

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ РОБОТИ РАДІАЛЬНОГО ВЕНТИЛЯТОРА У ВЕНТИЛЯЦІЙНІЙ СИСТЕМІ

Зазначено, що під час підбору радіального вентилятора потрібно враховувати низку таких чинників, як: тип стенда, на якому визначено аеродинамічні характеристики, наявність прямолінійних ділянок, їхнього поперечного перерізу і конфігурації до і після вентилятора, а також елементів його приєднання до вентиляційної системи. Це забезпечить ефективну його роботу в системі вентиляції з параметрами, наведеними в технічній документації. Також зазначено про нагальність коректування характеристики вентилятора та передбачення запасу тиску, якщо ці вимоги не виконуються.

Ключові слова: вентиляційна система, радіальний вентилятор, швидкість повітряного потоку, тиск, режим роботи, параметри, ефективність.

Вступ. Найпоширенішими вентиляційними системами є системи із радіальними (відцентровими) та осьовими вентиляторами [1]. Важливою умовою ефективної роботи таких систем є не тільки правильний підбір потрібного типу, обсягу та режиму роботи, а й підвищення коефіцієнту корисної дії (ККД) та покращення експлуатаційних властивостей цих вентиляторів. Оскільки, за своєю характеристикою одні і ті самі вентилятори можуть змінювати як тиск, так і витрату, то їхній оптимальний та ефективний режим роботи залежить від взаємодії з приєднаною до них системою (простою чи складною мережею всмоктувальних чи нагнітальних повітропроводів) [2], а особливо елементами їхнього приєднання.

Під час підбору вентиляторів для розрахункових вентиляційних систем зазвичай застосовують їхні аеродинамічні й акустичні характеристики, отримані внаслідок стендових досліджень за відповідних умов, які вказані в паспортних даних цих вентиляторів або в каталогах. Тому потрібно враховувати, що реальні характеристики роботи вентилятора у вентиляційній системі переважно відрізняються від паспортних характеристик.

Мета досліджень. Визначення чинників, які потрібно враховувати під час добору вентилятора та його ефективного приєднання до вентиляційної системи.

Виклад основного матеріалу. На підставі Міжнародних стандартів ISO 5801 [3] і ГОСТ 10921–90 [4] існує чотири типи стендів, на яких можуть бути отримані в лабораторних умовах аеродинамічні характеристики вентиляторів. Ці стенди максимально наближені до чотирьох реально наявних схем розміщення вентиляторів у вентиляційній системі. Схеми цих стендів зазначена на рис. 1.

Стенд типу А (рис. 1, а) виконано у вигляді камери всмоктування достатньо великого об'єму. Цей стенд є класичним, оскільки він імітує ідеальні умови роботи вентилятора із вільними вхідними і вихідними патрубками.

Стенд типу В (рис. 1, б) складається з повітропроводу, встановленого за вихідним патрубком вентилятора, розмір перерізу якого повинен відповідати відповідним розмірам поперечного повітропроводу. На цьому стенді

¹ Наук. керівник: доц. С.С. Жуковський, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

досліджують характеристики вентилятора, який працює в системі нагнітальної вентиляції.

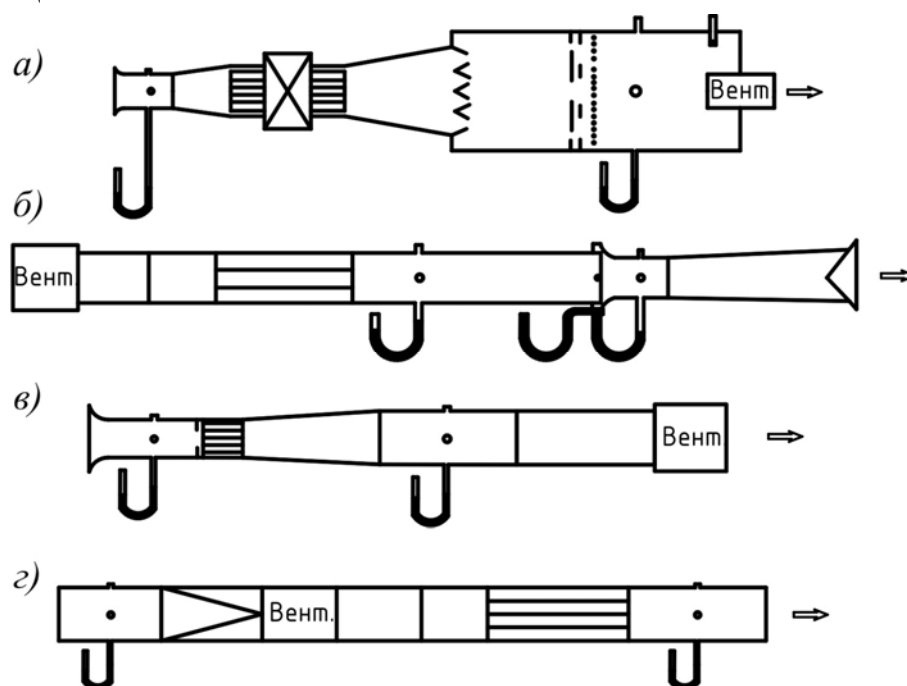


Рис. 1. Схеми стендів для аеродинамічних випробувань вентиляторів улабораторних умовах: а) стенд типу А; б) стенд типу В; в) стенд типу С; г) стенд типу D

Стенд типу С (рис. 1, в) має вигляд повітропроводу, встановленого перед входним патрубком вентилятора, з поперечним перерізом, який відповідає цьому перерізу. На цьому стенді досліджують характеристики вентилятора, який працює в системі всмоктувальної вентиляції.

Стенд типу D (рис. 1, г) виконують зі всмоктувальним і нагнітальним повітропроводами, які кріпляться безпосередньо до входного і вихідного патрубків вентилятора. Такий стенд імітує роботу вентилятора в найбільш поширених системах всмоктувально-нагнітальних вентиляцій.

У стандартах [3, 4] зазначено вимоги до конструкцій, розмірів і габаритів перелічених вище стендів. Наведено також рекомендації щодо розташування перерізів безпосередніх замірів, а також запропоновано методику здійснення досліджень.

Варто зазначити, що один і той же вентилятор, досліджуваний на стендах різних типів буде мати різні аеродинамічні характеристики, що є спричиненим різними умовами затікання (вхідний колектор або повітропровід) і витікання (вихідний колектор, або повітропровід). Тому в паспортних даних, де наведено аеродинамічні характеристики вентиляторів, завжди повинні зазначати, на якому стенді було здійснено випробування вентилятора, і якому його розміщенні в лабораторному стенді відповідає ця характеристика.

Найкраща аеродинамічна характеристика вентилятора з найбільшим значенням ККД визначають на класичному стенді типу А під час вільного входу і виходу повітряного потоку. Найбільш знижену характеристику роботи вентилятора у вентиляційній системі отримують у дослідженнях на стендах типів В і D, коли до нагнітального патрубка вентилятора прикріплений

повітропровід. У цьому випадку, на початковому відрізку повітропроводу, відбувається вирівнювання нагнітального потоку із супутніми додатковими втратами тиску. За певних режимів роботи вентилятора втрати тиску зростають, тому ККД відповідно може знизитись на 5 % [7], однак аеродинамічні характеристики, отримані на цих стендах, відповідатимуть реальним умовам роботи вентилятора у вентиляційній системі. А під час проектування системи вентиляції та підбору вентилятора з аеродинамічних характеристик класичного стенда типу А, потрібно передбачати запас тиску до 3-5 % [7].

Під час проектування вентиляційної системи потрібно не тільки точно розрахувати опір системи і підібрати вентилятор, що має задані параметри, але і правильно розташувати вентилятор у системі. Основні вимоги до ефективної роботи вентилятора у вентиляційній системі зводяться до створення рівномірного поля швидкостей в безпосередній близькості від вхідного і вихідного патрубків вентилятора. Особливо важливо забезпечити рівномірність потоку під час виходу з вентилятора, який працює в системі нагнітальної вентиляції.

Численні дослідження та рекомендації [5-7] показали, що для ефективної роботи вентилятора в системі витікальної (витяжної) необхідно до вхідного патрубка приєднати вхідний колектор (рис. 2, а). При цьому збільшення ККД може досягнути 2-3 % [7]. Якщо вся мережа розташовується на стороні нагнітання, то за вихідним патрубком вентилятора варто розмішувати добре спроектований дифузор (рис. 2, б). При цьому істотно знижується динамічний тиск вентилятора і зменшується сумарний опір мережі.

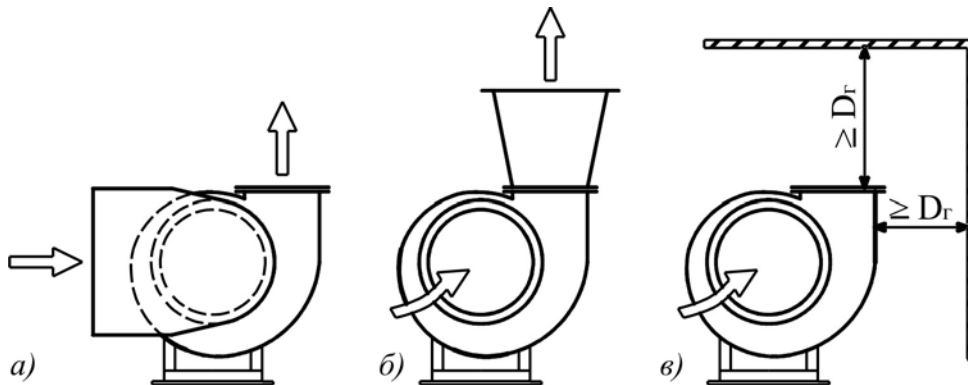


Рис. 2. Елементи поєднання радіального вентилятора з вентиляційною системою та його розміщення: а) зі застосуванням вхідного колектора у системі всмоктувальної вентиляції; б) зі застосуванням дифузора в системі нагнітальної вентиляції; в) розміщення вільного вихідного патрубка відносно устаткування і стін

Вільні вхідний і вихідний патрубки вентилятора не повинні бути затінені близько розташованими стінами і громіздким устаткуванням. Відстань до найближчих поверхонь завад від патрубків вентилятора повинна бути не меншою одного калібру (рис. 2, в). За калібр приймають розмір характерного перерізу: діаметр D для круглого перерізу і гідравлічний діаметр D_g для прямокутного або іншого перерізу повітропроводу. Гідравлічний діаметр розраховують за формулою:

$$D_g = 4F / \Pi, \quad (1)$$

де: F – площа поперечного перерізу патрубка, м^2 ; Π – периметр патрубка, м .

Під час роботи радіального вентилятора у всмоктувально-нагнітальній вентиляційній системі потрібно забезпечити прямолінійні ділянки повітропроводів безпосередньо до і після вентилятора. Довжина ділянки перед всмоктувальним патрубком радіального вентилятора повинна бути не менше $3D$, де D – діаметр вхідного патрубка вентилятора. Довжина ділянки повітропроводу, після нагнітального патрубка, повинна становити не менше $2D$ [7].

Дуже важливо, щоби площа і конфігурація вхідного і вихідного патрубків вентилятора відповідали площі і конфігурації перерізів, приєднаних до них повітропроводів. За однакової площі вказаних перерізів і різниці їхньої конфігурації потрібно між вентилятором і повітропроводом розміщувати перехідники, завдовжки не менше одного калібру.

Недопустимо приєднувати вентилятор до всмоктувальних та нагнітальних повітропроводів, в яких площа поперечного перерізу менша, ніж площа вхідного (всмоктувального) чи вихідного (нагнітального) патрубків вентилятора. При завуженні перерізу повітропроводу, приєднаного до нагнітального патрубка вентилятора відбувається збільшення швидкості повітряного потоку, а отже і підвищення динамічного тиску, що знижує тиск та повітропродуктивність вентилятора.

За потреби, приєднання вентилятора до повітропроводів із меншою чи з більшою площею поперечного перерізу, варто застосовувати перехідні елементи у вигляді дифузорів і конфузорів. Проте встановлення цих та інших елементів у вигляді, наприклад, поворотних ділянок, у безпосередній близькості від вентилятора, порушує умови рівномірності поля швидкостей в перерізах до, а особливо, після вентилятора. При цьому не забезпечуються умови відповідності випробування вентиляторів на стендах. У цих випадках наведена в каталозі аеродинамічна характеристика повинна бути відкоректована.

Особливості розрахунку втрат тиску у вхідних та вихідних елементах: вхідних коробах, відводах, переходах з квадратного на круглий переріз, дивузорах (плоских – симетричних та несиметричних, пірамідальних), вказані у відповідних рекомендаціях [6-7].

Висновок. Для підвищення ефективності роботи радіального вентилятора у вентиляційній системі потрібно:

- враховувати, на якому типі стенда було отримано його аеродинамічні характеристики для наступного коректування запасу тиску;
- передбачати прямолінійні ділянки повітропроводів до і після вентилятора;
- за різної конфігурації і площі перерізів патрубків вентилятора та повітропроводів потрібно застосовувати добре спроектовані перехідні елементи;
- виконувати основні вимоги щодо його розташування відносно стін і громіздкого обладнання, задля дотримання умов вільного входу і виходу повітряного потоку.

Література

1. Калинушкин М.П. Вентиляторы в СССР // В сб.: Повышение эффективности вентиляторных установок. – М. : Изд-во МДНТП, 1982. – С. 4-6.
2. Калинушкин М.П. Насосы и вентиляторы : учебн. пособие [для ВУЗов по спец. "Теплогазоснабжение и вентиляция"]. – 6-е изд., [перераб. и доп.]. – М. : Изд-во "Высш. шк.", 1987. – 176.

3. ISO 5801. Industrial fans. Performance testing using standardized airways.
4. ГОСТ 10921-90. "Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний". – 23 с.
5. Центробежные вентиляторы / под ред. Т.С. Соломаховой. – М. : Изд-во "Машиностроение", 1975. – 236 с.
6. Временные методические рекомендации по проектированию входных и выходных элементов вентиляторных установок. – М. : Изд-во ЦНИИ-Прозданий, 1976. – 25 с.
7. Рекомендации по расчету гидравлических сопротивлений сложных элементов систем вентиляции. – М. : Изд-во "Стройиздат", 1981. – 29 с.

Гулай Б.И. Повышение эффективности работы радиального вентилятора в вентиляционной системе

Отмечено, что во время подбора радиального вентилятора нужно учитывать ряд таких факторов, как: тип стенда, на котором определено аэродинамические характеристики, наличие прямолинейных участков, их поперечного перереза и конфигурации до и после вентилятора, а также элементов его присоединения к вентиляционной системе. Это обеспечит его эффективную работу в системе вентиляции с параметрами, приведенными в технической документации. Также отмечено о неотложности корректировки характеристики вентилятора и предвидения запаса давления, если эти требования не выполняются.

Ключевые слова: вентиляционная система, радиальный вентилятор, скорость воздушного потока, давление, режим работы, параметры, эффективность.

Gulai B.I. Increasing efficiency of radial fan operation in the ventilation system

This article states that it is important to consider a number of factors when choosing a radial fan, namely, test bench with defined aerodynamic characteristics, presence of linear areas, their cross-section and configuration before and after the fan, as well as elements that join the fan to the ventilation system. It ensures effective fan operation in the ventilation system according to parameters provided in technical documentation. If these requirements are not met it is necessary to correct fan characteristics and predict pressures reserve.

Keywords: ventilation system, radial fan, airflow velocity, pressure, operation mode, parameters, efficiency.

УДК 621.43.068.3

Доц. О.М. Креховецький, канд. техн. наук;
доц. А.В. Сибірний, канд. біол. наук; доц. К.В. Степова, канд. біол. наук;
доц. А.Б. Тарнавський, канд. техн. наук – НУ "Львівська політехніка"

АЛЬТЕРНАТИВНА ЕНЕРГЕТИКА ТА ЕНЕРГООЩАДНІСТЬ – ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ СЬОГОДЕННЯ

Розглянуто питання використання вторинних енергоресурсів, які на сьогодні використовують надзвичайно мало або зовсім не використовують. Йдеться про утилізацію вторинного тепла димових газів пічних агрегатів для випалу цементного клінкеру. Використання тепла відпрацьованих димових газів дасть змогу істотно зменшити питому витрату первинних енергоносіїв. Окрім цього, використання рекуперативного теплообмінника спонукає вжиття запобіжних заходів щодо забивання міжреберного простору теплообмінника пилом, значна кількість якого перебуває в димових газах, і очищувати від нього цей простір.

Ключові слова: "вторинні" енергоносії, пічний агрегат для випалу цементного клінкеру, питома витрата технологічного палива.

За оцінками експертів (зокрема за прогнозами Міжнародного енергетичного агентства – IEA), запасів нафти на Землі вистачить лише до 2030-