

УДК 629.113.06:628.83

А. Ковальчук, О. Возняк

Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра теплогазопостачання і вентиляції

## МІКРОКЛІМАТ У ПРИМІЩЕННІ ПРИ ПУЛЬСУЮЧОМУ РЕЖИМІ ПОДАЧІ ПОВІТРЯ

© Ковальчук А., Возняк О., 2002

**Описані результати визначення характеристик припливної струмини при пульсуючому режимі її витікання в приміщенні. Отримані аналітичні залежності для визначення параметрів струмини у випадку створення в приміщенні динамічного мікроклімату. Представлена у вигляді номограми двофакторна залежність швидкості повітряної струмини від координати та часу.**

Дослідження в приміщеннях як громадських, так і промислових будинків свідчать про те, що на тепловідчуття людини сприятливо впливають саме змінні подразники [1]. Такий пульсуючий режим витікання припливних струмин означає створення динамічного мікроклімату і на терморегуляції організму людини відображається позитивно.

Для прикладу можна навести відомі розробки для зварювальних цехів системи обдування робочих місць пульсуючими повітряними потоками. Також відомим є пристрій [2], що являє собою повітропровід, розділений поздовжньою перегородкою (заслінкою). Його встановлення дає можливість забезпечити періодичну зміну швидкості виходу струмини з насадків (сопел) за рахунок зміни кількості припливного повітря в кожній з двох частин цього повітропроводу.

Метою роботи є визначення параметрів струмини при пульсуючому режимі її витікання і створенні динамічного мікроклімату в приміщенні.

Розглянемо пульсуючу подачу повітря в системі кондиціонування повітря струминою, що розвивається у вільному просторі, і визначимо її параметри. Нехай струмина є осесиметричною, для якої осьова швидкість  $V_x$  у розрахунковій точці т.А з координатою  $x_A$  у випадку усталеного руху (без використання пульсуючого режиму) визначається відомою формулою розрахунку осьової швидкості  $V_x$  при відомій початковій  $V_0$  [3]:

$$V_x = V_0 \cdot m \frac{\sqrt{F_0}}{x} \quad (1)$$

При використанні пульсуючої подачі за допомогою відповідного пристрою [2] початкова швидкість  $V_0$  виходу струмини з певного насадка буде коливатись за періодичним законом, тобто, буде змінюватись в межах від  $V_{0_{\min}}$  до  $V_{0_{\max}}$ :

$$V_0 = \bar{V}_0 + A \cdot \cos \omega t, \quad (2)$$

де  $\bar{V}_0$  – середнє значення  $V_0$  за період коливань, м/с;  $A$  – амплітуда коливань величини  $V_0$ , м/с;  $\omega$  – циклічна (колова) частота коливань,  $c^{-1}$ ;  $t$  – проміжок часу, с.

При цьому величини  $\bar{V}_0$ ,  $A$  і  $\omega$  визначаються за такими відомими формулами:

$$\bar{V}_0 = 0,5 \cdot (V_{0_{\max}} + V_{0_{\min}}), \quad (3)$$

$$A = 0,5 \cdot (V_{0_{\max}} - V_{0_{\min}}), \quad (4)$$

$$\omega = \frac{2\pi}{T}, \quad (5)$$

де  $T$  – період коливань, с.

Зауважимо, що за початковий момент часу прийнято нейтральне положення заслінки.

Аналогічно запишемо вираз для коливань осьової швидкості  $V_x$  з врахуванням  $\omega = 2\pi/T$ :

$$V_x = \bar{V}_x + B \cdot \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \varphi\right) \quad (6)$$

Оскільки осьова швидкість  $V_x$  запізнюється за фазою порівняно з  $V_o$ , то початкова фаза  $\varphi$  входить у вираз (6) з від'ємним знаком.

У свою чергу середнє значення осьової швидкості  $\bar{V}_x$  та амплітуда її коливань  $B$  визначаються аналогічно ((7) і (8)), як і початкові параметри ((3) і (4)):

$$\bar{V}_x = 0,5 \cdot (V_{x_{\max}} + V_{x_{\min}}). \quad (7)$$

$$B = 0,5 \cdot (V_{x_{\max}} - V_{x_{\min}}). \quad (8)$$

На підставі (2); (6) та (1) отримуємо

$$\bar{V}_x + B \cdot \cos(\omega t - \varphi) = \bar{V}_o \frac{m\sqrt{F_0}}{x} + A \frac{m\sqrt{F_0}}{x} \cdot \cos \omega t. \quad (9)$$

Оскільки усталений режим є частковим випадком пульсуючої подачі з амплітудами коливань  $A = 0$  і  $B = 0$ , то (9) перетворюється в (10) і є аналогічним (1)

$$\bar{V}_x = \bar{V}_o \frac{m\sqrt{F_0}}{x}. \quad (10)$$

Враховуючи (9) і (10), отримуємо

$$B \cdot \cos\left(2\pi \frac{t}{T} - \varphi\right) = A \frac{m\sqrt{F_0}}{x} \cdot \cos 2\pi \frac{t}{T} \quad (11)$$

звідки визначаємо амплітуду  $B$ :

$$B = A \frac{m\sqrt{F_0}}{x} \cdot \frac{\cos 2\pi t/T}{\cos(2\pi t/T - \varphi)}. \quad (12)$$

Зауважимо, що амплітуда  $B$  коливань осьової швидкості є змінною в часі, що відповідає умовам пульсуючого режиму.

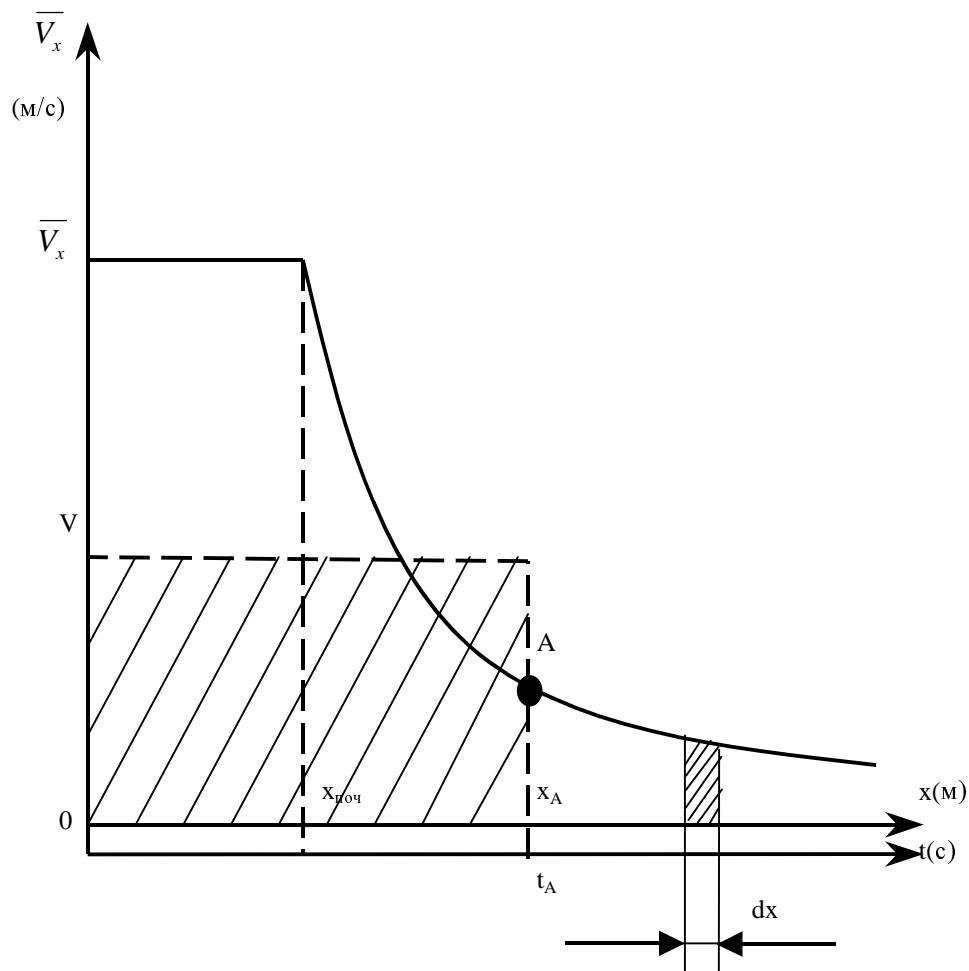
Визначаємо початкову фазу  $\varphi$ , тобто початковий момент часу для точки т.А. Для цього схематично розглянемо в сукупності залежність середньої осьової швидкості  $\bar{V}_x$  від біжучої координати  $x$  ( $\bar{V}_x = f_1(x)$ ) та від часу  $t$  ( $\bar{V}_x = f_2(t)$ ) на початковій та основній ділянках розвитку струмини (див. рисунок).

Час руху  $t_A$  елементарного об'єму струмини від насадка до розрахункової точки т.А з координатою  $x_A$  буде початковим моментом часу коливання осьової швидкості  $V_x$ , який визначається

$$t_A = \frac{x_A}{V}, \quad (13)$$

а усереднену швидкість  $V$  обчислюємо інтегруванням на інтервалах початкової і основної ділянок (див. рисунок)

$$V = \frac{\bar{V}_o x_{\text{поч}} + \int_{x_{\text{поч}}}^{x_A} \frac{V_o m\sqrt{F_0}}{x} \cdot dx}{x_A}. \quad (14)$$



*Залежність середньої осьової швидкості  $\bar{V}_x$  від біжучої координати  $x$  та від часу руху  $t$  для елементарного об'єму струмینی*

Внаслідок інтегрування отримуємо вираз для усередненої швидкості руху струмینی  $V$ :

$$V = \frac{\bar{V}_0}{x_A} \left( x_{поч} + m\sqrt{F_0} \cdot \ln \frac{x_A}{x_{поч}} \right). \quad (15)$$

Отже, з врахуванням (13) і (15) початковий момент часу  $t_A$ :

$$t_A = \frac{x_A^2}{\bar{V}_0 \left( x_{поч} + m\sqrt{F_0} \cdot \ln \frac{x_A}{x_{поч}} \right)}. \quad (16)$$

Величина  $t_A$ , яка визначена з (16), є часом запізнення коливань осьової швидкості  $V_x$  за фазою, тому початкову фазу  $\varphi$  отримуємо з (3) і (16):

$$\varphi = \frac{2\pi \cdot x_A^2}{T \cdot \bar{V}_0 \left( x_{поч} + m\sqrt{F_0} \cdot \ln \frac{x_A}{x_{поч}} \right)}. \quad (17)$$

Отже, визначені всі величини, необхідні для розрахунку змінної в часі осьової швидкості  $V_x$  в т.А за формулою (6) як двофакторної залежності  $V_x = f(x; t)$ , а саме:  $\bar{V}_x$  - залежність (10),  $\bar{V}_0$  - (3),  $\varphi$  - (17),  $B$  - (12).

1. Губернский Ю.Д., Исмаилова Д.И. Экономия энергии и топлива при управлении микроклиматом // Водоснабжение и санитарная техника. – 1985. – № 3. – С.11-12. 2. А.с. № 1382674. Возняк О.Т. Устройство для пульсирующей подачи воздуха в салон транспортного средства. БИ., 1988. № 11. 3. Гримитлин М.И. Распределение воздуха в помещениях. – М.: Стройиздат, 1982. – 164 с. 4. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений. – М.: Стройиздат, 1981. – 248 с.

УДК 624.014.2

М.В. Котів, І.Ю. Балагурак, В.О. Каганов, В.В. Ілів  
Національний університет "Львівська політехніка",  
кафедра будівельного виробництва

## ОБСТЕЖЕННЯ І ВІДНОВЛЕННЯ ЗОВНІШНІХ СТІН ЦЕХУ № 2 З ВИПУСКУ КНИЖКОВО-ЖУРНАЛЬНОГО ПАПЕРУ ЖИДАЧІВСЬКОГО ЦПК

© Котів М.В., Балагурак І.Ю., Каганов В.О., Ілів В.В., 2002

**Описані основні дефекти і пошкодження зовнішніх стінових панелей каркасної промислової будівлі та наведені рекомендації з продовження експлуатації вказаних конструкцій у майбутньому.**

На прохання керівництва Жидачівського паперового комбінату авторами статті були проведені натурні обстеження будинку цеху № 2 з випуску книжково-журнального паперу вказаного підприємства. Під час робіт встановлено, що цех № 2 збудований в 1978 р. і являє собою прямокутну в плані каркасну будівлю розмірами в осях 175х36,5 м. Кількість прогонів – два. Висота поверху до низу несучих конструкцій покриття –16,8 м. Каркас – залізо-бетонний, із сіткою колон 6х18 і 6х9 м. Стіни будинку-керамзитобетонні самонесучі панелі по серії 1.432-5. Кріплення панелей до колон виконано за допомогою приварювання до закладних деталей колон з'єднувальних Т-подібних елементів із круглої сталі, які закладені в горизонтальні шви між панелями (рис. 1, а). Загальний вигляд цеху показаний на іл. 1.



Іл. 1. Загальний вигляд цеху