

Міністерство освіти і науки України



Державний біотехнологічний університет

Методичні вказівки

до практичного заняття

**Розрахунок системи кондиціонування
повітря і підбір кондиціонера**

з курсу «Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв»

Для студентів денної та заочної форми навчання

Затверджено
на засіданні кафедри обладнання
та інжинірингу переробних і
харчових виробництв
Протокол №18 від 27.04.2023р.

Затверджено
на засіданні методичної ради
факультету мехатроніки та
інжинірингу
Протокол №4 від 04.05.2023р.

Харків – 2023

О.В.Богомолів, П.В. Гурський, С.Г.Іващенко

Розрахунок системи кондиціонування повітря і підбір кондиціонера: Методичні вказівки до виконання практичного заняття з навчального курсу: Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв. – Х.: ДБТУ, 2023. – 28 с.

Рецензенти:

Михайлов В.М. доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи (Державний біотехнологічний університет)

Потапов В.О. доктор технічних наук, професор кафедри «Холодильна і торгівельна техніка» (Державний біотехнологічний університет)

.

Методичні рекомендації призначені для допомоги студентам денної та заочної форми навчання при виконанні практичного заняття на тему: Розрахунок системи кондиціонування повітря і підбір кондиціонера.

© Гурський П.В., Богомолів О.В.,
С.Г.Іващенко, 2023

© Державний біотехнологічний
університет, 2023

Практична робота №7

Тема: Розрахунок системи кондиціонування повітря та підбір кондиціонера.

Мета: Набути навички в проектуванні систем кондиціонування.

Теоретичні дані

Розрахунок теплопритоків

Для підбора необхідного по холодопродуктивності кондиціонера треба розрахувати тепло, що надходить у приміщення від сонця, освітлення, людей, оргтехніки і т.д.

Основні теплопритоки в приміщення складаються з наступних складових:

1) Теплопритоки, що виникають за рахунок різниці температур усередині приміщення і зовнішнього повітря, а також сонця Q_1 , розраховуються за формулою:

$$Q_1 = Vq_{num}, \quad (1)$$

де $V = S \cdot h$ – об'єм приміщення, м³;

S – площа приміщення, м²;

h – висота приміщення, м;

q_{num} – питоме теплове навантаження, приймається, Вт/м³:

30...35 – якщо немає сонця в приміщенні;

35 – середнє значення;

35...40 – якщо велика площа вікна із сонячної сторони.

2) Кількість тепла, що надходить від освітлювальних приладів, встановлених у приміщенні, в якому проводять кондиціонування $Q_{осв}$ можна визначити також за формулою:

$$Q_{осв} = q_{осв}F_{пл}, \quad (2)$$

де $q_{осв}$ – кількість тепла від освітлювальних приладів, віднесена до 1 м² площі підлоги приміщення, Вт/м²;

$F_{пл}$ – площа приміщення, м².

Для основних технологічних цехів підприємств харчової промисловості $q_{ocв} = 4...5 \text{ Вт/м}^2$, для приміщень складського типу (сушильні камери для ковбас, камери дозрівання і зберігання сирів, камери схову охолоджених і заморожених продуктів та ін.) $q_{ocв} = 1,2...1,4 \text{ Вт/м}^2$.

3) Надходження тепла, обумовлене перетворенням електричної енергії в теплову, при роботі електродвигунів, призводить до збільшення надлишків тепла у приміщеннях, в яких проводять кондиціонування. Тому, в тепловому балансі приміщень, що характеризуються тривалою роботою електродвигунів і значними встановленими потужностями, враховують теплопритоки від них.

$$Q_{ел} = N_{ел} \eta_1 \xi \cdot 10^3, \quad (3)$$

де η_1 – ККД двигуна, $\eta_1 = 0,85...0,95$;

ξ – коефіцієнт, що враховує тепловиділення від електродвигуна, $\xi = 0,5...0,8$.

4) Теплопритоки, що виникають за рахунок оргтехніки, що знаходиться в приміщенні, Q_{om} .

У середньому приймається 300 Вт на 1 комп'ютер у повній комплектації (або 30% від потужності устаткування).

5) Теплопритоки, що виникають від людей, що знаходяться в приміщенні Q_l .

Зазвичай для розрахунків приймається:

100 Вт – на одну людину (для офісних приміщень);

100...300 Вт (для приміщень, де люди займаються фізичною працею).

До підрахованих теплопритоків додається 20% на невраховані теплопритоки:

$$Q_{заг} = (Q_c + Q_{ocв} + Q_{ел} + Q_{om} + Q_l) \cdot 1,2 \quad (4)$$

У випадку використання в приміщенні додаткового тепловиділяючого устаткування (електроплит, виробничого устаткування і т.п.) відповідне теплове навантаження повинно бути також враховано в даному розрахунку.

Розрахунок тепловологісного балансу приміщення

Вологовиділення в приміщенні.

Другою складовою мікроклімату, що істотно впливає на метеорологічні умови в приміщенні, є вологість.

Джерелами вологовиділень у житлових і офісних будинках є люди, що знаходяться в приміщенні. Можливими джерелами вологовиділень у виробничому приміщенні, крім людей, можуть бути:

- ❖ вологі матеріали, що висихають у приміщенні;
- ❖ відкриті поверхні води, що випаровують вологу;
- ❖ хімічні реакції, при яких виділяється волога, наприклад, процеси горіння;
- ❖ просочування пари крізь нещільності виробничого устаткування і комунікацій;
- ❖ змочені поверхні устаткування і підлог.

Слід зазначити, що деяка кількість вологи може надходити в житлові, офісні і виробничі приміщення з інфільтраційним (зовнішнім) повітрям.

Вологовиділення від людей.

Надходження вологи від людей (табл. 1) залежить не тільки від інтенсивності їхньої мускульної роботи, але і температури повітря, його рухливості, а також температури навколишніх поверхонь.

Загальна кількість вологи, що надходить у приміщення від людей W_l (кг/год) визначається за формулою:

$$W_l = dn, \quad (5)$$

де d – кількість вологи, що виділяє одна людина, кг/год,
 n – кількість людей, що знаходяться в приміщенні, од.

Таблиця 1.

Залежність вологовиділення від інтенсивності роботи

Характер роботи	Вологовиділення, W кг/год, при температурі повітря, $^{\circ}\text{C}$				
	15	20	25	30	35
Стан спокою	0,35	0,40	0,62	0,94	0,150
Легка фізична робота	0,82	0,125	0,175	0,230	0,300
Робота середньої важкості	0,130	0,180	0,240	0,300	0,350
Важка фізична робота	0,240	0,310	0,365	0,400	0,430

Вологовиділення крізь нещільності обладнання.

Просочування пари крізь нещільності виробничого обладнання і комунікацій при правильній їхній експлуатації зводиться до мінімуму, яким можна знехтувати. Але в деяких конкретних випадках, при складанні вологісного балансу, просочування пари, нещільності з'єднань оцінюється в 2% від кількості пари, що циркулює у даному обладнанні.

Вологовиділення зі змочених поверхонь.

Вологовиділення зі змоченої поверхні устаткування і підлоги W_n , (кг/год) визначають за наближеною формулою:

$$W_n = 0,006F(t_c - t_m), \quad (6)$$

де F – площа мокрої поверхні підлоги, m^2 ;

t_c і t_m – температура повітря в приміщенні відповідно за сухим і мокрим термометрами, $^{\circ}\text{C}$.

Приток вологи з інфільтраційним повітрям.

Інфільтраційне повітря може містити як більшу кількість вологи, так і меншу, ніж внутрішнє повітря в приміщенні. Тому, збільшення або зменшення вологи повітря в приміщенні від інфільтрації $W_{инф}$ (кг/год) визначається за наступними формулами:

1) при вологовмісті зовнішнього повітря, більшого ніж внутрішнє:

$$W_{инф} = G(d_з - d_в), \quad (7)$$

де G – кількість інфільтраційного повітря, кг/год,

$d_з$ і $d_в$ – вологовміст відповідно, зовнішнього і внутрішнього повітря, кг/кг.

2) при вологовмісті зовнішнього повітря, менше ніж внутрішнє:

$$W_{инф} = G(d_в - d_з). \quad (8)$$

У тому випадку, коли в приміщенні, в якому проводять кондиціонування створюється підпір, інфільтрація і приток з нею вологи і тепла не враховуються.

Крім вологовиділень, у приміщенні можуть бути і вологопоглинання, як, наприклад: поглинання вологи гігроскопічними матеріалами, що визначається дослідним шляхом.

Розрахункова кількість вологи, на яку розраховується повітрообмін, визначається як різниця між вологовиділенням від усіх джерел і вологопоглинаннями, якщо такі є в приміщенні. Отже, баланс вологи в приміщенні можна представити так:

$$W_m = \sum W_{заг} - \sum W_{ен}. \quad (9)$$

Основні характеристики вологого повітря

В системах кондиціонування повітря піддається різним видам обробки, при яких істотно змінюються його теплові і вологісні стани.

При обробці в системах кондиціонування вологого повітря змінюється кількість водяної пари, що утримується в повітрі, склад же сухого повітря залишається постійним. Тому, при розрахунках процесів, зв'язаних зі зволоженням і осушенням повітря, користуються одиницею виміру вологості, що виражає відношення перемінної кількості водяної пари до незмінної маси сухого повітря. Такою одиницею вимірювання є вологовміст d (кг/кг), що показує кількість водяної пари у 1 кг сухого повітря.

Ступінь насичення повітря водяними парами показує фізична величина, яку називають відносною вологістю φ (%). З достатньою точністю відносна вологість повітря може бути обчислена як відношення вологовмісту при даному стані d до вологовмісту при повному насиченні d_n при тих самих значеннях температури і тиску:

$$\varphi = \frac{d \cdot 100}{d_n}. \quad (10)$$

Діаграма i - d вологого повітря

Розрахунок зміни стану атмосферного повітря вимагає виконання складних обчислень. Більш простим і зручним є розрахунок за допомогою психометричної діаграми, яку називають **I - d -діаграмою**.

У координатах **I - d** наносять залежності основних параметрів вологого повітря: температури, вологовмісту, відносної вологості, ентальпії при заданому барометричному тиску (рис. 1). По осі ординат відкладають ентальпії на 1 кг сухого повітря (ккал/кг), а по осі абсцис – вологовміст повітря (d на 1 кг сухого повітря).

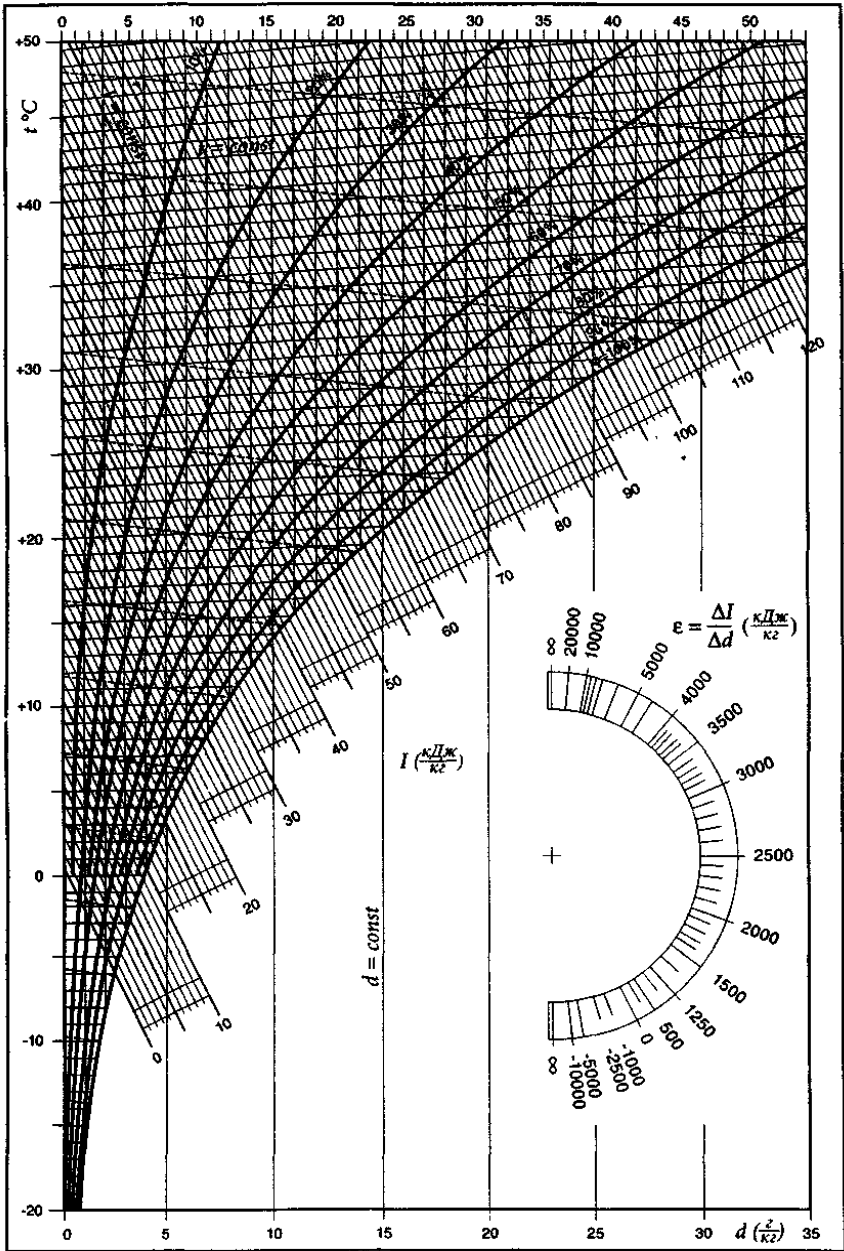


Рис. 1. I - d діаграма вологого повітря

I-d-діаграма побудована у косокутній системі координат з кутом між осями 150 (120°). Така система дозволяє розширити на діаграмі область ненасиченого вологого повітря, що робить її зручною для графічних побудов.

Лінії постійної ентальпії ($I = \text{const}$) проходять під кутом 150° до ординат, а лінії постійного вологовмісту ($d = \text{const}$) розташовуються паралельно осі ординат.

На отриманій в такий спосіб сітці, що складається з паралелограмів, будують лінії ізотерм ($t = \text{const}$), лінії постійних відносних вологостей ($\varphi = \text{const}$).

Ізотерми представляють собою прямі лінії, причому ізотерми не паралельні між собою, бо кут їхнього нахилу до горизонтальної осі різний. При низьких температурах непаралельність ізотерм майже непомітна. Приведені на діаграмі лінії температур відповідають значенням за сухим термометром.

Криву з відносною вологістю $\varphi = 100\%$ будують за даними таблиць насиченого повітря. Область діаграми вище цієї кривої відноситься до області ненасиченого вологого повітря, а область діаграми нижче кривої насичення ($\varphi = 100\%$) характеризує стан перенасичення вологого повітря. У цій області насичене повітря містить вологу в рідкій або твердій фазі (туман). Враховуючи те, що ця частина діаграми не представляє інтересу при розрахунках, зв'язаних з вологим повітрям, її не будують.

Процеси переходу повітря з одного стану в інший на полі ***I-d-діаграми*** зображуються прямими лініями (променями), що проходять крізь точки, що відповідають початковому і кінцевому стану вологого повітря.

Рівняння переходу представляє собою рівняння пучка прямих, положення яких на ***I-d-діаграмі*** визначається точкою початкового стану повітря I ($I_1 d_1$) і величиною тепловологісного коефіцієнту ε , що представляє собою відношення зміни ентальпії повітря до зміни його вологовмісту:

$$\varepsilon = \frac{I_2 - I_1}{d_2 - d_1} \times 1000, \quad (11)$$

де ε – тепловологісний (або кутовий) коефіцієнт лінії процесу «променем процесу», що характеризує зміну стану повітря, кДж/кг. Конкретні значення ε у діапазоні від 20000 до мінус 10000 приведені на полі *I-d-діаграми* (див. рис. 1).

Застосування i-d діаграми

Коли на діаграмі знайдено визначений стан повітря, всі інші параметри повітря можуть бути визначені за допомогою даної діаграми. Подібним же чином при наявності психометричної діаграми достатньо будь-яких двох параметрів суміші повітря і водяної пари для визначення стану повітря та всіх інших його параметрів.

Приклад. Зовнішнє повітря за температури $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ по сухому термометру і $23,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ по вологому термометру (точка *A*) повинно бути перемішано з повітрям, яке рециркулює, і має параметри $21,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ за сухим термометром і 10% відносної вологості (точка *B*). Суміш повинна складатися з 25% зовнішнього повітря і 75% повітря, яке рециркулює. Визначити кінцеві температури суміші повітря за сухим і вологим термометрах (рис. 2).

Рішення. Нанести точки *A* і *B* на діаграму. Провести лінію між двома точками вологи. Визначити температуру за сухим термометром за допомогою додавання відсоткового, рівняння кожної величини температури за сухим термометром, тобто:

$$\begin{aligned} 25\% \text{ від } 35\text{ }^{\circ}\text{C} &= 8,75\text{ }^{\circ}\text{C}; \\ 75\% \text{ від } 23,9\text{ }^{\circ}\text{C} &= 17,9\text{ }^{\circ}\text{C}. \end{aligned}$$

Наприклад, якщо відсотковий метод застосовувався б у останньому прикладі, то результати були б наступні:

$$\begin{aligned} 25\% \text{ від } 23,9\text{ }^{\circ}\text{C} &= 6\text{ }^{\circ}\text{C}; \\ 75\% \text{ від } 8,3\text{ }^{\circ}\text{C} &= 6,2\text{ }^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

$12,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ – неправильна кінцева температура за вологим термометром.

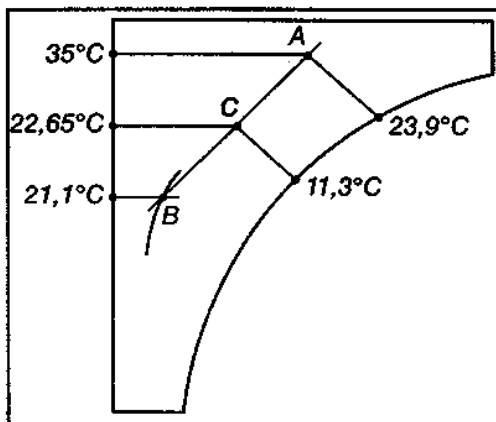


Рис. 2. Визначення параметрів повітря після кондиціювання

Відсотковий метод можна використовувати для визначення кінцевої температури за вологим термометром за допомогою непрямого розрахунку. Для цього необхідно знайти величину ентальпії для кожного стану повітря, а потім використовувати відсотковий метод для визначення кінцевої ентальпії суміші повітря. Знаючи величину ентальпії суміші, можна потім визначити температуру за вологим термометром.

Тепловологісний баланс приміщення

Кількість повітря, необхідного для подачі в приміщення, виходячи з вологісного балансу, визначається за наступною формулою:

$$L = \frac{W_{\text{вол}}}{d_n - d_{np}}, \quad (12)$$

де $W_{\text{вол}}$ – сумарна кількість вологи, що виділяється в приміщення, кг/год;

d_n, d_{np} – вологовміст повітря відповідно в приміщенні і на притоці, г/кг сухих речовин.

Кількість повітря, необхідного для подачі в приміщення, виходячи з теплового балансу, визначається за формулою:

$$L = \frac{Q_{над}}{c(t_n - t_{np})}, \quad (13)$$

де $Q_{над}$ – кількість явного тепла (надлишкового), яке передається в приміщення різними джерелами, кДж/год;

c – вагова теплоємність повітря, кДж/кг•град.

t_n – температура приточного повітря (зовнішне), °С

t_{np} – температура повітря приміщення (рециркуляція), °С

За умови одночасного виділення вологи і тепла, представлені рівняння можуть бути прирівняні один до одного:

$$L = \frac{W_{вол}}{d_n - d_{np}} = \frac{Q_{над}}{c(t_n - t_{np})}. \quad (14)$$

Це рівняння є основним у системі розрахунків кондиціонування повітря.

Величини $W_{вол}$ і $Q_{над}$ повинні розглядатися як змінні величини, що змінюються безперервно і незалежно один від одного. Задача кондиціонування повітря полягає в тому, щоб при всіх практично ймовірних змінах цих двох величин зберігати незмінними величини d_n і t_n .

Відповідно до представленого рівняння ця задача може бути вирішена, якщо в процесі безперервної зміни величин W і Q системою кондиціонування повітря безперервно змінювати величини d_{np} і t_{np} . При цьому передбачається, що кількість повітря, що вводить в приміщення, L залишається величиною постійною.

Корисною продуктивністю системи за повітрям називають кількість повітря, яке подається в приміщення за одиницю часу, а повною – продуктивність вентилятора кондиціонера, яка прийнята з поправкою на витікання повітря крізь нещільності.

Повна продуктивність системи за повітрям (продуктивність вентилятора), L_n (кг/с) розраховується за формулою:

$$L_n = k_{ном} L, \quad (15)$$

де $k_{ном}$ – коефіцієнт, що враховує втрати повітря через нещільності ($k_{ном} = 1,1 \dots 1,15$);

L – корисна продуктивність системи за повітрям, кг/с.

Корисна продуктивність L (кз/с) обумовлюється необхідною кількістю повітря, яке подається в приміщення для компенсації надлишкової або відсутньої кількості тепла і вологи.

Корисну продуктивність можна розрахувати:

1) за надлишком тепла:

$$L = \frac{\sum Q_m^y}{c(t_e - t_{nm})}. \quad (16)$$

2) за надлишком вологи:

$$L = \frac{\sum W_m}{d_e - d_{nm}}. \quad (17)$$

3) за надлишком тепла і вологи:

$$L = \frac{\sum Q_m}{I_e - I_{nm}}, \quad (18)$$

де $\sum Q_m^y$ – загальна кількість явного тепла, що надходить у приміщення, кВт;

$\sum W_m$ – загальна кількість вологи, що надходить у приміщення, кг/с;

$\sum Q_m$ – загальна кількість тепла (явного і схованого), що надходить у приміщення, кВт;

c – питома теплоємність повітря, кДж/кг·К;

t_e – температура повітря в приміщенні, °С;

t_{nm} – температура приточного повітря, °С;

d_e – вологовміст повітря в приміщенні, г/кг;

d_{nm} – вологовміст приточного повітря, г/кг;

I_e – ентальпія повітря в приміщенні, кДж/кг;

I_{nm} – ентальпія приточного повітря, кДж/кг.

Підбір кондиціонерів здійснюється за об'ємною продуктивністю V (м³/с):

$$V = \frac{L_n}{\rho_n}, \quad (19)$$

де ρ – густина приточного повітря, кг/м³.

Таблиця 2. Варіанти завдань для роботи

№ варіанта	Параметри повітря			Співвідношення повітря		Кількість людей в приміщенні	Розміри приміщення	
	зовнішнього		приміщення	зовнішнього	приміщення		$S, \text{ м}^2$	$h, \text{ м}$
	t_c	t_e	t_c					
1	35	18,6	22	15	25	75	60	3,5
2	36	19,8			20	80	50	3,5
3	38	20,4			30	70	80	3,5
4	33	16,4			22	78	55	3,5
5	34	17,5			21	79	62	3,5
6	35	18,2			24	76	70	3,5
7	36	19,0			26	74	75	3,5
8	37	20,1			27	73	82	3,5
9	38	16,8			28	72	85	3,5
10	39	18,0			29	71	90	3,5

Таблиця 3.

Густина сухого повітря, парціальний тиск насиченої водяної пари, що знаходиться в атмосферному повітрі, і вологовмісті атмосферного повітря при повному насиченні в залежності від температури і барометричного тиску

Температура повітря, °С	Барометричний тиск $P_6 = 99,325$ кПа			Барометричний тиск $P_6 = 101,325$ кПа		
	Густина сухого повітря, кг/м ³	Парціальний тиск насиченої водяної пари, кПа	Вміст вологи при повному насиченні, г/кг сухого повітря	Густина сухого повітря, кг/м ³	Парціальний тиск насиченої водяної пари, кПа	Вміст вологи при повному насиченні, г/кг сухого повітря
1	2	3	4	5	6	7
-20	1,366	0,103	0,65	1,396	0,123	0,8
-19	1,361	0,117	0,70	1,390	0,134	0,8
-18	1,356	0,129	0,79	1,385	0,147	0,9
-17	1,351	0,143	0,86	1,379	0,161	1,0
-16	1,346	0,155	0,95	1,374	0,175	1,1
-15	1,341	0,168	1,05	1,368	0,191	1,2
-14	1,336	0,178	1,11	1,363	0,207	1,3
-13	1,331	0,204	1,28	1,358	0,224	1,4
-12	1,326	0,223	1,36	1,353	0,244	1,5
-11	1,321	0,240	1,44	1,348	0,264	1,6
-10	1,316	0,257	1,62	1,342	0,279	1,7
-9	1,311	0,287	1,71	1,337	0,303	1,9
-8	1,307	0,310	1,86	1,332	0,326	2,0
-7	1,302	0,348	2,06	1,327	0,355	2,2
-6	1,298	0,263	2,30	1,322	0,384	2,4
-5	1,293	0,366	2,43	1,317	0,415	2,6
-4	1,288	0,423	2,64	1,312	0,450	2,8
-3	1,283	0,460	2,90	1,308	0,486	3,0

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7
-2	1,278	0,497	3,15	1,303	0,525	3,2
-1	1,273	0,533	3,48	1,298	0,568	3,5
0	1,268	0,572	3,60	1,293	0,613	3,8
1	1,263	0,631	4,05	1,288	0,659	4,10
2	1,259	0,692	4,35	1,284	0,707	4,30
3	1,254	0,572	4,64	1,279	0,759	4,70
4	1,249	0,814	5,05	1,275	0,814	5,0
5	1,245	0,872	5,50	1,270	0,871	5,4
6	1,241	0,939	5,78	1,265	0,931	5,82
7	1,234	1,01	6,30	1,261	0,998	6,17
8	1,233	1,07	6,61	1,258	1,065	6,69
9	1,229	1,135	7,08	1,252	1,129	7,12
10	1,225	1,21	7,75	1,248	1,119	7,64
11	1,220	1,31	8,22	1,243	1,30	8,07
12	1,16	1,405	8,80	1,239	1,39	8,69
13	1,211	1,51	9,44	1,235	1,48	9,30
14	1,207	1,605	10,04	1,230	1,585	9,91
15	1,202	1,71	10,90	1,226	1,69	10,62
16	1,198	1,832	11,55	1,222	1,805	11,33
17	1,194	1,961	12,24	1,217	1,92	12,10
18	1,189	2,042	13,04	1,213	2,041	12,93
19	1,185	2,21	14,0	1,209	2,15	13,75
20	1,181	2,34	15,0	1,205	2,315	14,61
21	1,177	2,505	16,0	1,201	2,455	15,60
22	1,173	2,680	17,0	1,197	2,615	16,60
23	1,170	2,855	18,05	1,193	2,679	17,68
24	1,166	3,11	19,22	1,189	2,945	18,81
25	1,162	3,21	20,80	1,185	3,136	19,95
26	1,158	3,42	21,82	1,181	3,36	21,20
27	1,154	3,63	23,35	1,177	3,522	22,56
28	1,150	3,68	24,80	1,173	3,74	24,0
29	1,146	4,03	26,65	1,169	3,96	25,47
30	1,142	4,30	28,20	1,165	4,20	27,03

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5	6	7
31	1,138	4,56	30,0	1,161	4,45	28,65
32	1,134	4,82	31,60	1,157	4,70	30,41
33	1,131	5,09	33,50	1,154	4,975	32,29
34	1,127	5,35	34,60	1,150	5,27	34,23
35	1,123	5,62	37,40	1,146	5,56	36,37
36	1,120	5,92	39,92	1,142	5,875	38,58
37	1,116	6,31	42,43	1,139	6,225	40,90
38	1,113	6,67	44,95	1,135	6,561	43,35
39	1,109	7,02	47,46	1,132	6,94	45,93
40	1,106	7,36	49,98	1,128	7,31	48,64
41	1,102	7,82	53,49	1,124	7,71	51,20
42	1,099	8,26	57,02	1,121	8,12	51,25
43	1,096	8,695	60,53	1,117	8,55	57,56
44	1,092	9,15	64,05	1,114	9,05	61,04
45	1,089	9,60	66,57	1,110	9,50	64,80
46	1,086	10,131	70,94	1,107	9,99	68,61
47	1,083	10,72	75,31	1,103	10,60	72,66
48	1,080	11,32	79,68	1,100	11,01	76,90
49	1,076	11,89	84,05	1,096	11,52	81,45
50	1,072	12,456	88,42	1,093	12,19	86,11
51	1,070	13,212	94,24	1,090	12,84	91,30
52	1,066	13,78	100,05	1,086	13,52	96,62
53	1,063	14,42	105,87	1,083	14,20	102,29
54	1,059	15,10	111,68	1,080	14,89	108,22
55	1,056	15,70	117,50	1,076	15,65	114,43
56	1,053	16,58	125,33	1,073	16,43	121,06
57	1,049	17,40	133,16	1,070	17,24	127,98
58	1,046	18,28	140,98	1,067	18,01	135,13
59	1,043	19,10	148,71	1,063	16,90	142,88
60	1,040	19,95	156,64	1,060	19,82	152,45

Таблиця 4.

Технічні дані автономних шафових кондиціонерів серії КТА

Показники ^α	КТА [¶] 1-2,0-04Б ^α	КТА [¶] 1-3,15-01А ^α	КТА [¶] 1-4,0-01 ^α	КТА [¶] 1-6,3-01А ^α	КТА [¶] 1-10-01А ^α	КТА [¶] 1-3,15-04 ^α
1 ^α	2 ^α	3 ^α	4 ^α	5 ^α	6 ^α	7 ^α
Продуктивність [¶] за повітрям, м ³ /с ^α	0,56 ^α	0,875 ^α	0,11 ^α	1,75 ^α	2,78 ^α	0,875 ^α
Холодопродуктивність, кВт ^α	9,28 ^α	14,5 ^α	18,6 ^α	29,0 ^α	46,52 ^α	14,5 ^α
Теплопродуктивність, кВт ^α	6,3 ^α	9,45 ^α	12,0 ^α	15,0 ^α	24,0 ^α	15,0 ^α
Запас повного тиску повітря на виході, Па ^α	300 ^α	300 ^α	400 ^α	400 ^α	400 ^α	300 ^α
Коефіцієнт ефективності очищення повітря, % ^α	70 ^α	85 ^α	85 ^α	85 ^α	90 ^α	85 ^α
Здатність насичення вологістю, кг/с ^α	0,56•10 ^{-3α}	0,56•10 ^{-3α}	0,56•10 ^{-3α}	0,3•10 ^{-2α}	0,3•10 ^{-2α}	0,56•10 ^{-3α}
Холодильний агент ^α	R-12 ^α	R-22 ^α	R-22 ^α	R-22 ^α	R-22 ^α	R-12 ^α
Витрати води, яка охолоджує конденсатор, м ³ /с ^α	2 ^α	2,2 ^α	2,6 ^α	4,9 ^α	9 ^α	2,6 ^α
Максимально допустима температура води, яка охолоджується, °С ^α	28±1 ^α	28±1 ^α	28±1 ^α	28±1 ^α	28±1 ^α	40±1 ^α

1а	2а	3а	4а	5а	6а	7а
Тип компресораа	Сальниковий ФВ-6 (АКФВ-4-Х)а	Герметичний ПП-7а	Напівгерметичний 2ФВБс-6а	Напівгерметичний 2ФУБс-9а	Напівгерметичний 2ФУБс-18а	Напівгерметичний 2ФУБс-9а
Потужність, яка виходить при номінальній холодопродуктивності, кВтс	2,95а	5,3а	8,3а	12,5а	18,9а	10,0а
Потужність, установочна, кВтс	а	а	а	а	а	а
компресораа	2,8а	4,0а	5,0а	5,0а	6,0а	5,0а
вентилятораа	0,55а	1,1а	1,1а	3,0а	4,0а	2,2а
насичення вологоюа	2,0а	1,25а	3,0а	9,0а	9,0а	2,0а
електричного повітрянагрівачаа	6,3а	9,45а	12,0а	15,0а	24,0а	15,0а
Маса, кгс	400а	410а	540а	870а	1300а	860а
Коректований рівень звукової потужності, дБАа	79а	88а	88а	85а	90а	90а

Примітка до таблиці 4. При роботі кондиціонерів типу КТА кількість повітря, що навантажується, яке подається в теплий період, може досягати 30%, а в холодний – 15% загальної продуктивності за повітрям.

Хід роботи

1. Вивчити дану інструкцію.
2. З таблиці варіантів вибрати вихідні дані.
3. Виконати схему системи кондиціонування.
4. Побудувати в ***I-d діаграмі*** процес асиміляції повітря.
5. Знайти відсутні величини для розрахунків.
6. Виконати необхідні розрахунки для підбору кондиціонера.
7. Заповнити таблицю даних.

Форма звіту

Тема:

Мета:

Вихідні дані (Таблиця 2. Варіанти завдань для роботи).

Ескіз схеми кондиціонування з указуванням параметрів повітря в точках.

Теоретичні розрахунки системи кондиціонування повітря.

Висновки.

Висновки (таблиця даних кондиціонера)

Марка кондиціонера	Характеристика						
	Тип	$V_{пов}$	$N_{комп}$	$N_{вент}$	$N_{звол}$	$N_{нагр}$	Маса

Контрольні питання.

1. Які елементи входять у систему кондиціонування повітря?
2. Що таке кратність повітрообміну?
3. Які бувають кондиціонери?
4. У яких випадках застосовуються системи кондиціонування повітря?
5. Що являє собою тепловологісний коефіцієнт ϵ ?
6. За якими параметрами підбираються кондиціонери?
7. Що називається точкою роси?

Література

1. Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв: Практикум /Гурський П.В., Богомолов О.В., Бредихін В.В. та ін./ Х.: ТОВ «Діса плюс», 2019. – 256 с
2. Кондиціонування та вентиляція повітря:Текст лекцій / Е. Г. Братуга, А.М. Ганжа, О. В. Круглякова, В. В. Чубарова Харків : НТУ «ХПІ», 2009. –128 с.
3. Штокман Е.А. Вентиляция, кондиционирование и очистка воздуха на предприятиях пищевой промышленности. М.: АСВ, 2001. 564 с.
4. Еркин А.П., Коренев А.М., Харитонов В.П.. Устройство и эксплуатация холодильных установок, Пищевая промышленность. -М.: 1980. -310 с.
5. Теплоснабжение и вентиляция. Курсовое и дипломное проектирование./под ред.проф. Б.М.Хрусталева –М.: АСВ, 2008. –784 с.
6. Воробьева Н.Н. Холодильная техника и технология : учебное пособие. В 2-х частях. Ч. 1 / Воробьева Н.Н.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2006. - 164 с.
7. Воробьева Н.Н. Холодильная техника и технология : учебное пособие. В 2-х частях. Ч. 2 / Воробьева Н.Н.; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. - Кемерово, 2006. - 104 с.
8. А.Беккер Системы вентиляции. М.: Техносфера, Евроклимат, 2005. – 232 с.
9. Пигарев В.Е., Архипов П.Е. Холодильные машины и установки кондиционирования воздуха:Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта. /Под ред. В.Е. Пигарева. –М.: Маршрут, 2003. – 424 с.
10. Цуранов О.А., Крысин А.Г. Холодильная техника и технология. /под ред. Проф В.А.Гуляева. –СПб.:Лидер, 2004.–448 с.
11. Мещеряков Ф.Е. Основы холодильной техники и холодильной технологии. -М.: Пищевая промышленность, 1975. -560 с.
12. Справочник. Применение холода в пищевой промышленности. -М.: Пищевая промышленность, 1975. -271 с.

Навчальне видання

Гурський П.В.,
Богомолів О.В.,
Іващенко С.Г.

Методичні вказівки
до практичного заняття

**Розрахунок системи кондиціонування
повітря і підбір кондиціонера**

з курсу «Кондиціонування та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв»

Для студентів денної та заочної форми навчання

Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв

Комп'ютерний набір та верстка: П.В.Гурський

Підп. до друку 05.05.23

Формат паперу 60×84 1/16 Обл. - вид. арк. 1,5

Тираж 100 Ризограф TR 1510 № 80654645

ДБТУ, 61001, м. Харків, пр. Героїв Харкова 45, кім.212

Підготовлено та надруковано кафедрою «Обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв»
Державного біотехнологічного університету

