

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ**



Піщанська Н.О.

**Методичні вказівки до самостійної роботи
з кондиціонування повітря**

Одеса, 2019

УДК 621.565

Піщанська Н.О. Методичні вказівки до самостійної роботи. 2019. –10 с.

Методичні вказівки розроблено згідно з робочою навчальною програмою дисципліни «Кондиціонування повітря» для студентів, які навчаються за напрямом підготовки «Енергомашинобудування», спеціальності «Холодильні машини і установки» денної та заочної форми навчання.

Призначено для виконання самостійних робіт студентами денної та заочної форми навчання по закріпленню окремих тем дисципліни.

Рецензент:

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

Протокол № _____ 2019 р.

Розглянуто та рекомендовано до видання на засіданні науково-методичної комісії з напряму підготовки «Енергомашинобудування»

Протокол № _____ 2019 р.

ЗМІСТ ОСНОВНИХ ТЕМ ДОСЛІДЖЕНЬ

Терміни та визначення.

Санітарно-гігієнічні основи вентиляції.

Властивості вологого повітря.

Побудова та знаходження основних параметрів вологого повітря за допомогою $h-d$ діаграми.

Елементарні процеси зміни тепловологісного стану повітря в $h-d$ діаграмі.

Процеси нагріву і охолодження повітря за постійного вологовмісті.

Процеси охолодження повітря за зміни вологовмісту.

Процеси нагріву та зволоження повітря, що відбуваються одночасно.

Зволоження повітря парою.

Кутовий коефіцієнт і кутовий масштаб процесів зміни стану вологого повітря.

Зміна стану повітря за змішування різних його обсягів та станів.

Визначення необхідного повітрообміну для обслуговування приміщень.

Розрахункові параметри зовнішнього повітря.

Класи СКП.

Нормовані метеорологічні параметри внутрішнього повітря.

Надходження теплоти та вологи в приміщення.

Побудова процесу асиміляції теплоти та вологи в $h-d$ діаграмі

Визначення повітрообміну.

Процес оброблення повітря в холодний період.

Кондиціонери. Центральні кондиціонери.

Загальні вимоги до центральних СКВ.

Функціональні можливості устаткування за різної комплектації технологічними блоками.

Схеми кондиціонерів. СКП з першою та другою рециркуляціями.

Центральні кондиціонери з доводниками.

СКП випарувального охолодження повітря.

Кондиціонери спліт-систем. Загальна характеристика.

Конструкція і місце встановлення внутрішніх блоків.

Шафові кондиціонери.

Покрівельні кондиціонери.

Камери зрошення. Конструкція та принцип роботи.

Основні параметри камери зрошення та їхній розрахунок.

Заняття 1

Побудова процесу асиміляції теплоти і вологи в $h-d$ діаграмі

Побудова процесу виконується в $h-d$ діаграмі (побудова самої діаграми та її застосування для аналізу процесів тепловологісної оброблення повітря наведено у літературі [1, 3, 4]). На діаграмі відповідно до вихідних даних до проекту наносять

точки "Н" (зовнішнє повітря) і "В" (внутрішнє повітря) для теплого періоду року. Через точку "В" проводять промінь процесу асиміляції припливним повітрям надлишків тепла і вологи у приміщенні, що обслуговується. Кутовий коефіцієнт променя обчислюється за формулою:

$$\varepsilon = \Sigma Q_n / \Sigma W_n \quad (1)$$

де ΣQ_n - сума надходжень повної теплоти в приміщення, кДж/год (якщо теплові надходження у Вт, то додають коефіцієнт перерахунку 3,6);

ΣW_n - сума надходжень водяної пари до приміщення, кг/год.

За наявності кутового масштабу орієнтація променя " ε_n " здійснюється методом його паралельного переносу в точку "В".

Оскільки в теплий період завданням СКП є асиміляція надлишків теплоти і вологи в приміщенні, температура і вологовміст припливного повітря повинні бути нижчими за відповідні параметри точки В (рис. 1).

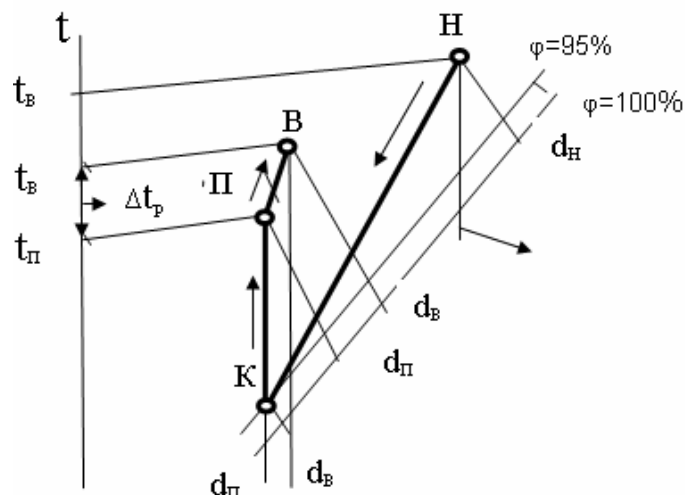


Рис. 1 – h-d діаграма процесу обробки повітря в теплий період року

Для процесу асиміляції теплоти ΣQ_n (кДж/год) і вологи ΣW (кг/год), у результаті якого встановлюються задані параметри у зоні обслуговування, справедливі співвідношення:

$$\Sigma Q_n = (h_B - h_n) \cdot m_B, \quad (2)$$

$$\Sigma W = (d_B - d_n) \cdot m_B, \quad (3)$$

де h_B ; h_n - ентальпія повітря відповідно точок "В" і "П", кДж/кг;

m_B - кількість припливного повітря, кг;

d_b ; d_n – вологовміст повітря точок “В” і “П”, г/(кг сухого повітря).

Із формули (2) випливає, що за постійних значень Q_n та h_b необхідна кількість припливного повітря " m_b " буде тим меншою, чим нижча величина h_n . Менша кількість припливного повітря вигідна, оскільки одночасно зменшуються капітальні й експлуатаційні витрати на СКП. Кількість припливного повітря буде мінімальною, якщо взяти параметри припливного повітря в точці перетину " ϵ_n " з кривою відносної вологості $\phi=100\%$. Коли надходження вологи у приміщення відносно великі, промінь " ϵ_n " не перетинається з $\phi=100\%$. Для зменшення коливань температури у робочій зоні рекомендується визначитися з "робочою різницею температур" Δt_p , яку залежно від висоти приміщення слід приймати у межах 2-4 °С (для громадських та житлових будівель). Висота приміщень при цьому повинна знаходитися у межах 4-6 м.

Заняття 2

Розрахунок повітрообміну для систем кондиціонування

Графоаналітичний розрахунок процесу оброблення повітря для теплого періоду року виконують у наведених нижче складі й порядку операцій.

- нанесення точок "Н" і "В" в h-d діаграмі (рис 1);
- обчислення кутового коефіцієнта процесу для теплого періоду, його побудова в h-d діаграмі;
- вибір розрахункової різниці температур, Δt_p ;
- визначення в h-d діаграмі положення точки "П", що характеризує параметри припливного повітря.

Точка "П" знаходиться на перетині променя процесу " ϵ_n " з ізотермою t_n .

$$t_n = t_b - \Delta t_p \quad (4)$$

- потрібна кількість припливного повітря визначається за формулою:

$$m = 3,6 \cdot Q_n / (h_b - h_n) \quad (5)$$

де Q_n – сумарні теплові надходження, Вт.

- із т. “П” проводиться лінія $d_n = \text{const}$ до перетину з кривою відносної вологості $\phi=95\%$. Знайдена таким чином точка “К” з’єднується з точкою “Н”, що

характеризує в I-d діаграмі параметри зовнішнього повітря теплого періоду року.

Відрізок “НК” відображає у діаграмі процес охолодження й осушення повітря у повітроохолоджувачі будь-якого типу (поверхневому або контактному); відрізок “КП” – процес нагріву повітря у повітронагрівачі другого підігріву (теплообмінник, що живиться гарячою водою, або електричний повітронагрівач).

Таким чином, розв’язане основне завдання розрахунку – визначено повітрообмін приміщення і параметри припливного повітря, за яких у розрахунковому режимі теплого періоду забезпечується підтримання заданих параметрів внутрішнього повітря.

Крім цього, визначені потужності технологічних блоків, що обробляють припливне повітря у теплий період (повітроохолоджувач, повітронагрівач другого підігріву, вентилятор).

Заняття 3 **Процес обробки повітря у холодний період**

У холодний період причинами зміни температури та відносної вологості внутрішнього повітря громадських та адміністративно-побутових будівель є:

- надходження теплоти і вологи від людей;
- надходження теплоти від чергового або звичайного опалення;
- витрачання теплоти через конструкції, що огороджують приміщення.

Завданням СКП (або СВ) у цьому випадку є подача припливного повітря таких параметрів, за яких забезпечується баланс теплоти й вологи у приміщенні, що обслуговується.

Розрахунок та побудову процесу виконують у такий послідовності:

- наносять в h-d діаграмі точки "Н" і "В" для холодного періоду року (рис. 2);
- визначають величини тепловологонадходжень у приміщення та тепловитрати.

Одночасно надходження теплоти від чергового опалення і витрати теплоти через огороження будівлі (приміщення) розраховують за загальноприйнятими методиками, а надходження теплоти й вологи від людей визначають аналогічно тепловому періоду з корекцією на нове значення $t_{в}$;

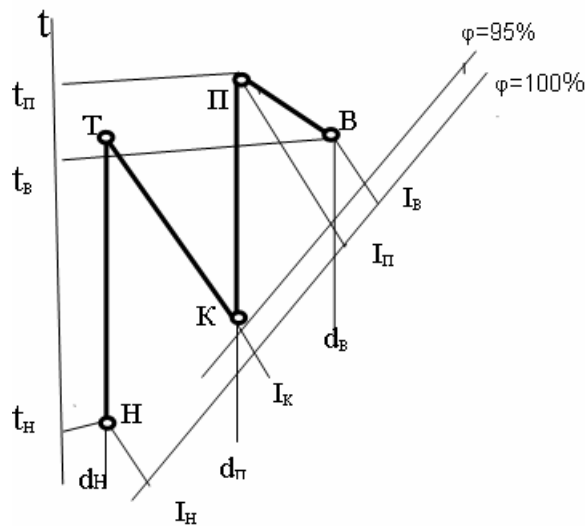


Рис. 2 – h-d діаграма обробки повітря у холодний період року за компенсації тепловитрат та асиміляції надлишків вологи

- обчислюють кутовий коефіцієнт ε_3 , що характеризує зміну параметрів припливного повітря за асиміляції надлишків теплоти (або компенсації її витрат) приміщення та надходжень вологи від людей:

$$\varepsilon = 3,6 \Sigma Q_n / \Sigma W_n \quad (6)$$

$$\text{де } Q_n = Q_n^l + Q_{q.o} - Q_{TP} \quad (7)$$

$Q_n^l, Q_{q.o}, Q_{TP}$ – надходження повної теплоти від людей, освітлення, устаткування (Q_n^l), від чергового опалення ($Q_{q.o}$), витрати теплоти огороженням будівлі або приміщення (Q_{TP}), Вт;

W – кількість водяної пари, яка надходить від людей, що знаходяться у приміщенні.

До того ж можливі випадки: $Q_n \geq 0, Q_n < 0$.

Кількість вологи, що надходить до приміщення: $W \geq 0$. Тому можливі кутові коефіцієнти процесів: $\varepsilon_3 \geq 0, \varepsilon_3 < 0$.

Відповідно визначенню ε_3 розташується в h-d діаграмі відрізок "ПВ".

- через точку "В" проводять промінь процесу, що відбувається в приміщенні, з кутовим коефіцієнтом ε_3 ;

- визначають розрахунковий вологовміст припливного повітря d_n :

$$d_n = d_6 - W \cdot 10^3 / m_6 \quad (8)$$

- знаходять точку перетину d_p і ε_3 , що визначає в h-d діаграмі параметри припливного повітря (точка "П", рис. 2);

- знаходять точку перетину лінії d_p з кривою $\varphi=95\%$ – точку "К".

- через точку "К" проводять ізоентальпу, а через "Н" - лінію d_p до перетину з ізоентальпою h_k . Точка перетину позначається "Т";

- порядок оброблення повітря в технологічних блоках у холодний період року наступний:

"НТ" – підігрів зовнішнього повітря у повітронагрівачі 1-го підігріву; "ТК" – зволоження і охолодження повітря (адіабатний процес) у зволожувачі; "КП" – підігрів повітря у повітронагрівачі 2-го підігріву;

"ПВ" – промінь процесу компенсації тепловитрат і асиміляція вологонадходжень у приміщення.

Наведені розрахунки і побудови на їх основі в h-d діаграмі дозволяють визначити початкові та кінцеві параметри кожного з елементарних процесів, послідовність яких формує комплексний процес оброблення повітря у холодний період року.

Особливістю розрахунку для холодного періоду є те, що до переліку заданих параметрів процесу не включена кількість припливного повітря. Вона дорівнює визначеному показнику для теплого періоду.

Маючи кількість повітря, а також його початкові та кінцеві параметри, можна визначити конструктивні особливості, тепловий та гідравлічний режими роботи технологічних блоків. Відповідні методика розрахунків наведені у літературі [1-4].

Література

1. Справочник проектировщика. Вентиляция и кондиционирование воздуха. Под общ. ред. И.Г. Староверова. - М.: Стройиздат. 1978.
2. Тихомиров К.В., Сергиенко Э.С. Теплотехника, теплогазоснабжение и вентиляция. - М.: Стройиздат, 1991.
3. Баркалов Б.В., Карпис Е.Е. Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях. - М.: Стройиздат, 1982.
4. Шульга Н.А., Алексахин А.А., Южно И.Ф. Теплоснабжение и вентиляция зданий. Учебное пособие. – Харьков; ХНАГХ, 2002. – 145 с.
5. Шушляков Д.О. Технічна механіка рідин і газів. – Харків: ХНАМГ, 2006. – 78 с.
6. Отопление, вентиляция и кондиционирование: СНиП 2.04.05-91*У. – К.: Будівельник, 1994. – 150 с.: ил.