

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ,
УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



Жихарєва Н.В..

**Моделювання систем кондиціювання
повітря**

Методичні вказівки до
Практичних і самостійних робіт р

Одеса -2021

УДК 621.565

Жихарева Н.В., Моделювання систем кондиціонування повітря
Методичні вказівки до практичних та лабосамостійних робіт . 2021. – 25 с.

Розглянуто та рекомендовано до видання на засіданні кафедри
холодильних машин і установок , кондиціонування повітря

Протокол №01 від 27 серпня 2021 р.

Розглянуто та рекомендовано до видання на засіданні науково-
методичної Раді зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування»

Протокол №01 від 03 вересня 2021 р.

Вступ

Оптимізація систем кондиціонування повітря комплексна і пов'язана з багатьма факторами технологічного та конструктивного порядку.

Для скорочення технологічних втрат і енерговитрат при кондиціонуванні повітря вирішується задача розробки методології оптимізації як охолоджуючої системи в цілому, так і її окремих елементів.

З позицій системного аналізу вирішуються задачі математичного моделювання на ЕОМ, при цьому повна математична модель розглядається у вигляді структурної ієрархічної моделі, де на кожному рівні описується свій клас процесів, підсистем і установок.

Для створення комплексної економіко–математичної моделі оптимізації системи кондиціонування повітря вирішуються такі задачі:

- моделювання процесів кондиціонування повітря;
- проведення розрахунку за створеними розрахунковими математичними моделями елементів системи;
- проведення оптимізації конструктивних елементів та режимів роботи апаратів системи кондиціонування повітря;

Використовуючи досвід оптимального проектування складних систем використовується екстремальний метод на нижніх рівнях ієрархії системи, а варіантний метод – при встановленні критерія оптимальності на верхніх ієрархічних рівнях.

Техніко–економічному порівнянню варіантів повинно передувати приведення їх у порівняний вид є: техніко–економічне обґрунтування порівнюваних варіантів; кількісний і якісний аналіз варіантів; обґрунтування тотожності урахування чинників, що впливають.

В даних методичних вказівках розглянуті питання визначення річних витрати теплоти, холоду та електроенергії для систем кондиціонування повітря варіантним методом.

Визначення річних витрати теплоти, холоду та електроенергії для систем кондиціонування повітря

Річні витрати теплоти, холоду та електроенергії для систем кондиціонування повітря (СКП) розраховуються для робочої зміни або частини доби (далі зміни) з подальшим підсумовуванням при роботі систем в дві або більше число змін.

1. Визначаються середні параметри зовнішнього повітря за час роботи систем в теплий та холодний періоди року:

а) температура, °С та ентальпія, кДж/кг, зовнішнього повітря:

$$t_T = t_{cp,T} + 0,5A_T K_1 K_2 \quad (1)$$

$$t_X = t_{cp,X} + 0,5A_X K_1 K_2 \quad (2)$$

$$h_T = h_{cp,T} + A_{e,T} K_1 K_2 \quad (3)$$

$$h_X = h_{cp,X} + A_{e,X} K_1 K_2 \quad (4)$$

де $t_{cp,T}$, $t_{cp,X}$, $h_{cp,T}$, $h_{cp,X}$ – середня температура повітря самого спекотного та холодного місяців, яка визначається за СНиП 2.01.01–82, та середня ентальпія самого спекотного та холодного місяців року, яка визначається за таблицею 1;

A_T , A_X , $A_{e,T}$, $A_{e,X}$ – середня амплітуда температури, °С та амплітуда ентальпії, кДж/кг, самого спекотного і холодного місяців року, яка визначається по Додатку 2 до СНиП 2.01.01–82, а для ентальпії по таблиці 1;

K_1 – коефіцієнт, який визначається по таблиці 2 в залежності від тривалості роботи систем протягом доби;

K_2 – коефіцієнт, який визначається по таблиці 2 в залежності від часу, що доводиться на середину добового періоду роботи системи.

б) середня за час роботи систем в році температура і ентальпія зовнішнього повітря визначаються за формулами:

$$t_T = t_{cp,T} + 0,25(A_T + A_X) K_1 K_2 \quad (5)$$

$$h_T = h_{cp,T} + 0,5(A_{e,T} + A_{e,X}) K_1 K_2 \quad (6)$$

где $t_{\text{ср,г}}$, $h_{\text{ср,г}}$ – середньорічна температура і ентальпія, які визначаються відповідно по таблиці СНиП 2.01.01–82 та по таблиці 1;

$A_{\text{т}}$, $A_{\text{х}}$, $A_{\text{е,т}}$, $A_{\text{е,х}}$ – амплітуди температури і ентальпії, які визначаються за п.п. "а";

K_1 , K_2 – коефіцієнти, які визначаються по таблиці 2.

2. Річну витрату теплоти на підігрів припливного повітря для прямої системи кондиціонування повітря, можливо визначити за формулою, яка працює в одну зміну першим способом, кДж/рік:

$$Q=0,143nmCnG_{\text{п}}\Delta tM_1K_3K_4 \quad (7)$$

де n – число робочих днів тижня;

m – тривалість зміни, години;

Cn – питома теплоємність повітря, кДж/кгК;

$G_{\text{п}}$ – максимальна витрата припливного повітря, кг/годину;

$\Delta t_{\text{к}}$ – різниця температур повітря до та після підігріву в самий холодний місяць року, яка визначається:

а) для прямої СКП

$$\Delta t_{\text{к}}=t_{\text{п}}-t_{\text{х}} \quad (8)$$

б) для СКП з визначенням рециркуляції

$$\Delta t_{\text{к}}=t_{\text{п}}-[t_{\text{рц}}(1-G_{\text{н}}/G_{\text{п}})+t_{\text{х}}G_{\text{н}}/G_{\text{п}}] \quad (9)$$

$t_{\text{х}}$ – температура зовнішнього повітря в холодний період року, °С, визначається за формулою (2);

$t_{\text{п}}$ – середня температура припливного повітря в саму холодну пору року;

$t_{\text{рц}}$ – температура рециркуляційного повітря в холодну пору року;

$G_{\text{н}}$, $G_{\text{п}}$ – витрата зовнішнього та припливного повітря, кг/годину;

M_1 – тривалість періоду вжитку теплоти повітрянагрівача доби;

$$M_1=182,5(\Delta t_{\text{к}}/\Delta t_{\text{к,г}})^{0,5} \quad (10)$$

$\Delta t_{\text{к}}$ – за формулою (8) або (9);

- $\Delta t_{к,г}$ для прямої СКП

$$\Delta t_{к,г} = t_{г} - t_{х} \quad (11)$$

- $\Delta t_{к,г}$ – Для СКП з рециркуляцією повітря приймається як різниця температур:

а) суміш зовнішнього та рециркуляційного повітря при середньорічній температурі $t_{г}$;

б) суміш зовнішнього та рециркуляційного повітря при середній температурі самого холодного місяця $t_{х}$;

$\Delta t_{к,г}$ визначається по формулі:

$$\Delta t_{к,г} = [t_{рц}(1 - G_{н}/G_{п}) + t_{г}G_{н}/G_{п}] - [t_{рц}(1 - G_{н}/G_{п}) + t_{х}G_{н}/G_{п}] = (t_{г} - t_{х})G_{н}/G_{п} \quad (12)$$

K_3 та K_4 – коефіцієнти, які визначаються по таблиці 3 в залежності від тривалості періоду вжитку теплоти.

Кількість годин праці повітрянагрівача протягом року визначається по формулі:

$$N_1 = 0,143 M_1 n m K_3 \quad (13)$$

де M_1 – тривалість періоду вжитку теплоти повітрянагрівача доби, яка визначається по формулі (10);

n – число робочих днів тижня;

m – тривалість зміни, години;

K_3 – коефіцієнти, які визначаються по таблиці 3 в залежності від тривалості періоду вжитку теплоти.

3. Річна витрата теплоти на перший підігрів повітря для прямої системи кондиціонування повітря і для системи з рециркуляцією можливо визначити другим способом:

$$Q = 0,143 n m G_{п} \Delta h_{к} M_2 K_3 K_4 \quad (14)$$

де n – число робочих днів тижня;

m – тривалість зміни, години;

$G_{п}$ – максимальна витрата припливного повітря, кг/годину;

K_3 та K_4 – коефіцієнти, які визначаються по таблиці 3 в залежності від тривалості періоду вжитку теплоти;

Δh_k – різниця температур повітря до та після підігріву в самий холодний місяць року, кДж/кг, яка визначається:

- для прямої СКП

$$\Delta h_k = h_{k,3} - h_x \quad (15)$$

- для СКП з використанням першої рециркуляції:

$$\Delta h_k = h_{k,3} - [h_{pc}(1 - G_H/G_n) + h_H G_H/G_n] \quad (16)$$

де $h_{k,3}$ – ентальпія повітря на виході з камери зрошення в холодну пору року, кДж/кг;

h_x – ентальпія повітря на вході в повітряонагрівач в холодну пору року;

h_{pc} – ентальпія рециркуляційного повітря в холодну пору року;

$$M_2 = 182,5 (\Delta h_k / \Delta h_{k,г})^{0,5} \quad (17)$$

Δh_k – по формулі (15) або (16);

$\Delta h_{k,г}$ – середньорічна різниця ентальпій:

- для прямої СКП

$$\Delta h_{k,г} = h_{г} - h_x \quad (18)$$

- для системи кондиціонування повітря з використанням першої рециркуляції

$$\Delta h_{k,г} = (h_{г} - h_c) G_H / G_n \quad (19)$$

$h_{г}$ – середньорічна ентальпія зовнішнього повітря, яка визначається по формулі (6);

h_c – ентальпія точки суміші зовнішнього та рециркуляційного повітря.

Число часів роботи першого підігріва при роботі в одну зміну

$$N_2 = 0,143 n m M_2 K_3 \quad (20)$$

де n – число робочих днів тижня;

m – тривалість зміни, години;

K_3 – коефіцієнт, який визначається по таблиці 3 в залежності від

тривалості періоду вжитку теплоти.

4. Річна витрата теплоти на другий підігрів для прямої СКП та при використанні рециркуляції:

$$Q_2 = 52mn[(G_{\Pi} - G_{\text{рц},2})\Delta h_{\Gamma} - 3,6Q_{\Gamma,\text{ср}}], \quad (21)$$

де: G_{Π} – витрата припливного повітря, кг/годину;

$G_{\text{рц},2}$ – витрата повітря приміщення, що поступає на другу рециркуляцію, кг/годину;

$Q_{\Gamma,\text{ср}}$ – середньорічні, середні за зміну теплостітки (по повному теплу) обслуговуваного приміщення в Вт;

Δh_{Γ} – середньорічна різниця ентальпій повітря приміщення і повітря на виході з камери зрошення або поверхневого повітроохолоджувача, кДж/кг:

$$\Delta h_{\Gamma} = 0,5(h_{\text{рц},\text{т}} + h_{\text{рц},\text{х}} - h_{\text{к},\text{т}} - h_{\text{к},\text{х}}) \quad (22)$$

де: $h_{\text{рц},\text{т}}$, $h_{\text{рц},\text{х}}$ – ентальпія рециркулюючого повітря приміщення, відповідно для теплого і холодного періодів, кДж/кг;

$h_{\text{к},\text{т}}$, $h_{\text{к},\text{х}}$ – ентальпія повітря на виході із зрошувальної камери або поверхневого повітроохолоджувача відповідно для теплого і холодного періоду кДж/кг.

Середньорічні надлишки теплоти $Q_{\Gamma,\text{ср}}$, Вт, слід визначати розрахунком при середньорічних значеннях параметрів зовнішнього клімату, а при їх відсутності допустимо приймати величину $Q_{\Gamma,\text{ср}}$ – середньої між надлишками теплоти в теплий і холодний періоди року. Якщо повітрянагрівачі другого або зонального підігрівання системи кондиціонування повітря обслуговують декілька приміщень, то величина $Q_{\Gamma,\text{ср}}$ – визначається як сума для всіх обслуговуваних приміщень.

5. Річна витрата холоду прямої СКП, кДж/г, визначається по формулі:

$$Q = 0,143nmG_{\Pi}\Delta h_{\Gamma}M_3K_3K_4 \quad (23)$$

де: n – число робочих днів тижня;

m – тривалість зміни, години;

G_{Π} – максимальна витрата припливного повітря, кг/годину;

K_3 та K_4 – коефіцієнти, які визначаються по таблиці 3 в залежності від

тривалості періоду вжитку теплоти;

$$\Delta h_T = h_T - h_{3,T} \quad (24)$$

h_T – ентальпія повітря найспекотнішого місяця, визначається по формулі (3);

$h_{3,T}$ – ентальпія повітря на виході з камери зрошення або повітроохолоджувача в теплий період року;

M_3 – тривалість періоду вжитку холоду за рік.:

$$M_3 = 182,5 (\Delta h_T / \Delta h_{T,\Gamma})^{0,5} \quad (25)$$

де: Δh_T – по формулі (24);

$$\Delta h_{T,\Gamma} = h_T - h_\Gamma \quad (26)$$

h_Γ – середньорічна ентальпія зовнішнього повітря, яка визначається за формулою (6).

Число годин вжитку холоду за рік визначається за формулою

$$N_3 = 0,143 n m M_3 K_3 \quad (27)$$

де: n – число робочих днів тижня;

m – тривалість зміни, години;

M_3 – тривалість періоду вжитку холоду за рік по формулі (25);

K_3 – коефіцієнти, які визначаються по таблиці 3 в залежності від тривалості періоду вжитку теплоти;

6. Річна витрата холоду для СКП з першою рециркуляцією, кДж/г, визначається за формулою

$$Q_{рц,1} = Q - \Delta Q_{р,е} \quad (28)$$

де: Q – річна витрата прямої системи, яка визначається по формулі (23);

$\Delta Q_{р,е}$ – річна економія холоду, кДж/рік, яка визначається по формулі

$$\Delta Q_{р,е} = 0,143 n m (G_{п} - G_{рц}) \Delta h_{T,рц} M_{рц} K_3 K_4 \quad (29)$$

де n – число робочих днів тижня;

m – тривалість зміни, години;

$G_{п}$ – максимальна витрата припливного повітря, кг/годину;

K_3 та K_4 – коефіцієнти, які визначаються по таблиці 3 в залежності від тривалості періоду вжитку теплоти;

$$\Delta h_T = h_T - h_{рц} \quad (30)$$

$h_{рц}$ – ентальпія повітря, рециркулюючого в теплу пору року;

$M_{рц}$ – тривалість періоду роботи СКП з першою рециркуляцією, яка визначається по формулі (25), при $\Delta h_T = \Delta h_{T,рц}$

$G_{рц}$ – витрата повітря, що рециркулює, кг/год.

7. Річна витрата холоду для СКП з другою рециркуляцією, кДж/г:

$$Q_{рц,2} = (1 - G_2/G_{п})Q, \quad (31)$$

де: Q – річна витрата холоду по формулі (23);

G_2 – витрата повітря на другу рециркуляцію, кг/годину;

$G_{п}$ – витрата припливного повітря, кг/годину.

Приклад розрахунку річних витрати теплоти, холоду та електроенергії для системи кондиціонування повітря

Завдання. Визначити річні витрати теплоти, холоду і електроенергії центральної системи кондиціонування повітря, що працює 5 днів в тиждень по 9 годин на добу з 8 до 17 годин в Ялті в цеху точного машинобудування.

Вихідні дані: параметри зовнішнього повітря м. Ялта (параметри Б) ($t_n=30,5^\circ\text{C}$, $h_n=64,5$ кДж/кг); робоча різниця температур приймаємо $\Delta t_p=5^\circ\text{C}$, теплове навантаження $Q_{\text{заг}}=45$ кВт, і вологісне $W_{\text{заг}}=20$ кг/год., а в холодний період $Q_{\text{заг}}=25$ кВт, і вологісне $W_{\text{заг}}=20$ кг/год. Прийняти шляховий підігрів повітря в припливній і рециркуляційній лініях 1°C . Параметри повітря в приміщенні за нормами приймаємо $t_b=22^\circ\text{C}$; $\phi_b=45\%$. (в теплий період року). Масова витрата зовнішнього повітря приймаємо а в відсотках від масової витрати вентиляючого повітря $G_n = p \cdot G_b$, $p=0,2$

Для визначення параметрів будуємо процеси кондиціонування повітря для даної задачі та визначаємо витрату повітря $G_n=16200$ кг/год [5]

Рішення. По табл.1 для Ялти середнє значення ентальпії зовнішнього повітря найхолоднішого місяця $h_{\text{ср,х}}=13,6$ кДж/кг, амплітуда цієї ентальпії $A_{\text{е,х}}=2,1$ кДж/кг. Ентальпія найжаркішого місяця $h_{\text{ср,т}}=52$ кДж/кг і амплітуда $A_{\text{е,т}}=7,0$ кДж/кг. Середньорічна ентальпія $h_{\text{ср,г}}=30,2$ кДж/кг.

1. Для середини робочого часу $0,5(8+17)=12,5$ рік

Визначаємо по таблиці 2 $K_1=0,79$ і $K_2=0,78$.

Середня за час роботи системи ентальпія зовнішнього повітря для найспекотнішого місяця по формулі (3):

$$h_t = h_{\text{ср,т}} + A_{\text{е,т}} K_1 K_2$$

$$h_t = 52 + 7,0 \cdot 0,79 \cdot 0,78 = 56,3 \text{ кДж/кг}$$

найхолоднішого місяця по формулі (4)

$$h_x = h_{\text{ср,х}} + A_{\text{е,х}} K_1 K_2$$

$$h_x = 13,6 + 2,1 \cdot 0,79 \cdot 0,78 = 14,7 \text{ кДж/кг}$$

для найспикотнішого місяця

Середня річна ентальпія по формулі (6)

$$h_{\Gamma} = h_{\text{ср,}\Gamma} + 0,5(A_{\text{е,}\Gamma} + A_{\text{е,х}})K_1K_2$$

$$h_{\Gamma} = 30,2 + 0,5(7,0 + 2,1) \cdot 0,79 \cdot 0,78 = 33 \text{ кДж/кг.}$$

2. Витрата теплоти на перше підігрівання для прямої СКП по формулі (14) дорівнює:

$$Q = 0,143nmG_{\Pi}\Delta h_{\text{к}}M_2K_3K_4$$

$$Q = 0,143 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 16200(21 - 7,23)134 \cdot 0,94 \cdot 0,65 = 117,5 \cdot 10^6 = 122,8 \text{ ГДж/рік,}$$

де по формулі (17)

$$M_2 = 182,5[(21 - 7,23)/(33 - 7)]^{0,5} = 134 \text{ суток; } K_3 = 0,94; K_4 = 0,65 \text{ по табл. 3.}$$

2. Число годин роботи першого підігріву по формулі (20)

$$N_2 = 0,143nmM_2K_3$$

$$N_2 = 0,143 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 134 \cdot 0,94 = 910 \text{ год/рік.}$$

3. Витрата теплоти для СКП, що працює з першою рециркуляцією, по формулі (14) і по таблиці. 3, где $K_3 = 0,92$ и $K_4 = 0,65$.

$$Q = 0,143 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 16200 \cdot 3,08 \cdot 89,5 \cdot 0,92 \cdot 0,65 = 12,7 \text{ ГДж/Г,}$$

где, по формуле (16) $\Delta h_{\text{к}} = h_{\text{к,з}} - [h_{\text{рц}}(1 - G_{\text{н}}/G_{\text{п}}) + h_{\text{н}}G_{\text{н}}/G_{\text{п}}]$

$$\Delta h_{\text{к}} = 44 - [41(1 - 3,4/16,2) + 30,5 \cdot 3,4/16,2] = 5,2 \text{ кДж/кг;}$$

а M_2 по формулі (17) равна:

$$M_2 = 182,5(\Delta h_{\text{к}}/\Delta h_{\text{к,}\Gamma})^{0,5}$$

$$M_2 = 182,5\left[\frac{4,6}{(33 - 7)3,4/16,2}\right]^{0,5} = 171,6 \text{ діб.}$$

Число годин роботи першого підігріву по формулі (20).

$$N_2 = 0,143 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 171,6 \cdot 0,92 = 1012 \text{ год/рік.}$$

4. Річна витрата теплоти на другий підігрівання для прямої СКП та

для СКП і з рециркуляцією по формулі (21) з врахуванням середньорічних надлишків теплоти в приміщенні 25000 Вт(х.п.р):

$$Q_2 = 52mn[(G_{\text{п}} - G_{\text{рц},2})\Delta h_{\text{г}} - 3,6Q_{\text{г,ср}}],$$

$$Q = 52 \cdot 5 \cdot 9(16200 - 3400) \cdot 16 - 3,6 \cdot 32500 = 176 \text{ ГДж/Г},$$

де середньорічна різниця ентальпій по формулі (22):

$$\Delta h_{\text{г}} = 0,5(h_{\text{рц},\text{г}} + h_{\text{рц},\text{х}} - h_{\text{к},\text{г}} - h_{\text{к},\text{х}})$$

$$\Delta h_{\text{г}} = 0,5(52 + 36 - 44 - 18) = 13 \text{ кДж/кг}.$$

5. Річна витрата холоду по формулі (23) і таблиці. 3 для прямої системи кондиціонування повітря:

$$Q = 0,143nmG_{\text{п}}\Delta h_{\text{г}}M_3K_3K_4$$

$$Q = 0,143 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 16200(52 - 40)134 \cdot 0,94 \cdot 0,65 = 102 \text{ ГДж/рік},$$

где: $M_3 = 182,5[(52 - 40)/(52 - 30)]^{0,5} = 134$ суток.

Число часів вжитку холоду по формулі (27).

$$N_3 = 0,143nmM_3K_3$$

$$N_3 = 0,143 \cdot 5 \cdot 9 \cdot 134 \cdot 0,94 = 810 \text{ годин}$$

6. Річна витрата холоду при роботі з першою рециркуляцією по формулі (28).

$$Q_{\text{рц},1} = Q - \Delta Q_{\text{р,е}}$$

$$Q_{\text{рц},1} = 102 - 3,8 = 98,2 \text{ ГДж/Г},$$

де: $\Delta Q_{\text{р,е}}$ визначена по формулі (29)

$$\Delta Q_{\text{р,е}} = 0,143nm(G_{\text{п}} - G_{\text{рц}})\Delta h_{\text{т,рц}}M_{\text{рц}}K_3K_4$$

$$\Delta Q_{\text{р,е}} = 0,143 \cdot 5 \cdot 9(16,2 - 12,9)10^3(54,9 - 52) \cdot 107 \cdot 0,91 \cdot 0,65 = 3,8 \text{ ГДж/Г},$$

при M_3 , яка визначена по формулі (25)

$$M_3 = 182,5(\Delta h_{\text{г}}/\Delta h_{\text{т,г}})^{0,5}$$

$$\Delta h_{T,\Gamma} = h_T - h_{3,\Gamma}$$

$$M_3 = 182,5[(56,3 - 52)/(56,3 - 44)]^{0,5} = 107 \text{ діб.}$$

$$K_3 = 0,91; K_4 = 0,65$$

Відповідь: Річна витрата холоду при роботі з першою рециркуляцією
 $Q_{pc,1} = 98,2 \text{ гДж/Г}$, а для прямої СКП $Q = 102 \text{ гДж/рік}$

Таблиця 1

Характеристики річного руху ентальпії зовнішнього повітря

№№ зп	Найменування пункту	Середнє значення ентальпії, кДж/кг			Амплітуда ентальпії, кДж/кг	
		за рік $h_{ср,г}$	самого спикот- ного місяця $h_{ср,т}$	самого холодного місяця $h_{ср,х}$	самого спикот- ного місяця $A_{е,т}$	самого холодного місяця $A_{е,х}$
1	Вінниця	20,8	43,6	-0,1	6,2	1,3
2	Луганськ	21,4	46,6	-1,2	6,4	1,5
3	Днепропетровськ	22,7	47,6	0,2	5,9	1,3
4	Запоріжжя	22,5	47,2	0,5	4,9	2,0
5	Ізмаїл	25,5	49,0	4,7	5,5	0,8
6	Київ	20,9	44,0	0,3	5,9	1,2
7	Кіровоград	21,7	45,4	0,9	4,5	1,4
8	Львів	22,7	44,4	3,4	4,8	1,5
9	Маріупіль	23,8	51,4	2,0	7,0	0,5
10	Миколаїв	24,8	48,4	3,3	4,8	1,6
11	Одеса	25,5	49,0	4,7	5,5	0,8
12	Рівно	21,6	43,6	1,1	7,0	1,6
13	Севастопіль	30,0	52,7	11,7	6,9	2,2
14	Симферопіль	25,3	46,5	7,5	7,8	3,7
15	Ужгород	25,6	46,3	4,5	8,3	2,2
16	Умань	21,1	44,7	0,6	6,9	1,1
17	Харьків	20,0	45,2	-1,9	5,8	1,3
18	Херсон	24,9	51,2	4,3	8,0	2,1
19	Чернігів	20,7	45,2	-0,6	4,2	0,9
20	Ялта	30,2	52,0	13,6	7,0	2,1

Таблица 2

Значения коэффициентов : K_1 – для тривалості роботи в годинах та K_2 – для середини праці тривалості роботи

Коэффициенты	Тривалість роботи системи за добу									
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22
K_1	0,95	0,9	0,83	0,74	0,64	0,53	0,41	0,3	0,19	0,09
K_2	-0,97	-0,71	-0,26	0,6	0,71	0,97	0,97	0,71	0,26	-0,26

Список літератури

1. Оносовский В.В. Моделирование и оптимизация холодильных установок. – Ленинград: Издательство Ленинградского государственного университета, 1990 – 205 с.
2. Грачев Ю.Г. Основы оптимизации систем кондиционирования микроклимата.– Пермь: изд. Пермского политехнического института, 1987 – 80с.
3. Белова Е.М. Центральные системы кондиционирования воздуха .– М.: Евроклимат, 2006. – 642 с.
4. СНиП 2.04.05.91У «Отопление, вентиляция и кондиционирование», 1991. –88 с.
5. Липа О.І., Жихарева Н.В., Піщанська Н.О. Теоретичні основи кондиціонування повітря Посібник до самостійної роботи та виконання контрольних робіт для студентів які проходять перепідготовку – Одеса, ОДАХ, 2010. – 52 с.
6. СНиП 2.01.01-82 «Строительные климатология и геофизика», 1982 – 324 с.
7. Сборник задач по расчету систем кондиционирования воздуха микроклимата зданий. /Под редакцией к.т.н., доц.Э.В.Сазонова.– Воронеж : Из-во Воронежского государственного университета, 1988 – 296 с.
8. Пособие 9.91 к СНиП 2.04.05–91. «Годовой расход энергии системами отопления, вентиляции и кондиционирования.» Промстройпроект М , 1993. – 43 с.
9. Липа А.И. Кондиционирование воздуха. Основы теории. Современные технологии обработки воздуха. – Одесса, Из-во ВМВ, 2010. – 607 с.
10. Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами.– М.: Евроклимат, 2003 – 400 с.
11. Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины . – С.Пб.:Судостроение, 1994. – 504 с.
- 12.Белова Е.М. Системы кондиционирования воздуха с чиллерами и фэнкойлами.– М.: Евроклимат, 2003 – 400 с.
- 13.Захаров Ю.В. Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины . – С.Пб.:Судостроение, 1994. – 504 с.

14. Брух С.В. Сравнительный анализ энергоэффективности мультizonальных систем кондиционирования воздуха // С.О.К. 2004. – № 2. – с. 60–67.
15. Вычужанин В.В. Оценка энергоэффективности системы холодоснабжения для СКВ воздуха // С.О.К. — 2006. — № 9. — с. 62–65.

