

В. Й. Лабай
Б. І. Гулай
Г. М. Клименко
Б. І. Пізнак
Г. І. Шпак

КРИТЕРІАЛЬНЕ РІВНЯННЯ ПОДІБНОСТІ ПРОЦЕСУ ВИРІВНЮВАННЯ НАГНІТАЛЬНОГО ПОТОКУ РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

Національний університет «Львівська політехніка»

З метою енергозбереження в будівництві розглянуто напрямки підвищення енергоефективності вентиляційного обладнання. Вказано фактори, що впливають на ефективність роботи систем вентиляції, їх техніко-економічні характеристики. Одним із шляхів є удосконалення роботи вентиляторів. Проаналізовано запропонований метод аеродинамічного вдосконалення системи вентиляції шляхом встановлення в ній дифузора з вирівнювальною пластинною, розміщених безпосередньо за радіальним вентилятором. Таке нове конструктивне рішення має за мету підвищити ефективність вентиляційних систем вирівнювання нагнітального потоку радіального вентилятора. Наведено результати досліджень ефективності вирівнювання нагнітального потоку за різних та змінних режимів роботи радіального вентилятора. Відзначено відсутність математичного описання аналізованих процесів та необхідність поширення результатів експериментальних досліджень на подібні об'єкти. Приймаючи до уваги всі визначальні параметри впливу на аеродинамічні процеси, здійснено математичне описання аналізованих процесів. Отримано критеріальне рівняння подібності для процесу вирівнювання нагнітального потоку в розташованому за радіальним вентилятором дифузоре методом аналізу розмірностей. Це рівняння може бути поширене на подібні ще невивчені об'єкти.

Ключові слова: вентиляційні системи, аеродинамічні характеристики, нагнітальний потік, метод аналізу розмірностей, рівняння подібності, безрозмірні комплекси.

Постановка проблеми

Підвищення цін на енергоносії в умовах ринкової економіки України висуває все більші вимоги до енергозбереження в будівництві. Одним з напрямків підвищення енергоефективності будівель є використання енергоефективних систем забезпечення мікроклімату приміщень, зокрема систем вентиляції. Ефективність роботи систем вентиляції, їх техніко-економічні характеристики в значною мірою залежать від правильно прийнятої схеми повітрообміну, достовірності проведених розрахунків, підбраного обладнання, зокрема вентиляторів, від правильно організованого їх монтажу, налагодження та експлуатації. Застосування оптимізованих конструкцій елементів вентиляційної системи, покращує її характеристики та підвищує надійність роботи.

У Львівській політехніці розроблені конструкції елементів вентиляційної системи, що дозволяють вплинути на аеродинамічні характеристики нагнітального потоку радіального вентилятора. У дифузоре, розміщеному після нагнітального патрубку, встановлювалась вирівнювальна пластинна в певному положенні. Види дифузоров та положення пластини у процесі дослідження змінювались. На основі натурних та аналітичних досліджень, а також математичного моделювання визначений коефіцієнт рівномірності нагнітального потоку та ефективність роботи дифузоров різної конструкції. В результатах експериментальних досліджень не були враховані всі основні чинники, які впливають на аеродинамічні процеси нагнітального потоку. Отже, виникла необхідність математичного описання аналізованих процесів.

Актуальність дослідження

Аналітичні дослідження ефективності застосування оптимізованих конструкцій елементів вентиляційної системи дозволяють на сучасному етапі розвитку будівництва запропонувати нові рішення енергоефективного формування мікроклімату будівель, що є актуальним завданням, пов'язаним з забезпеченням енергоефективності інженерних рішень будівель згідно з ДСТУ Б EN 15232, ДСТУ Б А.2.2-12:2015 тощо.

Останні дослідження та публікації

Сучасні нормативні документи [1, 2] передбачають оцінку енергоефективності будівель. Однак,

аналіз впливу на ефективність роботи системи вентиляції, зокрема роботи вентиляторів, недостатньо деталізовано.

На протязі 14-ти років в Центральному Аеродинамічному інституті проводились дослідження та розроблення радіальних вентиляторів [3]. Запропоновані методи збільшення аеродинамічної ефективності вентиляційних систем. Зокрема розглядалась заміна високотискових припливних установок на слаботискові з рядом вентиляторів-доводчиків, влаштованих у мережі повітропроводів. Під час досліджень зміна аеродинамічних параметрів вентилятора здійснювалась лопатковим агрегатом та зміною частоти обертання колеса. В роботі [3] приділено достатньо уваги розробці системи акустичного та вібраційного вимірювання та аналізу. Результатом цих досліджень та розробок було створення аеродинамічних схем вентиляторів, які в подальшому були реалізовані, як нові типи вентиляторів. Проте, поряд з численними дослідженнями аеродинамічних характеристик радіальних вентиляторів, не розглядалось встановлення та дослідження додаткових елементів в системах вентиляції.

У науковій публікації [4] розглянуто встановлення додаткового елементу в системі вентиляції. Ним є дифузор із вмонтованою пластиною для вирівнювання повітряного потоку. Елемент встановлений після нагнітального патрубку радіального вентилятора. Результати проведених експериментальних досліджень показали, що за зміни положення вирівнювальної пластини в конструкції дифузора, знижується турбулізація повітряного потоку. Разом з тим за зміни геометричних параметрів вирівнювальної пластини вдавалось підвищити ефективність роботи дифузора. Втрати повного тиску зменшились до 12% та підвищився статичний тиск до 54%. Внаслідок цього підвищилась витрата повітря нагнітального потоку до 4%. Це визначило напрямок експериментальних досліджень щодо знаходження оптимального місця розташування вирівнювальної пластини в конструкції дифузора. Результати досліджень дали змогу проаналізувати лише зміну аеродинамічних параметрів вентилятора. Тому виникає необхідність не тільки математичного описання аналізованих процесів, а також поширення результатів експериментальних досліджень на подібні, але ще невивчені об'єкти.

Формулювання мети статті

На основі методу аналізу розмірностей та з врахуванням всіх основних визначальних параметрів впливу на зміни тиску у вентиляційній системі, необхідно отримати критеріальне рівняння подібності, для поширення результатів експериментів на подібні, але ще невивчені об'єкти. Для отримання узагальнених залежностей використано теорію подібності.

Отримання критеріального рівняння процесу вирівнювання нагнітального потоку радіального вентилятора методом аналізу розмірностей

Складності аеродинамічних процесів і вплив багатьох факторів на зміну ефективності запропонованих засобів вирівнювання потоку та за відсутності математичного описання аналізованих процесів можна отримати критерії подібності і загальний вигляд рівняння подібності [7, 8], прийнявши до уваги всі визначальні параметри впливу. Для конкретного випадку аеродинамічного процесу зміна тиску у вентиляційній системі залежить від таких фізичних параметрів:

$$\Delta p_{\text{вент}} = f(v_{\text{сеп}}, F_{\text{д}}^{\text{вих}}, a, l_{\text{д}}, l_{\text{пл}}^{\text{загл}}, l_{\text{пл}}^{\text{розт}}, \alpha_{\text{пл}}^{\text{нах}}, \alpha_{\text{д}}, g, \rho, v_{\text{к}}), \quad (1)$$

де $\Delta p_{\text{вент}}$ – статичний (або повний) тиск, який створює вентилятор, Па; $v_{\text{сеп}}$ – середня швидкість повітря в перерізі повітропроводу за заданої витрати, м/с; $F_{\text{д}}^{\text{вих}} = (a_{\text{д}}^{\text{вих}})^2$ – площа вихідного отвору дифузора після вентилятора, м²; $a = \sqrt{F_{\text{д}}^{\text{вх}}} = a_{\text{д}}^{\text{вх}}$ – сторона вхідного отвору дифузора з боку вентилятора, м; $l_{\text{д}}$ – довжина дифузора, розташованого після вентилятора, м; $l_{\text{пл}}^{\text{загл}}$ – відстань заглиблення вирівнювальної пластини в нагнітальному патрубку вентилятора, м; $l_{\text{пл}}^{\text{розт}}$ – відстань розташування вирівнювальної пластини в нагнітальному патрубку відносно стінки вентилятора, м; $\alpha_{\text{пл}}^{\text{нах}}$ – кут нахилу пластини в бік робочого колеса вентилятора, град; $\alpha_{\text{д}} = \arctg((a_{\text{д}}^{\text{вих}} - a_{\text{д}}^{\text{вх}})/l_{\text{д}})$ –

кут одностороннього розкриття дифузора після вентилятора, град; g – прискорення вільного падіння, m/c^2 ; ρ – густина повітря, $кг/м^3$; v_{ϵ} – кінематична в'язкість повітря, $м^2/с$.

Для спрощення остаточних залежностей вводимо такі величини:

$F_{д\text{вих}} / F_{д\text{вх}} = (a_{д\text{вих}} / a_{д\text{вх}})^2 = (a_{д\text{вих}} / a)^2 = \bar{F}_{д}$ – показник дифузорності; $l_{д} / a = \bar{l}_{д}$ – відносна довжина дифузора.

Вираз (1) подаємо як степеневу залежність зміни тиску у вентиляційній системі від вказаних параметрів:

$$\Delta p_{\text{вент}} = C \cdot v_{\text{сер}}^{\alpha} \cdot (F_{д\text{вих}})^{\beta} \cdot (a)^n \cdot l_{д}^{\delta} \cdot (l_{\text{пл}}^{\text{загл}})^{\epsilon} \cdot (l_{\text{пл}}^{\text{розт}})^{\phi} \times (\alpha_{\text{пл}}^{\text{нах}})^m \cdot (\alpha_{д})^{\gamma} \cdot g^z \cdot \rho^s \cdot v_{\kappa}^t, \quad (2)$$

де C – сталий числовий безрозмірний коефіцієнт; $\alpha, \beta, \gamma, \delta, \epsilon, \phi, m, n, z, s, t$ – сталі показники степеня.

Враховуючи, що розмірності обох частин рівняння (2) мають бути однакові, замінимо в ньому всі величини їх розмірностями:

$$[\text{Па}] = \left[\frac{\text{М}}{\text{с}} \right]^{\alpha} \cdot [\text{М}^2]^{\beta} \cdot [\text{М}]^n \cdot [\text{М}]^{\delta} \cdot [\text{М}]^{\epsilon} \cdot [\text{М}]^{\phi} \times [\text{град}]^m \cdot [\text{град}]^{\gamma} \cdot \left[\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right]^z \cdot \left[\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \right]^s \cdot \left[\frac{\text{М}^2}{\text{с}} \right]^t. \quad (3)$$

Всі складні одиниці вимірювання зводимо до основних (кг, м, с, град):

$$\left[\frac{\text{КГ}}{\text{М} \cdot \text{с}^2} \right] = \left[\frac{\text{М}}{\text{с}} \right]^{\alpha} \cdot [\text{М}^2]^{\beta} \cdot [\text{М}]^n \cdot [\text{М}]^{\delta} \cdot [\text{М}]^{\epsilon} \cdot [\text{М}]^{\phi} \times [\text{град}]^m \cdot [\text{град}]^{\gamma} \cdot \left[\frac{\text{М}}{\text{с}^2} \right]^z \cdot \left[\frac{\text{КГ}}{\text{М}^3} \right]^s \cdot \left[\frac{\text{М}^2}{\text{с}} \right]^t. \quad (4)$$

Показники степенів для однакових основних одиниць вимірювання в обох частинах рівняння (4) повинні бути однакові. Тому отримуємо таку систему рівнянь:

$$\begin{cases} \text{кг:} & 1 = s; \\ \text{м:} & -1 = \alpha + 2\beta + n + \delta + \epsilon + \phi + z - 3s + 2t; \\ \text{с:} & -2 = -\alpha - 2z - t; \\ \text{град:} & 0 = m + \gamma. \end{cases} \quad (5)$$

Виразивши величини m, t і n через $\alpha, \beta, \delta, \epsilon, \phi, n, z$, знайдемо:

$$\begin{aligned} s &= 1; & m &= -\gamma; \\ t &= 2 - \alpha - 2z; & n &= \alpha - 2\beta - \delta - \epsilon - \phi + 3z - 2. \end{aligned}$$

Підставивши значення s, m, t і ϕ в рівняння (2) отримаємо

$$\begin{aligned} \Delta p_{\text{вент}} &= C \cdot v_{\text{сер}}^{\alpha} \cdot (F_{д\text{вих}})^{\beta} \cdot (a)^{\alpha - 2\beta - \delta - \epsilon - \phi + 3z - 2} \cdot l_{д}^{\delta} \times \\ &\times (l_{\text{пл}}^{\text{загл}})^{\epsilon} \cdot (l_{\text{пл}}^{\text{розт}})^{\phi} \cdot (\alpha_{\text{пл}}^{\text{нах}})^m \cdot (\alpha_{д})^{\gamma} \cdot g^z \cdot \rho^s \cdot v_{\kappa}^{2 - \alpha - 2z}. \end{aligned} \quad (6)$$

Групуємо величини з однаковими степенями в безрозмірні комплекси, внаслідок чого отримаємо рівняння:

$$\frac{\Delta p_{\text{вент}} \cdot a^2}{\rho \cdot v_{\kappa}^2} = C \cdot \left(\frac{v_{\text{сер}} \cdot a}{v_{\kappa}} \right)^{\alpha} \cdot \left(\frac{F_{д\text{вих}}}{a^2} \right)^{\beta} \cdot \left(\frac{l_{д}}{a} \right)^{\delta} \times \left(\frac{l_{\text{пл}}^{\text{загл}}}{a} \right)^{\epsilon} \cdot \left(\frac{l_{\text{пл}}^{\text{розт}}}{a} \right)^{\phi} \cdot \left(\frac{\alpha_{д}}{\alpha_{\text{пл}}^{\text{нах}}} \right)^{\gamma} \cdot \left(\frac{g \cdot a^3}{v_{\kappa}^2} \right)^z. \quad (7)$$

За помноження чисельника і знаменника лівої частини рівняння (7) на максимальну швидкість повітря в перерізі повітропроводу у квадраті $v_{\text{макс}}^2$ отримаємо рівняння:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta p_{\text{вент}}}{\rho \cdot v_{\text{макс}}^2} \cdot \left(\frac{v_{\text{макс}} \cdot a}{v_{\kappa}} \right)^2 &= C \cdot \left(\frac{v_{\text{сер}} \cdot a}{v_{\kappa}} \right)^{\alpha} \cdot \left(\frac{F_{д\text{вих}}}{a^2} \right)^{\beta} \cdot \left(\frac{l_{д}}{a} \right)^{\delta} \times \\ &\times \left(\frac{l_{\text{пл}}^{\text{загл}}}{a} \right)^{\epsilon} \cdot \left(\frac{l_{\text{пл}}^{\text{розт}}}{a} \right)^{\phi} \cdot \left(\frac{\alpha_{д}}{\alpha_{\text{пл}}^{\text{нах}}} \right)^{\gamma} \cdot \left(\frac{g \cdot a^3}{v_{\kappa}^2} \right)^z. \end{aligned} \quad (8)$$

Аналізуючи безрозмірні комплекси в рівнянні (8), його можна записати так:

$$\text{Eu}_{\text{макс}} \cdot \text{Re}_{\text{макс}}^2 = C \cdot \bar{F}_{д}^{\beta} \cdot \bar{l}_{д}^{\delta} \cdot (\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{загл}})^{\epsilon} \cdot (\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{розт}})^{\phi} \cdot (\bar{\alpha}_{д})^{\gamma} \cdot \text{Ga}^z \quad (9)$$

де $Eu_{\text{макс}} = \Delta p_{\text{вент}} / (\rho \cdot v_{\text{макс}}^2)$ – критерій Ейлера за максимальною швидкістю у перерізі повітропроводу; $Re_{\text{макс}} = v_{\text{макс}} \cdot a / \nu_{\text{к}}$ – критерій Рейнольдса за максимальною швидкістю у перерізі повітропроводу; $Re_{\text{сеп}} = v_{\text{сеп}} \cdot a / \nu_{\text{к}}$ – критерій Рейнольдса за середньою швидкістю у перерізі повітропроводу; $\bar{l}_{\text{д}}, \bar{l}_{\text{пл}}^{\text{загл}}, \bar{l}_{\text{пл}}^{\text{розт}}, \bar{\alpha}_{\text{д}}$ – геометричні симплекси; $\bar{F}_{\text{д}} = F_{\text{д}}^{\text{вих}} / a^2 = F_{\text{д}}^{\text{вих}} / F_{\text{д}}^{\text{вх}}$ – показник дифузорності; $\bar{l}_{\text{д}} = l_{\text{д}} / a$ – відносна довжина дифузора після вентилятора; $\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{загл}} = l_{\text{пл}}^{\text{загл}} / a$ – відносна відстань заглиблення вирівнювальної пластини в нагнітальному патрубку вентилятора; $\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{розт}} = l_{\text{пл}}^{\text{розт}} / a$ – відносна відстань розташування вирівнювальної пластини в нагнітальному патрубку відносно стінки вентилятора; $\bar{\alpha}_{\text{д}} = \alpha_{\text{д}} / \alpha_{\text{пл}}^{\text{нах}}$ – відносний кут одностороннього розкриття дифузора після вентилятора; $Ga = g \cdot a^3 / \nu_{\text{к}}^2$ – критерій Галілея.

Остаточо критеріальне рівняння подібності, отримане на основі методу аналізу розмірностей, має вигляд:

$$Eu_{\text{макс}} = C \cdot Re_{\text{сеп}}^{\alpha} / Re_{\text{макс}}^2 \cdot Ga^z \cdot \bar{F}_{\text{д}}^{\beta} \cdot \bar{l}_{\text{д}}^{\delta} \cdot (\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{загл}})^{\varepsilon} \cdot (\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{розт}})^{\varphi} \cdot (\bar{\alpha}_{\text{д}})^{\gamma}. \quad (10)$$

Пропонуємо отриманий за ініціативи професора Лабая В.Й. добуток назвати в його честь критерієм Лабая (за максимальною швидкістю), тобто

$$Lb = \frac{\Delta p_{\text{вент}} \cdot a^2}{\rho \cdot \nu_{\text{к}}^2} = \frac{\Delta p_{\text{вент}}}{\rho \cdot \nu_{\text{макс}}^2} \cdot \left(\frac{v_{\text{макс}} \cdot a}{\nu_{\text{к}}} \right)^2 = Eu_{\text{макс}} \cdot Re_{\text{макс}}^2. \quad (11)$$

Тоді матимемо таке критеріальне рівняння подібності:

$$Lb = C \cdot Re_{\text{сеп}}^{\alpha} \cdot Ga^z \cdot \bar{F}_{\text{д}}^{\beta} \cdot \bar{l}_{\text{д}}^{\delta} \cdot (\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{загл}})^{\varepsilon} \cdot (\bar{l}_{\text{пл}}^{\text{розт}})^{\varphi} \cdot (\bar{\alpha}_{\text{д}})^{\gamma}. \quad (12)$$

Безрозмірний сталий коефіцієнт C та показники степенів $\alpha, z, \beta, \delta, \varepsilon, \varphi, \gamma$ підлягають визначенню експериментально.

Висновки

Проаналізовано вплив удосконалення вентиляційних систем на аеродинамічні характеристики нагнітального потоку радіального вентилятора. Шляхом аналізу розмірностей отримано критеріальне рівняння подібності та критерій Лабая В. Й. Це дозволить поширити результати експериментів на подібні невивчені об'єкти.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДСТУ Б EN 15232. Енергоефективність будівель, вплив автоматизації, моніторингу та управління будівлями (EN 15232:2007, IDT). – Чинні від 01.04.2012. – Київ: Укрархбудінформ, 2011 р.
2. ДСТУ Б А.2.2-12:2015. Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – Чинні від 01.01.2016. – Київ: Укрархбудінформ, 2015 р.
3. Караджи В. Г., Московко Ю. Г. Некоторые особенности эффективного использования вентиляционно-отопительного оборудования. Руководство / В. Г. Караджи, Ю. Г. Московко. – М.: ИННОВЕНТ, 2005. – 138 с.
4. Гулай Б. І., Оптиміальне розташування вирівнювальної пластини в конструкції дифузора для підвищення тискових та витратних характеристик вентиляційних систем / Б. І. Гулай, Х. В. МIRONЮК, О. В. Омельчук, В. Б. Шепітчак // Вісник НУ "Львівська політехніка". Теорія і практика будівництва, 2016. – № 844. – С. 71–75.
5. Седов Л.И. Методы подобия и размерности в механике / Л.И. Седов. – М.: «Наука», 1967. 464 с.
6. Батунер Л.М. Математические методы в химической технике / Л.М. Батунер, М.Е. Позин. – Ленинград: ГОСХИМИЗДАТ, 1963. – 638с.
7. Лабай В. Й. Тепломасообмін: Підручник для ВНЗ / В. Й. Лабай. – Львів: Тріада Плюс, 2004. – 260 с.
8. Алексейчук Н. Н. Аэродинамическое совершенствование входных патрубков центробежных компрессоров с боковым подводом / Н. Н. Алексейчук, Ю. А. Анимов, В. П. Герасименко, Л. И. Стремоухов // Авиационно-космическая техника и технология. – 2005. – №8/24. – С. 102-106.
9. Прохоренко Л.В. Уменьшение расхода энергопотребления вентилятора ВРЦД-4,5 // Энергосбережение. – 2005. – № 8. – С. 18-21.
10. 5Industrial fans. Performance testing using standardized airways. ISO 5801.

REFERENCES

1. DSTU B EN 15232. Energy Efficiency of Buildings, Influence of Automation, Monitoring and Building Management (EN 15232: 2007, IDT). - Effective from 01.04.2012. - Kyiv: Ukrrahbudinform, 2011. (in Ukrainian).
2. DSTU B A.2.2-12: 2015. Energy efficiency of buildings. Method of calculating energy consumption for heating, cooling, ventilation, lighting and hot water supply. - Effective from 01.01.2016. - Kyiv: Ukrexbudinform, 2015. (in Ukrainian).
3. Karadzhi V.G., Moskovko Yu.G. Some features of efficient use of ventilation and heating equipment. Leadership / V.G. Karadzhi, Yu.G. Moskovko. - M.: INNOVENT, 2005. - 138 p. (in Russian).
4. Gulay B.I., Optimal arrangement of the alignment plate in the design of the diffuser to increase the pressure and flow characteristics of the ventilation systems / B. I. Gulay, H. V. Mironyuk, O. V. Omelychuk, V. B. Shepichak // Bulletin of the National University "Lviv Polytechnic". The theory and practice of construction, 2016. - No. 844. - P. 71-75. (in Ukrainian).
5. Sedov L.I. Methods of similarity and dimension in mechanics / L.I. Sedov. - M.: "Science", 1967. 464 p. (in Russian).
6. Batuner L.M. Mathematical methods in chemical engineering / L.M. Batuner, M.E. Pozin. - Leningrad: GOSKHIMIZDAT, 1963. - 638 c. (in Russian).
7. Labay V. Ya. Heat-mass exchange: Textbook for high schools / V. Ya Labay. - Lviv: Triad Plus, 2004. - 260 p. (in Ukrainian).
8. Alekseychuk N.N. Aerodynamic improvement of inlet nozzles of centrifugal compressors with side feed / N.N. Alekseychuk, Yu.A. Animov, V.P. Geramsimenko, L.I. Stremoukhov // Aviation-space equipment and technology. - 2005. - №8 / 24. - Pp. 102-106. (in Russian).
9. Prokhorenko L.V. Reducing the power consumption of the fan VRTSD-4.5 // Energy Saving. - 2005. - № 8. - Pp. 18-21. (in Russian).
10. 5Industrial fans. Performance testing using standardized airways. ISO 5801.

Лабай Володимир Йосифович – д.т.н., професор кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», ORCID/ 0000-0003-3149-2573.

Гулай Богдан Іванович – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: 08bogdan1986@ukr.net.

Клименко Ганна Михайлівна – кандидат технічних наук, старший викладач кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: anett64@googlemail.com.

Пізнак Богдан Іванович – кандидат технічних наук, асистент кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: piznak.b@gmail.com.

Шпак Григорій Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теплогазопостачання та вентиляції, Національний університет «Львівська політехніка», e-mail: tgv.nulp@ukr.net.

V. Labay
B. Gulay
H. Klymenko
B. Piznak
G. Shpak

CRITERIAL EQUATION OF SUITABILITY THE ELIMINATION PROCESS OF THE RADIAL FAN INFLUENCING FLOW

Lviv Polytechnic National University

In order to save energy in construction, the directions of increasing energy efficiency of ventilation equipment are considered. The factors influencing the efficiency of ventilation systems, their technical and economic characteristics are indicated. One of the ways is to improve the work of the fans. The proposed method of aerodynamic improvement of the ventilation system by installing a diffuser in it with a leveling plate placed directly behind the radial fan is analyzed. This new constructive solution aims to improve the efficiency of the ventilation systems by aligning the flow of the radial fan. The results of investigations of the efficiency of the equalization of the injection flow for different and variable operating modes of the radial fan are given. The absence of a mathematical description of the analyzed processes and the necessity of disseminating the results of experimental studies on similar objects is noted. Taking into account all the determining parameters of influence on aerodynamic processes, a mathematical description of the analyzed processes was carried out. A criterion equation of similarity for a process of equalization of a flow of flux in a diffuser located on a radial fan is obtained by the method of analysis of dimensions. This equation can be extended to similar unexplored objects.

Keywords: ventilation systems, aerodynamic characteristics, injection flow, dimensional analysis method, similarity equation, dimensionless complexes.

Labay Volodymyr, Doctor of technical sciences, Professor of the heat and gas supply and ventilation Department, National University “Lviv Polytechnic”, e-mail: wlabay@i.ua.

Gulay Bogdan, Candidate of technical sciences, senior lecturer of the heat and gas supply and ventilation Department, National University “Lviv Polytechnic”, e-mail: 08bogdan1986@ukr.net.

Klymenko Hanna, Candidate of technical sciences, senior lecturer of the heat and gas supply and ventilation Department, National University “Lviv Polytechnic”, e-mail: anett64@googlemail.com.

Piznak Bogdan, Candidate of technical sciences, Assistant Professor of the heat and gas supply and ventilation Department, National University “Lviv Polytechnic”, e-mail: piznak.b@gmail.com.

Shpak Grygoriy, Candidate of technical sciences, Associate Professor of the heat and gas supply and ventilation Department, National University “Lviv Polytechnic”, e-mail: tgv.nulp@ukr.net.

В. И. Лабай
Б. И. Гулай
А. М. Клыменко
Б. И. Пизнак
Г. И. Шпак

КРИТЕРИАЛЬНОЕ УРАВНЕНИЕ ПОДОБИЯ ПРОЦЕССА ВЫРАВНИВАНИЯ НАГНЕТАТЕЛЬНОГО ПОТОКА РАДИАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА

Национальный университет «Львовская политехника»

С целью энергосбережения в строительстве рассмотрены направления повышения энергоэффективности вентиляционного оборудования. Указано факторы, влияющие на эффективность работы систем вентиляции, их технико-экономические характеристики. Одним из путей является совершенствование работы вентиляторов. Проанализирован предложенный метод аэродинамического совершенствования системы вентиляции путем установления в ней диффузора с выравнивающей пластиной, расположенной непосредственно за радиальным вентилятором. Такое новое конструктивное решение имеет целью повысить эффективность вентиляционных систем выравниванием нагнетательного потока радиального вентилятора. Приведены результаты исследований эффективности выравнивания нагнетательного потока при различных и переменных режимах работы радиального вентилятора. Отмечено отсутствие математического описания анализируемых процессов и необходимость распространения результатов экспериментальных исследований на подобные объекты. Приняв во внимание все определяющие параметры влияния на аэродинамические процессы, осуществлено математическое описание анализируемых процессов. Получено критериальное уравнение подобия для процесса выравнивания нагнетательного потока в расположенном за радиальным вентилятором диффузоре методом анализа размерностей. Это уравнение может быть распространено на подобные еще неизученные объекты.

Ключевые слова: вентиляционные системы, аэродинамические характеристики, нагнетательный поток, метод анализа размерностей, уравнение сходства, безразмерные комплексы.

Лабай Владимир Иосифович – доктор технических наук, профессор кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: wlabay@i.ua.

Гулай Богдан Иванович – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: 08bogdan1986@ukr.net.

Клименко Анна Михайловна – кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: anett64@googlemail.com.

Пизнак Богдан Иванович – кандидат технических наук, ассистент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: piznak.b@gmail.com.

Шпак Григорий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры теплогазоснабжения и вентиляции, Национальный университет «Львовская политехника», e-mail: tgv.nulp@ukr.net.