робочого середовища в абсорбційній холодильній машині
- B. в якості проміжного теплоносія при утилізації теплоти
- C. взагалі не застосовують
- D. немає вірної відповіді

Якої величини може досягати максимальний робочий тиск води перед форсунками

- A. $P = 1000$ кПа
- B. $P = 500$ кПа
- C. $P = 250$ кПа
- D. $P = 100$ кПа

Чим небезпечне зіткнення хладонів (фреонів) з відкритим вогнем

- A. вибухом
- B. утворенням отруйних газів
- C. пожежею
- D. ніякої небезпеки нема

Який період року називають перехідним

- A. період, коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює 8°C
- B. період, коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює 10°C
- C. період, коли середньодобова температура зовнішнього повітря дорівнює 12°C
- D. всі відповіді вірні

Що є метою розрахунку зрошувальної камери

- A. визначення лінійних (габаритних) розмірів камери
- B. визначення марки (типу) камери, витрати і тиску води, її початкової і кінцевої температури
- C. визначення ентальпійного показника і коефіцієнта ефективності
- D. визначення типу камери і числа форсунок

Чим визначається температурний режим випарника

- A. температурою води на вході, виході з камери форсунки
- B. температурою повітря на вході, виході з камери форсунки
- C. холодопродуктивністю установки
- D. типом холодоагенту

Як здійснюється регулювання температури внутрішнього повітря у СКП

- A. зміною теплової потужності повітрянагрівача другого ступеня

- В. зміною теплової потужності повітрянагрівача першого і другого ступеня
- С. зміною витрати припливного повітря
- Д. всі відповіді вірні

Яким показником оцінюють енергетичну ефективність холодильної установки

- А. коефіцієнтом корисної дії
- В. коефіцієнтом використання енергії
- С. холодопродуктивністю
- Д. теплопродуктивністю

3. Задача для самостійного розв'язування.

Задача 1. Виконати розрахунок системи кондиціонування повітря для приміщення залу засідань в адміністративному корпусі ВАТ «КСЗ». Вихідні дані. Об'єм залу 3860 м^3 . Необхідні параметри мікроклімату в холодний період року забезпечуються нагрівальними приладами системи централізованого водяного опалення. Природне освітлення залу здійснюється через вікна, розташовані в бокових стінах.

Задача 2. Виконати розрахунок системи кондиціонування повітря для приміщення планово-економічного відділу ВО «Південмаш». Вихідні дані. Габарити приміщення: довжина $A=24,0 \text{ м}$; ширина $B=6,0 \text{ м}$; висота $H=3,5 \text{ м}$. Кількість робочих місць $N=27$. Приміщення обладнано централізованою системою водяного опалення. За характером операцій, роботи, що виконуються співробітниками відділу за ступенем важкості, слід віднести до категорії – Іб.

Рекомендована література:

1. Боженко М.Ф. Системи вентиляції і кондиціонування повітря [Електронний ресурс]: навчальний посібник / М. Ф. Боженко [та ін.]. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. - 380 с.
2. Шульга М. О. Теплогазопостачання та вентиляція: навчальний посібник / М.О. Шульга [та ін.]. - Х.: ХНУМГ, 2014. - 191 с.
3. Жихарева Н. В. Оптимізація обладнання систем кондиціонування повітря [Текст]: навч. посібник: / Н. В. Жихарева. – Одеська національна академія харчових технологій, 2014. - 118 с.
4. Братута Е.Г. Кондиціонування та вентиляція повітря [Електронний ресурс] / Е. Г. Братута [та ін.]. -Харків: НТУ «ХП», 2009. - 128 с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Пономарчук І. А. Вентиляція та кондиціонування повітря: Навчальний посібник / І. А. Пономарчук, О. Б. Волошин – Вінниця: ВНТУ, 2004. – 121 с.
2. Росковшенко Ю. К. Центральні системи кондиціонування повітря: Навчальний посібник / Ю. К. Росковшенко – Київ: ІВНВКП «Укреліотех», 2008. – 216 с.
3. ДБН В.2.5.-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. Київ, 2013 рік.
4. Чепурний М. М. Основи кондиціонування повітря: Навчальний посібник / М. М. Чепурний – Вінниця: ВНТУ, 2008. – 332 с.

Навчальне видання

Мельник Ольга Євгенівна

Кафедра загальноінженерних дисциплін та обладнання

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ
«ОСНОВИ КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ»**

Формат 60×84/8. Ум. др. арк. 2.

Донецький національний університет
економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
50042, Дніпропетровська обл.,
м. Кривий Ріг, вул. Курчатова, 13.
Свідоцтво суб'єкта видавничої
справи ДК № 4929 від 07.07.2015 р.