

УДК 697.9:621;697:621

О.Т.Возняк, *к.т.н., доцент.*

І.Є.Сухолова,

Х.В.Миронюк

Національний університет "Львівська політехніка"

ПОВІТРОРОЗПОДІЛЕННЯ В ПУЛЬСУЮЧОМУ РЕЖИМІ ТА ДИНАМІЧНИЙ МІКРОКЛІМАТ У ПРИМІЩЕННІ

Відмічається несприятливий вплив нерухомого (застійного) повітря на апарат терморегуляції людського організму і тому у приміщеннях, що вентилуються рекомендується завжди забезпечувати легкий рух повітря. Нижньою межею рухомості повітря, якщо люди не виконують фізичної роботи, вважається 0,05 – 0,1 м/с. Верхньою межею рухомості повітря для людей, що знаходяться у стані спокою, вважається 0,5 м/с. У випадках, коли люди працюють при підвищених температурах і виконують важку фізичну роботу, сприятливий вплив створюють значно вищі швидкості.

Монотонний характер праці (малорухома і одноманітна робота) і постійні температури оточуючого повітря призводять до гальмування центральної нервової системи, що викликає зниження працездатності, сонливості і інших негативних явищ. Постійність внутрішніх метаболічних тепловиділень людини при малій їх інтенсивності в умовах стабільного мікроклімату призводить до втрати системою терморегуляції здатності до швидкої реакції на нові термічні подразнення. Як показують досліді [1] зміна умов тепловіддачі людини, зайнятої легкою монотонною роботою при динамічному мікрокліматі, підвищує психофізіологічну активність і працездатність за рахунок збудження центральної нервової системи.

Сучасний розвиток і вдосконалення систем вентиляції і кондиціонування повітря спрямовані на забезпечення комфортних технологічних і гігієнічних параметрів мікроклімату приміщень з мінімально можливими капітальними і експлуатаційними затратами.

Дослідження, проведені Ю.Н. Хомутецким, показали, що забезпечення обмежених в часі періодичних відхилень параметрів мікроклімату дає можливість забезпечити вимоги складного технологічного процесу, а з гігієнічної точки зору зменшити негативний вплив монотонної праці на самопочуття людини і збільшити продуктивність праці [1].

Під динамічним мікрокліматом розуміють різні види можливої (або необхідної) зміни параметрів в часі, що триває від часток секунди (для турбулентної пульсації повітряних потоків) до доби або цілого періоду року. Динамічний мікроклімат можна охарактеризувати як поєднання параметрів, представлених середніми значеннями і величинами відхилень за визначений відрізок часу. Характерною особливістю динамічного мікроклімату є нормування часу відхилення параметрів або закон їх зміни в часі [7].

Основним завданням системи зі змінною витратою є використання витрати повітря в системі, чи її частині, як основного впливу з метою раціонального використання енергозатрат і капіталовкладень. Змінність витрати повітря є найважливішою ознакою системи із змінною витратою [6], тобто таким чином створюється пульсуючий режим повітророзподілення. Інші параметри так не впливають на систему, умови її проектування і роботи. Витрата повітря має значний вплив на вибір обладнання.

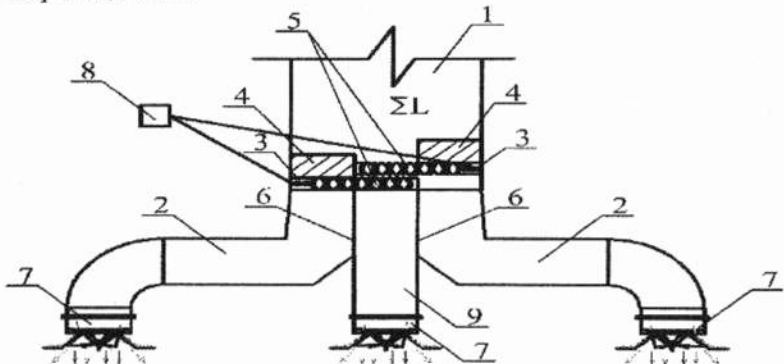


Рис. 1. Пристрій для вентиляції приміщення в пульсуючому режимі
 1 – повітропровід; 2 – горизонтальний розподільний повітропровід;
 3 – електроривід; 4 – пластина; 5 – ходовий вал; 6 – вертикальна перегородка; 7 – повітророзподільник; 8 – блок автоматики;
 9 – вертикальний розподільний повітропровід.

Для створення комфортних умов у приміщенні необхідно забезпечити такі характеристики повітророзподільника, як: раціональна витрата припливного повітря, задовільні акустичні параметри, широка зона дії, тобто відсутність застійних зон, підвищена степінь затухання і рівень турбулентності припливної струмини, оптимальні швидкості руху повітря і перепади температури у робочій зоні приміщення.

В роботі пропонується в якості повітророзподільника для створення динамічного мікроклімату застосувати пристрій, зображений на рис. 1.

Пристрій для вентиляції приміщення у пульсуючому режимі працює наступним чином. Припливне повітря поступає у повітропровід

1, проходить через пластини 4, які рухаються по ходовому валу 5 завдяки електроприводу 3. Періодичність і напрямок руху пластин 4 задається блоком автоматики 8. Від положення пластин 4 залежить кількість повітря, яка поступає у горизонтальні розподільні повітропроводи 2 і вертикальний розподільний повітропровід 9. Пройшовши пластини 4 припливне повітря потрапляє у горизонтальні розподільні повітропроводи 2 і вертикальний розподільний повітропровід 9, пройшовши їх поступає у повітророзподільник 7, а потім надходить у приміщення.

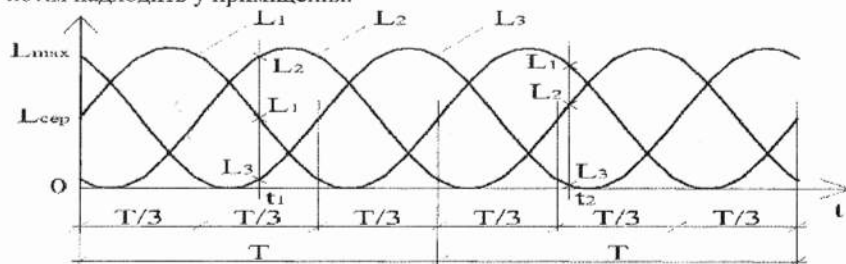


Рис. 2. Графіки зміни витрати повітря при витіканні припливних струмин відповідно з кожного з трьох повітророзподільних пристроїв

В будь-який момент часу (наприклад t_1 , t_2 та інші):

$$L_1 + L_2 + L_3 = \sum L = \text{const}$$

Коливання витрати L (а відповідно і початкової швидкості v) відбувається за періодичним законом, а саме:

$$L = L_{\text{ср}} + A \cdot \sin(\omega t + \varphi),$$

де A - амплітуда коливань,

$$A = L_{\text{ср}} = \frac{\sum L}{3}$$

φ - зсув фаз,

$$\varphi = \pm \frac{2\pi}{3}$$

Область інтегрування $D = [t = [0 + T] ; L = [0 + 2L_{\text{ср}}]]$

$$L_{\text{ср}} = \frac{L_{\text{max}}}{2}$$

$$\begin{aligned} L &= \iint_D dLdt = \int_0^T \int_0^T dLdt = \int_0^T (L_{\text{ср}} + A \cdot \sin \omega t) dt = \int_0^T (L_{\text{ср}} + L_{\text{ср}} \cdot \sin \omega t) dt = \\ &= \int_0^T L_{\text{ср}} dt + \int_0^T L_{\text{ср}} \cdot \sin \omega t dt = L_{\text{ср}} t \Big|_0^T + L_{\text{ср}} \int_0^T \sin \omega t dt = L_{\text{ср}} T - L_{\text{ср}} \cdot \cos \omega t \Big|_0^T = \\ &= L_{\text{ср}} \cdot T + L_{\text{ср}} \cdot (1 - 1) = L_{\text{ср}} T, \end{aligned}$$

оскільки $\cos \omega T = 1$,

Створення у приміщенні динамічного мікроклімату сприяє інтенсифікації тепло- і вологообміну людини з оточуючим повітрям з метою підвищення рівня комфорту в кондиціонованому приміщенні і одночасно отримання економічного ефекту від зниження експлуатаційних затрат на охолодження повітря. При збереженні витрати повітря на тому ж рівні як і за стабільного мікроклімату зменшується холодопродуктивність кондиціонера в розрахунковому режимі. У випадку, коли згідно санітарно-гігієнічних норм можливим є зменшення кількості зовнішнього повітря, то при забезпеченні динамічного мікроклімату можна зменшити його кількість на $\approx 20\%$ [5]. Таким чином зменшуються затрати на вентиляцію.

Досліджено [2, 3] позитивний вплив на людину турбулентного руху повітря з періодом коливань швидкості в долях секунд. При цьому забезпечується комфортний тепловологісний баланс між людиною і повітряним середовищем. По усереднених показниках забезпечуються пульсуючі параметри повітря у нормованих діапазонах. Людина здатна сприятливо реагувати на короточасні відхилення параметрів оточуючого середовища від нормованих значень.

Згідно рис.1 визначаємо крок різби h ходового валу 5:

$$\omega = \frac{V}{r} = \frac{2\pi}{T}$$

$$r = \frac{b}{2}$$

де a, b - січення повітропроводу 1, рис. 1,

$$a = h \cdot n$$

де Π - кількість різб на ходовому валі 5,

$$T = \frac{2\pi \cdot r}{V} = \frac{2\pi \cdot b}{2V} = \frac{\pi \cdot b}{V}$$

$$\sum T = T \cdot n \cdot 2 = 2 \cdot T \cdot n = 2 \cdot \frac{\pi \cdot b}{V} \cdot \frac{a}{h}$$

звідки крок різби визначаємо: $h = \frac{2 \cdot \pi \cdot a \cdot b}{V \cdot \sum T}$.

При проведенні розрахунку використовуємо такі умови та спрощення:

1. припливна струмина ізотермічна;
2. витрата припливного повітря у повітропроводі 1 незмінна;
3. січення повітропроводу 1 стає;
4. необхідний період коливань задається блоком автоматики 8;
5. швидкість припливного повітряного потоку знаходиться в межах 5 – 15 м/с.

Висновки

1. Запропоновано повітророзподільник для забезпечення динамічного мікроклімату у приміщенні;

2. У статті рекомендується зменшення кількості припливного повітря системою вентиляції при дотриманні нормативних вимог за рахунок створення динамічного мікроклімату, або застосування кондиціонування при вищих температурах і досягнення цим самим економії холоду;
3. При динамічному кліматі сумарна кількість припливного повітря є сталою, яка вимагається санітарно-гігієнічними нормами, змінюються лише умови витікання припливних повітряних струмін.

Список літератури:

1. Хомуецкий Ю.Н., Куксинская Т.В. Комфортный динамический микроклимат в помещениях // Водоснабжение и сан. техника, 1979, №5.
2. Зерцалов Н.С. Пути совершенствования СКВ на основе динамического микроклимата. – В кн.: Совершенствование и повышение эффективности СКВ промышленных и гражданских зданий. Л.: ЛДНТП. 1981
3. Павлухин Л.В., Тетеревников В.И. Производственный климат, вентиляция и кондиционирование. М.: Стройиздат, 1993. – 216 с.
4. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов, том 2. Учебное пособие для втузов. – 13-е изд. – М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. – 560 с.
5. Мальгин Ю.В. Создание эффективного динамического микроклимата в помещении. Инженерные системы. АВОК-Северо-Запад, №3 (41), 2009. – С. 42 – 46.
6. Патент № 40842 UA 7 F24F 13/06. Повітророзподільник / Возняк О.Т., Миронюк Х.В. // Промислова власність. – 2009. – №8. – С. 1001.
7. Возняк О. Динамічний клімат і енергоощадність. Вісник Національного Університету “Львівська політехніка” № 460 “Теплоенергетика. Інженерія довкілля. Автоматизація”, 2002 р., - с.157 – 161.

Надійшла до редакції 5.10.2012р.