

## ІНЖЕНЕРНІ МЕРЕЖІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД

УДК 669.697

### ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ПРОЦЕСІВ ЗМІНИ СТАНУ ПОВІТРЯ В СИСТЕМАХ КОНДИЦІОНУВАННЯ ДЛЯ ТЕПЛОГО ПЕРІОДУ

І. А. Пономарчук, Л. Д. Луценко

### СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕНЕНИЯ СОСТОЯНИЯ ВОЗДУХА В СИСТЕМАХ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ДЛЯ ТЕПЛОГО ПЕРИОДА

И. А. Пономарчук, Л. Д. Луценко

### COMPARATIVE ANALYSIS OF CHANGES IN STATE OF AIR CONDITIONING SYSTEMS FOR HEAT PERIOD

I. Ponomarchuk, L. Lutsenko

*Виконано математичне моделювання процесів зміни стану повітря в системах з ежекційними повітророзподільними пристроями та традиційних системах для теплового періоду року. Наведено результати математичного моделювання процесів зміни стану повітря. Наведено результати порівняльного аналізу енергоефективності в системах кондиціювання з ежекційними повітророзподільними пристроями та традиційних системах.*

**Ключові слова:** математичне моделювання, ежекційні повітророзподільні пристрої, процеси зміни стану повітря.

*Выполнено математическое моделирование процессов изменения состояния воздуха в системах с эжекционными воздухораспределительными устройствами и традиционных системах для теплового периода года. Приведены результаты математического моделирования процессов изменения состояния воздуха. Приведены результаты сравнительного анализа процессов изменения состояния воздуха в системах кондиционирования с эжекционными воздухораспределительными устройствами и традиционных системах.*

**Ключевые слова:** математическое моделирование, эжекционные воздухо распределительной устройства, процессы изменения состояния воздуха.

*Mathematical modeling of processes of change in the air condition systems with ejection air distribution devices and traditional systems to the warm period of the year. The results of mathematical modeling of processes of change in ambient air. The results of comparative analysis of processes of change in the state of air-conditioning systems with induction air diffusers and traditional systems.*

**Keywords:** mathematical modeling, tubular air ejection dividing device, process state changes of air.

#### Вступ

Розвиток ресурсозберігаючих конструкцій та технологій є актуальною проблемою як для будівництва в цілому, так і для систем забезпечення мікроклімату зокрема. Застосування ежекційних повітророзподільних пристроїв дозволяє значно спростити конструкцію систем кондиціювання повітря та зменшити їх енергоспоживання. Моделювання аеродинамічних режимів ежекційних повітророзподільних пристроїв наведено в [1].

Для оцінювання ефективності застосування систем вентиляції з ежекційними повітророзподільними пристроями необхідно виконати аналіз процесів зміни стану повітря та порівняти їх з традиційними системами. В зв'язку з тим, що визначальним для визначення продуктивності системи кондиціювання є холодопродуктивність системи, аналіз необхідно виконати для теплового періоду.

Важливим фактором при оцінюванні енергоефективності систем є також порівняння споживання електроенергії на транспортування кондиціонованого повітря.

**Мета роботи:** виконати порівняльний аналіз енерго- та ресурсоефективності систем кондиціонування з ежекційними повітророзподільними пристроями та традиційними системами для теплого періоду року.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі:

1. Виконати моделювання процесів зміни станів повітря у системах кондиціонування з ежекційними повітророзподільними пристроями та традиційних системах для теплого періоду року;
2. Виконати порівняльний аналіз результатів математичного моделювання процесів зміни станів повітря у системах кондиціонування з ежекційними повітророзподільними пристроями та традиційних системах, а також споживання холоду та електроенергії припливними вентиляторами систем.

### Основна частина

В зв'язку зі значним діапазоном можливих процесів обробки повітря в системах кондиціонування для порівняльного аналізу систем кондиціонування було прийнято конкретне приміщення, а саме: торгівельну залу загальною площею  $280 \text{ м}^2$ , об'єм приміщення  $12040 \text{ м}^3$ .

Вихідні дані для розрахунку [3]: температура зовнішнього повітря  $t_{\text{п}} = 27,3 \text{ }^\circ\text{C}$ , ентальпія зовнішнього повітря  $I_3 = 56,9 \text{ кДж/кг}$ , температура внутрішнього повітря  $t_{\text{в}} = 24 \text{ }^\circ\text{C}$ , відносна вологість внутрішнього повітря  $\phi = 50 \%$ , тепло надходження у приміщення  $Q = 19345 \text{ Вт}$ , кутовий коефіцієнт  $\xi = 11000 \text{ кДж/кг}$ .

### Моделювання зміни стану повітря у традиційних системах кондиціонування

Визначимо температуру припливного повітря [2]:

$$t_{\text{п}} = t_{\text{в}} - \Delta t (^\circ\text{C}), \quad (1)$$

де  $\Delta t$  – допустима різниця температур між припливним та внутрішнім повітрям,  $\Delta t = 7 \text{ }^\circ\text{C}$ .

$$t_{\text{п}} = 24 - 7 = 17 (^\circ\text{C})$$

Визначимо продуктивність системи, необхідну для асиміляції теплונнадходжень у приміщенні [2]:

$$G = \frac{Q}{(t_{\text{в}} - t_{\text{п}}) \cdot c} (\text{кг} / \text{с}). \quad (2)$$

$$G = \frac{19,345}{(24 - 17) \cdot 1,005} = 3,85 (\text{кг} / \text{с}).$$

Для визначення витрат холоду та теплоти на здійснення процесу обробки повітря в теплий період для традиційної системи кондиціонування будемо процес зміни стану повітря на I-d діаграмі.

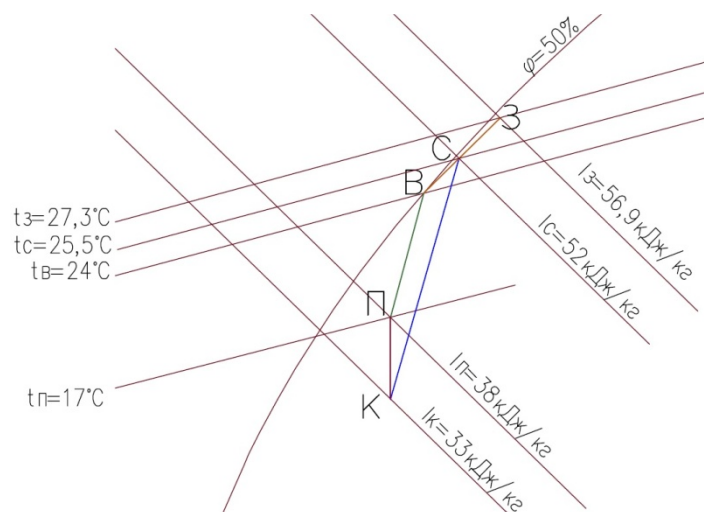


Рис. 1. I-d діаграма процесів зміни стану повітря у традиційних системах кондиціонування

Приймаємо систему кондиціонування з рециркуляцією. Процес рециркуляції буде позначатись лінією ВЗ. Параметри утвореної суміші зовнішнього та рециркуляційного повітря позначаються точкою С.

Визначимо кількість холоду, необхідну для охолодження повітря (процес 3-К на діаграмі):

$$Q_x = 3,85 \cdot (52 - 33) = 73(\text{кВт}).$$

Для можливості порівняння витрат електроенергії на транспортування кондиціонованого повітря виконаємо підбір припливного вентилятора. Припливний вентилятор для традиційної системи кондиціонування може бути прийнятий із умови забезпечення тиску 300Па в мережі. Цим параметрам відповідає вентилятор ВЦ 4-5 № 6,3 встановленою потужністю 1,5 кВт.

**Моделювання процесів зміни стану повітря для системи кондиціонування з ежекційними повітророзподільними пристроями**

Продуктивність системи за санітарними нормами визначаємо за формулою [2]:

$$L = n_{np} \cdot 60 + n_{нок} \cdot 20(\text{м}^3 / \text{год}), \quad (3)$$

де  $n_{np}$  – кількість працівників;  
 $n_{нок}$  – максимальна кількість покупців.

$$L = 20 \cdot 60 + 96 \cdot 20 = 3120(\text{м}^3 / \text{год}),$$

$$G = 3120 \cdot 1,2 / 3600 = 1,04(\text{кг} / \text{с}).$$

Визначимо температуру припливного повітря, необхідну для асиміляції теплонадходжень у приміщенні [2]:

$$t_{п} = t_{в} - \frac{Q}{G \cdot c} (^\circ\text{C}), \quad (4)$$

де  $c_g$  – теплоємність повітря, 1,005 кДж/кг·°С;

$$t_{п} = 24 - \frac{19,345}{1,04 \cdot 1,005} = 5,5(^\circ\text{C}).$$

Для визначення витрат холоду та теплоти на здійснення процесу обробки повітря в теплий період для системи кондиціонування з ежекційними повітророзподільними пристроями будемо процес зміни стану повітря на I-d діаграмі.

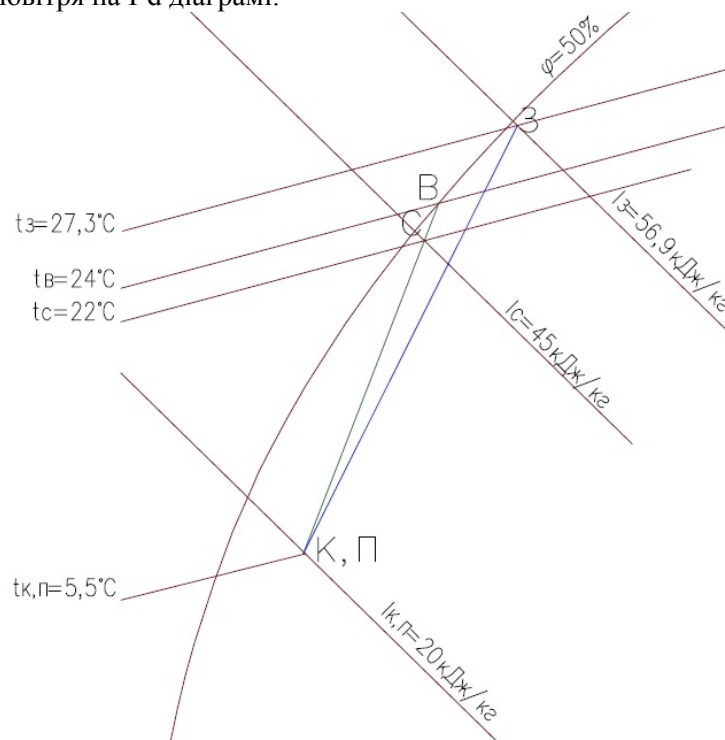


Рис. 2. I-d діаграма процесів зміни стану повітря у системах кондиціонування з ежекційними повітророзподільними пристроями

Параметри повітря на виході з ежекційного повітророзподільного пристрою описуються на I-d діаграмі точкою С.

Визначимо кількість холоду, необхідну для охолодження повітря (процес 3-К на діаграмі) [2]:

$$Q_x = G(I_3 - I_K)(\kappa Bm), \quad (5)$$

де  $I_K$  – ентальпія повітря у точці К на діаграмі, кДж/кг;

$\rho$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>.

$$Q_x = 1,04 \cdot (56,9 - 20) = 38,4(\kappa Bm).$$

Припливний вентилятор для системи кондиціювання з ежекційними повітророзподільниками може бути прийнятий із умови забезпечення тиску 300Па в мережі та додаткового тиску 200 Па для забезпечення процесу ежекції в повітророзподільнику. Цим параметрам відповідає вентилятор ВЦ 4-75 № 4 зі встановленою потужністю 0,75 кВт.

#### Висновки

- Вищенаведене моделювання процесів зміни стану повітря вказує, що система кондиціювання з ежекційними повітророзподільними пристроями є більш доцільною з економічної точки зору, так витрати холоду на процес обробки повітря знизилась на 48 %.
- Загальні витрати електроенергії на припливний вентилятор для системи з ежекційними повітророзподільниками складуть  $\approx 50$  % від традиційних систем.
- Матеріалоемність системи знизиться за рахунок зменшення перерізів повітропроводів на ділянках в зв'язку з меншою витратою повітря для системи з ежекційними повітророзподільними пристроями.

#### Список літератури

1. Пономарчук І. А. Моделювання аеродинамічних процесів в ежекційному повітророзподільному пристрої / І. А. Пономарчук, Л. Д. Луценко // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2012. – №2. – С. 107-109.
2. Пономарчук І. А. Вентиляція та кондиціювання повітря: Навчальний посібник / Пономарчук І. А., Волошин О. Б. – Вінниця: ВНТУ, 2004. 121 с.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".

**Пономарчук Ігор Анатолійович** – к.т.н., доцент кафедри теплогазопостачання Вінницького національного технічного університету.

**Луценко Людмила Дмитрівна** – магістрант кафедри теплогазопостачання Вінницького національного технічного університету.

**Пономарчук Ігорь Анатоліевич** – к.т.н., доцент кафедри теплогазоснабження Вінницького національного технічного університету.

**Луценко Людмила Дмитрієвна** – магістрант кафедри теплогазоснабження Вінницького національного технічного університету.

**Ponomarchuk Igor** – Ph.D., docent of department of Gas Supply Vinnytsia National Technical University.

**Lutsenko Ludmila** – master Vinnytsia National Technical University.