

**МЕХАНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Теплотехніка та теплові двигуни»**

**РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦІОНЕРА**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

**до виконання дипломного проектування  
та практичних занять  
з дисципліни**

***„ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА  
КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ”***

**Частина 1**

**РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР КАМЕРИ ЗРОШУВАННЯ**

**Харків 2009**

Методичні вказівки розглянуто та рекомендовано до друку на засіданні кафедри “Теплотехніка та теплові двигуни” 14 квітня 2008 р., протокол № 12.

У методичних вказівках наведена методика розрахунку і вибору зрошувальної камери для зимового і літнього режимів роботи. За заданими параметрами повітря до і після зрошувальної камери визначається конструкція зрошувальної камери і параметри води, яка розбризкується форсунками.

Рекомендуються для студентів спеціальності «Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання

Укладачі:

проф. С.А.Єроценков,  
доценти Є.Є.Счастний,  
Т.І.Ярошенко

Рецензент

доц. І.П. Полтавський

## РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦІОНЕРА

### МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

до виконання дипломного проектування  
та практичних занять

з дисципліни  
*„ОПАЛЕННЯ, ВЕНТИЛЯЦІЯ ТА  
КОНДИЦІОНУВАННЯ ПОВІТРЯ”*

Частина 1

### РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР КАМЕРИ ЗРОШУВАННЯ

Відповідальний за випуск Счастний Є.Є.

Редактор Етколо О.О.

---

Підписано до друку 20.10.08 р.  
Формат паперу 60x84 1/16 . Папір писальний.  
Умовн.-друк.арк. 0,5 Обл.-вид.арк. 1,75.  
Замовлення № Тираж 100. Ціна

---

Видавництво УкрДАЗТу, свідоцтво ДК 2874 від. 12.06.2007 р.  
Друкарня УкрДАЗТу,  
61050, Харків - 50, майдан Фейєрбаха, 7

**УКРАЇНСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ  
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ**

Кафедра «Теплотехніка та теплові двигуни»

**РОЗРАХУНОК ТА ВИБІР ОБЛАДНАННЯ  
ЦЕНТРАЛЬНОГО КОНДИЦІОНЕРА**

Частина 1

**«Розрахунок та вибір камери зрошування»**

**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до виконання дипломного проектування та практичних  
занять з дисципліни „Опалення, вентиляція та  
кондиціонування повітря” для студентів спеціальності  
«Теплоенергетика» денної та заочної форм навчання

Харків - 2008

Методичні вказівки розглянуті та рекомендовані до друку на засіданні кафедри “Теплотехніка та теплові двигуни” від 14 квітня 2008 р., протокол № 12.

У методичних вказівках приведена методика розрахунку і вибору зрошувальної камери для зимового і літнього режимів роботи. По заданих параметрах повітря до і після зрошувальної камери визначається конструкція зрошувальної камери і параметри води, яка розбризкується форсунками..

Укладачі:  
проф С.А.Єроценков,  
доц. Є.Є.Счастний,  
доц. Т.І.Ярошенко

Рецензент:  
доц. І.П. Полтавський

## КАМЕРА ЗРОШУВАННЯ

Розрахунок зрошувальної камери за методикою Н І І сантехніки.

### *Літній режим*

*Вихідні дані для розрахунку:*

- кількість повітря, що обробляється кондиціонером  $L_0'$ , кг/год;
- параметри повітря, що надходять до зрошувальної камери:
  - $t_n$  – температура повітря за сухим термометром, °С;
  - $h_n$  – ентальпія повітря, кДж/кг;
  - $d_n$  – вологовміст повітря, г/кг с. п.;
  - $\varphi_n$  – відносна вологість повітря, %;
- параметри повітря після камери зрошування:
  - $t_k$  – температура повітря за сухим термометром, °С;
  - $h_k$  – ентальпія повітря, кДж/кг;
  - $d_k$  – вологовміст повітря, г/кг с. п.;
  - $\varphi_k$  – відносна вологість повітря, %.

*Послідовність розрахунку [1]:*

Універсальний коефіцієнт теплообміну в камері зрошування:

$$E' = 1 - \frac{t_k - t_{м.к}}{t_n - t_{м.н}}, \quad (1)$$

де  $t_{м.н}$  – початкова температура повітря за мокрим термометром, °С;

$t_{м.к}$  – кінцева температура повітря за мокрим термометром, °С.

У відповідності до таблиці 1 приймаємо типову дворядну камеру з форсунками діаметром  $d_{\text{ф}}$ , мм; коефіцієнт зрошування  $\mu$ ; коефіцієнт теплообміну  $E$ .

Визначаємо продуктивність кондиціонера,  $\text{м}^3/\text{год}$ :

$$V'_0 = L'_0 / \rho,$$

де  $\rho$  – густина повітря,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Таблиця 1.

| $d_{\text{ф}}$ ,<br>мм | Коефіцієнт теплообміну | Коефіцієнт зрошування $\mu$ , $\text{кг}/\text{кг}$ |      |      |      |     |      |     |     |     |      |               |
|------------------------|------------------------|---|------|------|------|-----|------|-----|-----|-----|------|---------------|
|                        |                        | 0,8   | 0,9  | 1    | 1,1  | 1,2 | 1,3  | 1,4 | 1,5 | 1,6 | 1,7  | 1,8 та більше |
| 3,5                    | $E'$                   | 0,78  | 0,81 | 0,84 | 0,87 | 0,9 | 0,92 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,92 | 0,92          |
|                        | $E$                    | 5   | 5    | 5    | 5    |     |      | 2   | 2   | 2   |      |               |
| 3,5                    | $E'$                   | 0,79  | 0,82 | 0,86 | 0,89 | 0,9 | 0,95 | 0,9 | 0,9 | 0,9 | 0,95 | 0,95          |
|                        | $E$                    |   | 5    |      |      | 2   |      | 5   | 5   | 5   |      |               |
| 4-5                    | $E'$                   | 0,68  | 0,7  | 0,72 | 0,74 | 0,7 | 0,77 | 0,7 | 0,8 | 0,8 | 0,83 | 0,84          |
|                        | $E$                    |   |      |      |      | 6   | 5    | 9   | 1   | 2   |      |               |
| 4-5                    | $E'$                   | 0,73  | 0,75 | 0,75 | 0,79 | 0,8 | 0,83 | 0,8 | 0,8 | 0,8 | 0,89 | 0,9           |
|                        | $E$                    |   | 5    | 5    | 5    | 2   | 5    | 5   | 6   | 8   | 5    |               |

За таблицею 2 обираємо для кондиціонера КТ відповідної марки живий переріз для проходження повітря до камери зрошування  $F_{\text{к}}$ ,  $\text{м}^2$ .

Таблиця 2.

| Марка кондиціонера | $V'_0$ ,<br>$\text{м}^3/\text{год}$ | $F_{\text{к}}$ , $\text{м}^2$ | $n_{\text{ф}}$ , шт |     |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------|-----|
|                    |                                     |                               | 18                  | 24  |
| КТ-30              | 31500                               | 3,34                          | 108                 | 144 |
| КТ-40              | 40000                               | 4,17                          | 144                 | 192 |
| КТ-60              | 63000                               | 6,81                          | 192                 | 312 |
| КТ-80              | 80000                               | 8,52                          | 312                 | 416 |
| КТ-120             | 125000                              | 13,65                         | 468                 | 624 |

|        |        |       |     |      |
|--------|--------|-------|-----|------|
| КТ-160 | 160000 | 17,05 | 624 | 832  |
| КТ-200 | 200000 | 20,8  | 720 | 960  |
| КТ-250 | 250000 | 25,8  | 960 | 1280 |

Масова швидкість повітря, кг/м<sup>2</sup>с:

$$(V\gamma) = \frac{L'_o}{3600 * F_k} \quad (2)$$

Тепловий баланс в камері зрошування:

$$h_H - h_K = \mu \cdot c \cdot (t_{WK} - t_{WH}), \quad (3)$$

де  $t_{WH}$  – початкова температура води, що обробляється повітрям у камері зрошування, °С;

$t_{WK}$  – кінцева температура води, що обробляється повітрям у камері зрошування, °С;

$c$  – середня масова теплоємність води,  $c=4,19$  кДж/(кг °С).

З рівняння теплового балансу маємо:

$$t_{WK} = t_{WH} + \frac{h_H - h_K}{\mu c}, \quad (4)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт зрошування, кг/кг.

Коефіцієнт повного теплообміну в камері зрошування:

$$E = 1 - \frac{t_{MK} - t_{WK}}{t_{MH} - t_{WH}} \quad (5)$$

Після підстановки рівняння (4) в рівняння (5) знайдемо початкову та кінцеву температуру води, що обробляється повітрям у камері зрошування:

$$t_{WH} = t_{MH} - \frac{t_{MK} - t_{WK}}{1 - E}, \quad (6)$$

$$t_{wk} = t_{wh} + \frac{h_n - h_k}{\mu c}. \quad (7)$$

Попередньо приймаємо густину розміщення форсунок 24 шт/м<sup>2</sup> або 18 шт/м<sup>2</sup>, загальну кількість форсунок у прийнятій камері n<sub>ф</sub> обираємо за таблицею 2.

Витрата води складає, кг/год:

$$W_{\phi} = \mu * L'_{o}. \quad (8)$$

Потрібна продуктивність форсунки, кг/год:

$$q_{\phi} = \frac{W_{\phi}}{n_{\phi}}. \quad (9)$$

Умовна продуктивність форсунки, кг/год:

$$\bar{q}_{\phi} = \frac{q_{\phi}}{0.93}. \quad (10)$$

Потрібний тиск води перед форсункою P<sub>ф</sub> знайдемо за таблицею 3 в залежності від  $\bar{q}_{\phi}$  та d<sub>ф</sub>.

Таблиця 3

| d <sub>ф</sub> ,<br>мм | Пропускна спроможність форсунок $\bar{q}_{\phi}$ , кг/год, при тиску води P <sub>ф</sub> , кПа |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |
|------------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                        | 100  | 110 | 120 | 130 | 140 | 150 | 160 | 170 | 180 | 190 | 200 |
| 3,5                    | 198  | 208 | 217 | 227 | 236 | 244 | 253 | 261 | 269 | 276 | 284 |
| 4                      | 235  | 247 | 259 | 270 | 280 | 290 | 300 | 310 | 319 | 328 | 337 |
| 4,5                    | 274  | 288 | 301 | 314 | 327 | 339 | 350 | 361 | 372 | 383 | 393 |
| 5                      | 314  | 330 | 346 | 360 | 374 | 388 | 401 | 414 | 427 | 439 | 451 |

Витрата холоду в камері, кДж/год:

$$Q_x = L'_{o} * (h_n - h_k). \quad (11)$$



## **Розрахунок форсунчастої камери, що працює на адіабатному (зимовому) режимі**

*Вихідні дані для розрахунку:*

Початкові параметри повітря:

- температура повітря за сухим термометром  $t_{c1}$ , °С;
- температура повітря за мокрим термометром  $t_{m1}$ , °С;

Кінцеві параметри повітря :

- температура повітря за сухим термометром  $t_{c2}$ , °С;
- відносна вологість повітря  $\varphi_k$ , %.

*Послідовність розрахунку [3]:*

Величина коефіцієнта ефективності ізоінтальпного процесу в камері зрошування визначається за формулою

$$E_a = E' = 1 - \frac{t_{c2} - t_{m1}}{t_{c1} - t_{m1}} \quad (12)$$

За таблицю 4 знаходимо коефіцієнт зрошення  $\mu$  для дворядної форсункової камери при обраному раніше  $d_{\phi}$  та розрахованому  $E_a$ .

Таблиця 4

| Коефіцієнт | $d_{\phi}$ , мм | Коефіцієнт зрошування $\mu$ , кг/кг |      |      |      |       |      |      |      |      |      |                |      |
|------------|-----------------|-------------------------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|----------------|------|
|            |                 | 0,8                                 | 0,9  | 1    | 1,1  | 1,2   | 1,3  | 1,4  | 1,5  | 1,6  | 1,7  | 1,8 та більш е |      |
| $E_a$      | 3,5             | 0,82                                | 0,86 | 0,89 | 0,91 | 0,935 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96 | 0,96           | 0,96 |
|            | 5               | 75                                  | 77   | 79   | 82   | 84    | 85   | 865  | 89   | 895  | 9    | 92             |      |

За формулою (8) визначаємо витрату води, що розбризкується,  $W$ , кг/год. Витрата води через одну

форсунку (пропускна спроможність)  $q_{\phi}$  визначається за формулою (9).

За таблицею 3 знаходимо тиск води перед форсункою  $P_{\phi}$ , кПа при розрахованому  $q_{\phi}$ .

### **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

- 1 Пеклов А.А., Степанова Т.А. Кондиционирование воздуха. – К. 1978.
- 2 Нестеренко А.В. Основы термодинамических расчетов вентиляции и кондиционирования воздуха. - М., 1971.
- 3 Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. – М., 1982.
- 4 Справочник по теплоснабжению и вентиляции. Кн. 2 Вентиляция и кондиционирование воздуха / Р.В. Щекин и др. – К., 1976.
- 5 СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М., 1996.
- 6 Свердлов Г.З., Явнель Б.К. Курсовое и дипломное проектирование холодильных установок и установок кондиционирования воздуха. – М., 1972.
- 7 Гусев В.М., Ковалев Н.И., Попов В.П., Потрошков В.А. Теплотехника, отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Л., 1981.
- 8 Сидоров Ю.П. Основы кондиционирования воздуха на предприятиях железнодорожного транспорта. – М., 1984.
- 9 Голубков Б.Н., Романова Т.М., Гусев В.А. Проектирование и эксплуатация установок кондиционирования воздуха и отопления. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 190 с.
- 10 Изменение №1 СНиП 2.04.05-91 Отопление, вентиляция и кондиционирование / Госстрой Украины. – К., 1998.





