

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ КОЕФІЦІЄНТА МІСЦЕВОГО ОПОРУ УДОСКОНАЛЕНОЇ КОНСТРУКЦІЇ РЕГУЛЮВАЛЬНИХ ПРИСТРОЇВ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦІЇ

Ратушняк Г. С., Степанковський Р. В.

За результатами аналізу теоретичних досліджень виявлена необхідність удосконалення конструкції дросельних пристроїв системи вентиляції з метою підвищення їх енергоефективності. Розроблено експериментальну установку для визначення величини місцевого опору дросельного пристрою вентиляційної системи із зручнообтічними виконавчими робочими елементами. За результатами експериментальних досліджень встановлено значення величин місцевого опору при різній ступені перекривання площі перерізу повітропроводу регулювальним пристроєм із зручно обтічними виконавчими елементами. Зменшення майже вдвічі величини коефіцієнтів місцевого опору порівняно із традиційними свідчить про розташування можливості регулювання втрати в повітропроводах та підвищення енергоефективності систем вентиляції.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТ МЕСТНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОЙ КОНСТРУКЦИИ РЕГУЛИРОВОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ

Ратушняк Г. С., Степанковский Р. В.

По результатам анализа теоретических исследований обнаружена необходимость усовершенствования конструкции дросельных устройств системы вентиляции с целью повышения их энергоэффективности. Разработана экспериментальная установка для определения величины местного сопротивления дросельного устройства вентиляционной системы с удобнообтекаемыми исполнительными рабочими элементами. По результатам экспериментальных исследований установлено значение величин местного сопротивления при различной степени перекрывания площади сечения воздухопровода регулировочным устройством с удобнообтекаемыми исполнительными элементами. Уменьшение почти вдвое величины коэффициентов местного сопротивления по сравнению с традиционными свидетельствует о расположении возможности регулирования потери в воздухопроводах и повышения энергоэффективности систем вентиляции.

EXPERIMENTAL RESEARCH COEFFICIENT OF LOCAL RESISTANCE IMPROVED CONSTRUCTION OF REGULATION DEVICES IN VENTILATION SYSTEM

Ratushnyak G, Stepankovsky R

The analysis of theoretical research revealed the need to improve the design of throttling devices ventilation systems order to enhance their energy efficiency. Developed an experimental setup for the determination of the local resistance throttle device ventilation system with convenient streamlined by executive working elements. According to the results of experimental studies is set of local resistance values at different degrees of overlapping area of section of the duct adjusting device conveniently streamlined actuating elements. The decrease is almost twice the coefficient of local resistance as compared to traditional shows the location of the possibility of regulation losses in air ducts and ventilation systems energy efficiency.

Вступ

Кількісне регулювання витрати відгалужень вентиляційних систем виконують за допомогою дросельних пристроїв, що утворюють місцеві опори [1]. Переулаштування поля швидкостей та

підтримання обертання утворюючих вихорів в зоні регулювального пристрою потребує затрати енергії. При застосуванні сучасних пристроїв кількісного регулювання – дроселів, основним регулювальним елементом якого є пластина або ряд пластин, виникають кутові або перпендикулярні перешкоди протіканню повітря. Попадання повітря на регулювальний елемент під кутом або перпендикулярно утворює нерівномірне, хаотичне розташування епіюр аеродинамічних коефіцієнтів, призводить до інтенсивності утворення завихрових ділянок та супроводжується різким коливанням втрат тиску [2]. Вирішення проблеми підвищення енергоефективності систем вентиляції спонукало до створення дросельного пристрою з плавним обтікаючим регулювальним елементом, що забезпечить зменшення інтенсивності вихроутворення, впорядкованості, стабільності аеродинамічної структури потоку та утворення умов стабільного налаштування втрат тиску [2-4].

Метою роботи є установлення за результатами експериментальних досліджень коефіцієнтів місцевого опору регулювального пристрою з плавним обтікаючим виконавчим органом при різних схемах перекривання перерізу повітропроводу системи вентиляції.

Основна частина

При проходженні повітря через регулювальну діафрагму (рис.1, а, в) виникають місцеві опори. Величини втрати тиску в регулювальному пристрої визначаються за залежностями: внаслідок звуження діафрагми

$$\Delta P_{M1} = \xi_1 \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (1)$$

внаслідок завихрення течії до та після регулювальних лопатей

$$\Delta P_{M2} = \xi_2 \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (2)$$

та загальні місцеві втрати тиску в регулювальному пристрої складуть

$$\Sigma \Delta P_{M3} = (\xi_1 + \xi_2) \cdot \frac{\rho v^2}{2}, \quad (3)$$

де ρ - густина повітря, кг/м³;

v - швидкість руху повітря через регульований пристрій, м/с;

ξ_1, ξ_2, ξ_3 - коефіцієнти місцевих втрат тиску, Па.

При проходженні повітря через дросельний пристрій з плавними обтікаючими регулювальними елементами (рис.1, б) основна частина затрати енергії йде на подолання опору через звужену область.

$$\Delta P_M = \xi_3 \cdot \frac{\rho v^2}{2}. \quad (4)$$

Плавний поступовий перехід до регулювальної області завдяки зручнообтічним регулювальним елементам супроводжується малою інтенсивністю вихроутворення до і після останнього. Це сприяє стабілізації потоку повітря, зниженню коливання втрат тиску в регулювальному пристрої. Як наслідок підвищення точності налагодження витрати вентиляційної системи та її енергоефективності.

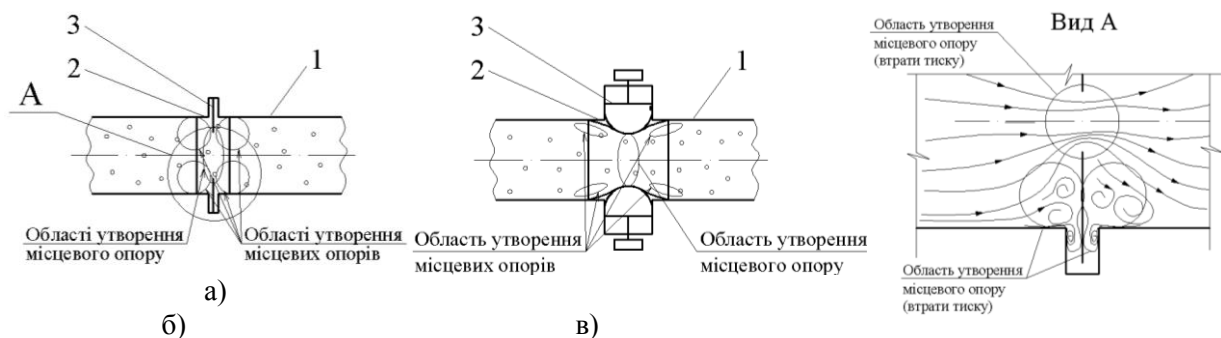


Рисунок – 1. Схеми регулювальних пристроїв з зонами утворення коефіцієнтів місцевих опорів: а) діафрагма регулювальна звичайного виконання; б) діафрагма регулювальна із зручнообтічними виконавчими елементами; в) вид А

Теоретичні дослідження величини з втрат тиску в місцевих опорах представлені в роботі [5], але до даного часу не розроблений загальний аналітичний метод розрахунку величин місцевих опорів. Внаслідок вище наведеного розрахунок втрат тиску в місцевих опорах головним чином визначається експериментальним шляхом.

Запропонована удосконалена конструкція дросельного пристрою із зручнообтічними регулювальними елементами для систем вентиляції, що захищена патентом Україна на корисну модель [6, 7].

Для дослідження роботи регулювального пристрою в вентиляційній системі та визначення витрати коефіцієнта місцевого опору дросельовальних пристроїв із зручно обтічними елементами розроблена експериментальна установка (рис.2).

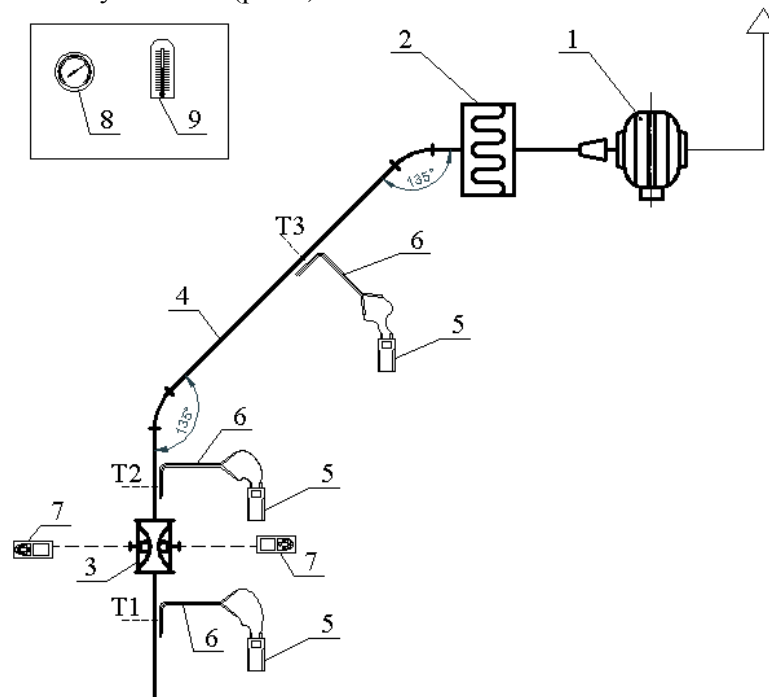


Рисунок – 2. Схема експериментальної установки для визначення величини коефіцієнта місцевого опору регулювального пристрою: 1 – вентиляційний агрегат VKA125LD; 2 – пилоочисне обладнання (фільтр); 3 – регулювальний пристрій із зручнообтічними виконавчими елементами (ДКЕВ); 4 – вентиляційна мережа; 5 – диференційний манометр TESTO 510; 6 – трубка Піто; 7 – лазерний вимірювач дистанції Leica DISTO D2; 8 – барометр-анероїд БАММ-1; 9 – термометр спиртовий.

Експериментальні дослідження коефіцієнта місцевого опору регулювального пристрою виконані за методикою [8]. В точках T1 та T2 визначали втрати тиску на регулювальному пристрої ΔP , а в точці T3 швидкість руху робочого середовища v при різному положенні зручнообтічних регулювальних виконавчих елементів (рис. 3).

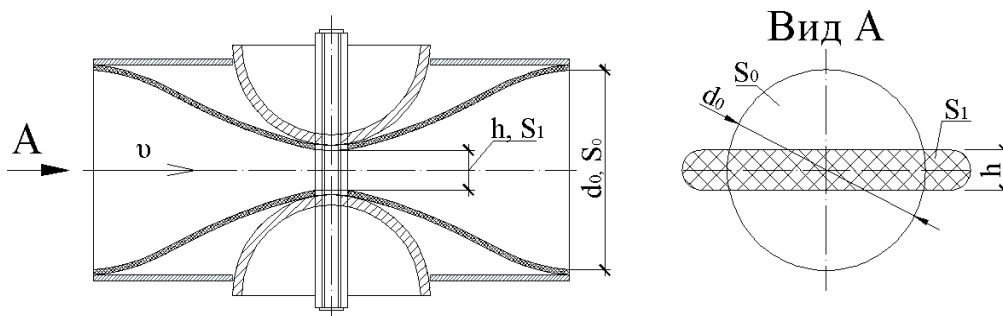


Рисунок 3. – Схема регулювального пристрою при перекриванні зручнообтічними виконавчими елементами перерізу повітропроводу.

Зміну площі прохідного перерізу повітропроводу S_1 проводили переміщуючи регулювальні елементи на 5 мм із кожної сторони. Розміри щілини контролювались лазерним вимірювачем дистанції Leica DISTO D2 (рис. 2., поз. 7). Вимірювання параметрів повітря в повітропроводі, а саме втрати тиску ΔP та швидкість руху робочого середовища v виконували за допомогою диференційного манометра TESTO 510 (рис.2, поз.5).

Результати дослідження значень коефіцієнта місцевого опору ξ при різній степені перекривання площі перерізу повітропроводу регулювальними пристроєм із зручнообтічними виконавчими елементами (ДКЕВ) наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Дослідні показники коефіцієнта місцевого опору ξ при різній степені перекривання перерізу повітропроводу

Регулювальний пристрій з зручнообтічними виконавчими елементами (ДКЕВ)	h/d_0	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0
	S_1/S_0	0,36	0,51	0,64	0,75	0,84	0,91	0,96	0,99	1,0
	ξ	9,67	2,87	1,03	0,56	0,48	0,38	0,3	0,19	0,08

Графічна візуалізація залежності коефіцієнта місцевого опору ξ від степені перекривання поперечного перерізу h/d_0 або S_1/S_0 повітропроводу в системі вентиляції наведена на рис.4.

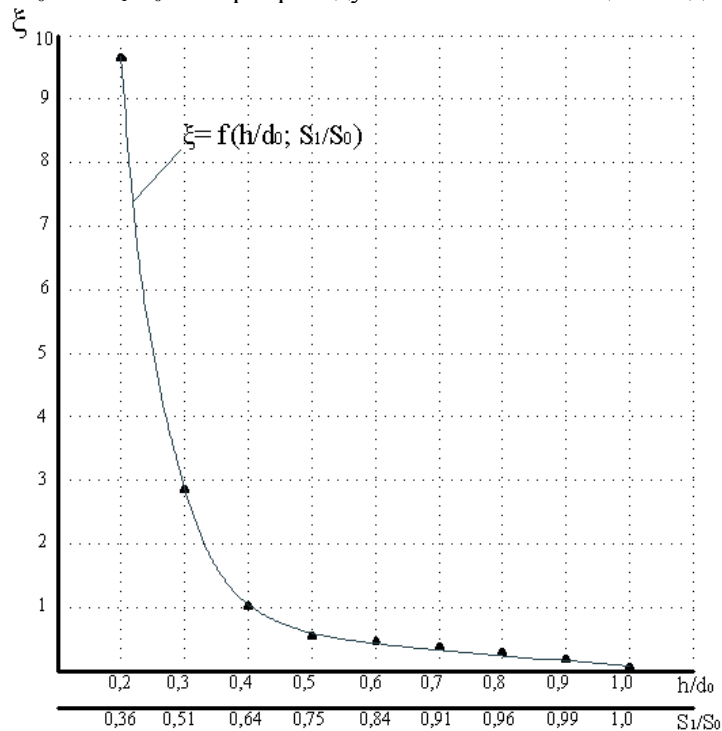


Рис.4. Залежність коефіцієнта місцевого опору від степеня регулювання $\xi = f(h/d_0; S_1/S_0)$

Логарифмічна характеристика регулювання $\xi = f(h/d_0; S_1/S_0)$ свідчить про плавне регулювання витрати вентиляційної мережі та розширення області регулювання. Згідно експериментальних досліджень роботи регулювальних пристроїв – шиберів в прямокутних та круглих перерізах повітропроводів [4] при степені перекривання $h/d_0 = 0,25 - 0,3$ коефіцієнт місцевого опору становить $\xi = 16 - 20$, тобто значно зростає. Також аналогічне дослідження наведено в попередній роботі [6] при роботі дросельного пристрою звичайного виконання з одноступковим регулювальним елементом.

При застосуванні регулювального пристрою із зручнообтічними регулювальними елементами при степені закриття $h/d_0 = 0,2$, коефіцієнт місцевого опору становить $\xi = 9,67$. Це свідчить про розширення можливості регулювання при ще меншому перекриванні регулювальним пристроєм

площі поперечного перерізу повітропроводу вентиляційної мережі та суттєве зменшення місцевого опору, тобто підвищення енергоефективності систем вентиляції.

Висновки

- Отримано логарифмічну характеристику регулювання $\xi = f(h/d_0; S_1/S_0)$, яка може бути використана в методиці інженерного розрахунку вентиляційної мережі при використанні регульовального пристрою із зручнообтічними виконавчими елементами.

- Регулювання втрати вентиляційної мережі за допомогою регульовального пристрою з зручнообтічними регулюючими елементами свідчить про плавність та розширення області регулювання, а також підвищення енергоефективності систем вентиляції.

Використана література

1. Вахвахов Г.Г. Энергосбережение и надежность вентиляторных установок / Вахвахов Г.Г. – М.: Стройиздат, 1989. – 176 с.
2. Талиев В.Н. Аэродинамика вентиляции: Учеб. Пособие для вузов / Талиев В.Н.. – М.: Стройиздат, 1979. – 295 с., ил.
3. Калицун В.И. Основы гидравлики и аэродинамики: Учебник для техникумов / В.И. Калицун, Е.В. Дроздов. – М.: Стройиздат, 1980. – 247 с.
4. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям. Под ред. М.О.Штейнберга. – 3-е изд., перераб. и доп. / И.Е. Идельчик – М.: Машиностроение, 1992. – 672 с.
5. Ратушняк Г.С. Вдосконалення регулювання аеродинамічних потоків трубопровідних систем / Г.С. Ратушняк, Р.В. Степанковський // Вісник Хмельницького національного університету. – 2010. – №4, серія «Технічні науки» – С. 26-33.
6. Патент 52768 UA, МПК F16K 7/00, B08B 15/00. Дросельний пристрій / Степанковський Р.В., Ратушняк Г.С. - № u201002050; Заявл. 25.02.2010; Опубл. 10.09.2010, Бюл.№17.
7. Методы аэродинамических испытаний: ГОСТ 12.3.018-79. – М. Изд-во стандартов, 1981. – 10 с.
8. Ратушняк Г.С. Регулювання витрати аеродинамічних потоків в системах вентиляції та аспірації : монографія / Г.С.Ратушняк, Р.В. Степанковський – Вінниця : ВНТУ, 2015, – 112с.

Ратушняк Георгій Сергійович – к.т.н., професор, декан факультету будівництва, теплоенергетики та газопостачання Вінницького національного технічного університету.

Степанковський Роман Володимирович – магістр з теплогазопостачання та вентиляції.

Ратушняк Георгій Сергеевич - к.т.н., професор, декан факультета строительства, теплоэнергетики и газоснабжения Винницкого национального технического университета.

Степанковский Роман Владимирович - магистр теплогазоснабжения и вентиляции.

Ratushniak George - Ph.D., professor, dean of construction, heating and gas Vinnytsia National Technical university.

Stepankovsky Roman - Master of Gas Supply and Ventilation.