

## ДОСЛІДЖЕННЯ АЕРОДИНАМІЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯТОРІВ

Куценко Ю. М., Чебанов А. Б., Вужицький А. В.

Таврійський державний агротехнологічний університет

Досліджено аеродинамічні характеристики вентиляторів МД9Е 650 Borg Warner (вироблено в Німеччині) та ВМПВ 001.00. 12 – РБ (вироблено в Україні) з метою подальшої постановки на серійне виробництво останніх.

**Постановка проблеми.** В системі охолодження дизельних двигунів виробництва Ярославського моторного заводу (Росія) необхідними умовами є попередження перегріву чи переохолодження двигуна на всіх режимах його роботи в різних рельєфних і кліматичних умовах роботи мобільних машин, порівняно невеликі витрати потужності на охолодження, компактність і мала вага, експлуатаційна надійність, мала матеріаломісткість і, що не менш важливо, собівартість. Одним з головних вузлів, який входить в систему охолодження дизельних двигунів є вентилятор. На теперішній час в двигунах ЯМЗ-536 (Ярославський моторний завод) застосовуються вентилятори МД9Е 650 Borg Warner (виробництво Німеччина). Проте існує можливість застосування вентиляторів ВМПВ 001.00. 12 – РБ (виробництво Україна), де собівартість виготовлення цих вентиляторів значно нижче. Для оцінки можливості застосування вентиляторів ВМПВ 001.00. 12 – РБ (виробництво Україна) на двигунах ЯМЗ-536 в якості альтернативного варіанту вентиляторам МД9Е 650 Borg Warner (виробництво Німеччина) необхідно провести порівняльні дослідження аеродинамічних характеристик цих вентиляторів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** До головних аеродинамічних характеристик вентиляторів відносяться залежності: повного тиску, статичного тиску, потужності, яка споживається, статичного і повного ККД від витрати повітря [1].

Аеродинамічні характеристики вентиляторів повинні будуватися за даними аеродинамічних випробувань, проведених у відповідності з [2], із зазначенням одного з чотирьох типів приєднання вентилятора до мережі (А, В, С, D).

**Мета статті** – провести порівняльні дослідження аеродинамічних характеристик (криві повного і статичного тиску, споживаної потужності, повного і статичного к.к.д. в залежності від витрати повітря) вентиляторів МД9Е 650 Borg Warner (виробництво Німеччина) і ВМПВ 001.00. 12 – РБ (виробництво Україна).

**Основні матеріали дослідження.** Дослідження аеродинамічних характеристик вентилятора виконувалися на експериментальному стенді, схема якого відповідає вимогам ГОСТ 10921-90 (креслення С) [2] і наведена на рис. 1.

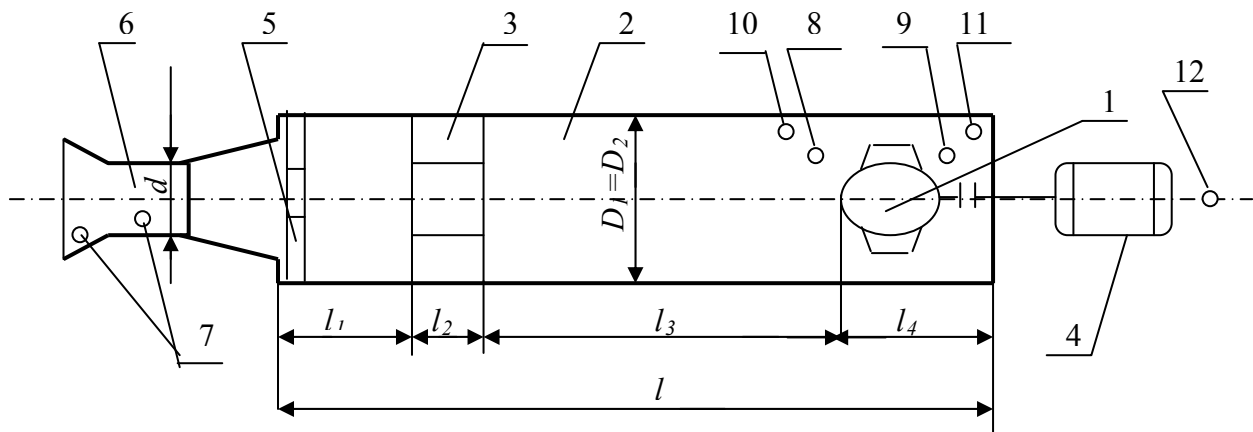


Рисунок 1 – Конструктивна схема стенду для аеродинамічних досліджень вентиляторів:

1 – вентилятор, який досліджується; 2 – вимірювальний повітропровід; 3 – струменівипрямляч; 4 – привідний електродвигун; 5 – дроселюючі шайби; 6 – витратомір (сопло Вентурі); 7 – U-образний манометр для вимірювання різниці тисків у витратомірі; 8, 9 – диференційні манометри для вимірювання тисків перед і після вентилятору; 10, 11 – термометри для вимірювання температури повітря перед і після вентилятору

У відповідності з [1], основні конструктивні параметри наступні: діаметр повітроводу за вентилятором і перед ним  $D_1 = D_2 = 710$  мм; діаметр витратоміра (в місці звуження)  $d = 466$  мм.

Швидкість і тиск повітряного потоку в робочій зоні експериментального стенду змінюють дроселюючими шайбами (рис. 3) діаметром 92, 185, 255, 340, 410, 470, 540, 580, 625 мм (в кількості 9 шт).

Для експериментальних досліджень використовувались прилади та обладнання з наступними характеристиками.

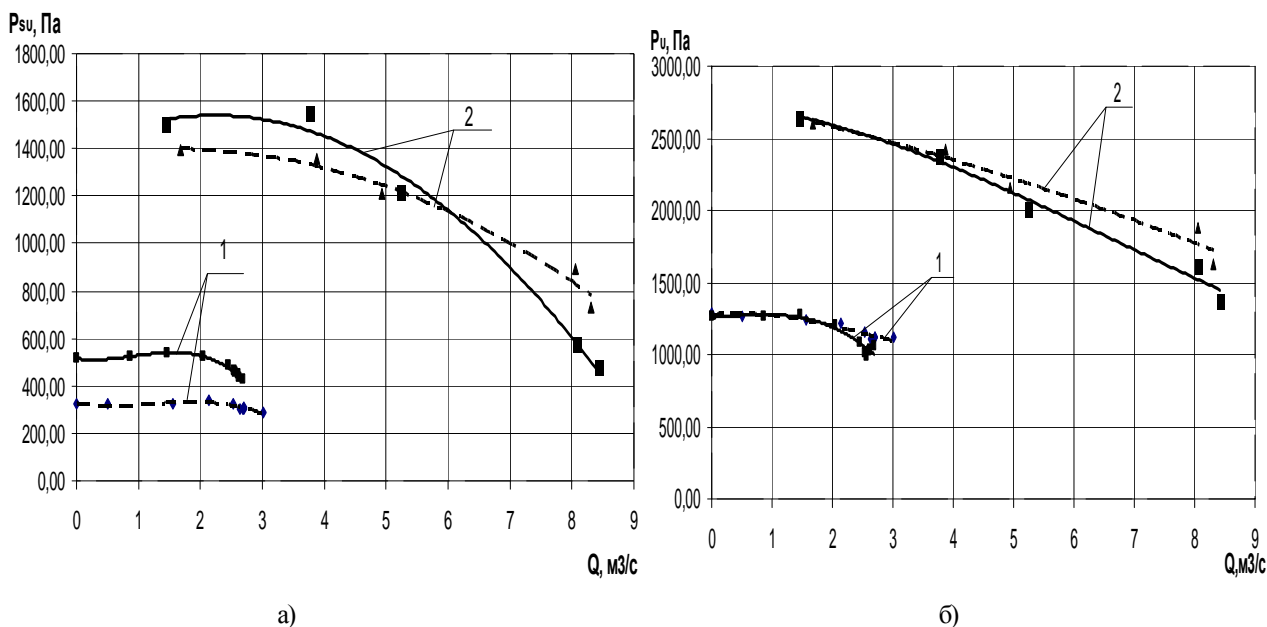
Двигун потужністю 15 кВт забезпечує частоту обертання 1800 об/хв і 2960 об/хв. Потужність на валу електродвигуна і швидкість обертання ротора фіксували за допомогою Ватметра типу Д 365 і тахометра типу М2027-М1 відповідно.

Температуру нагріву повітря в робочій зоні стенду при аеродинамічних випробуваннях до і після вентилятору фіксували термометрами типу ОВЕН 2ТРМ0 і РМ1 з термоопором ТСМ-1088. Температуру навколишнього середовища вимірювали термометром типу ТФА 12302554, атмосферний тиск - барометром типу ТФА 29403В відносну вологість психрометром типу ВІТ-2

Різниця статистичних тисків у витратомірі, пов-

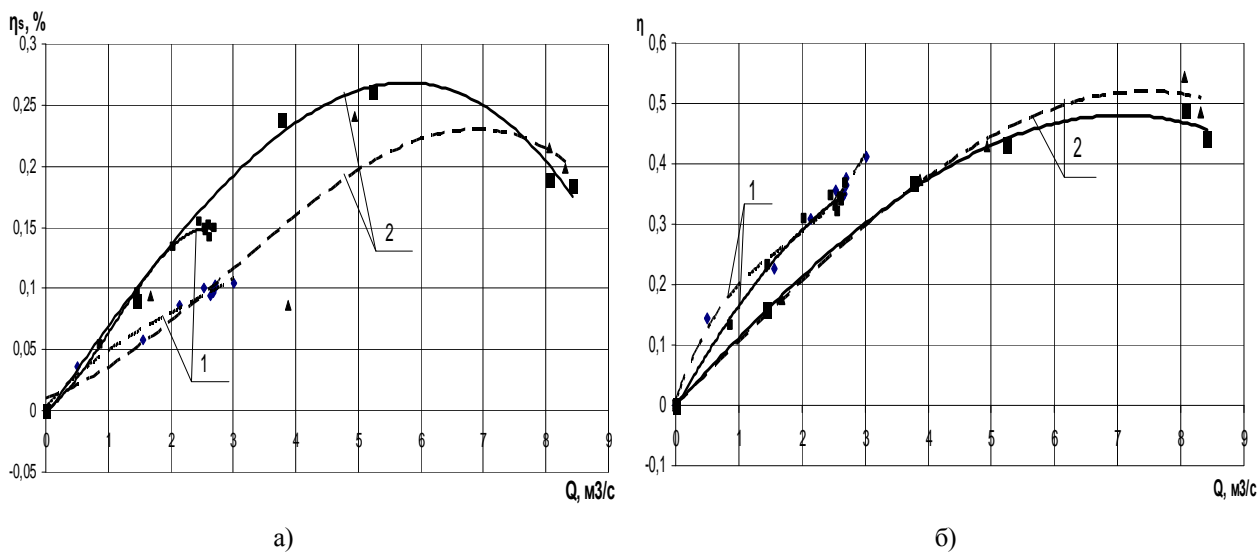
ний і статичний тиск повітряного потоку за вентилятором і перед ним проводили за допомогою трубки Піто Прандтля і мікроманометру рідинного компенсаційного з мікрометричним гвинтом типу МКВ - 250.

На рис. 2 - 4 представлені аеродинамічні характеристики вентиляторів МД9Е 650 Borg Warner виробництва Германії та ВМПВ 001.00. 12 – СБ виробництва України при швидкості обертання ротору 1800 об/хв и 2760 об/хв:



а) б)  
Рисунок 2 – Залежність повного тиску ( $P_v$ ), Па вентилятору (а)  
та статичного тиску ( $P_{sv}$ ), Па вентилятору (б) від витрати повітря ( $Q$ ), м³/с:

--- характеристика вентилятору МД9Е 650 Borg Warner виробництва Германії;  
— характеристика вентилятору ВМПВ 001.00. 12 – СБ виробництва України;  
1 - при 1800 об/хв; 2 - при 2760 об/хв



а) б)  
Рисунок 3 – Залежність повного к.к.д ( $\eta$ ), вентилятору (а)  
та статичного к.к.д ( $\eta_s$ ), вентилятору (б) від витрати повітря ( $Q$ ), м³/с:

--- характеристика вентилятору МД9Е 650 Borg Warner виробництва Германії;  
— характеристика вентилятору ВМПВ 001.00. 12 – СБ виробництва України;  
1 - при 1800 об/хв; 2 - при 2760 об/хв

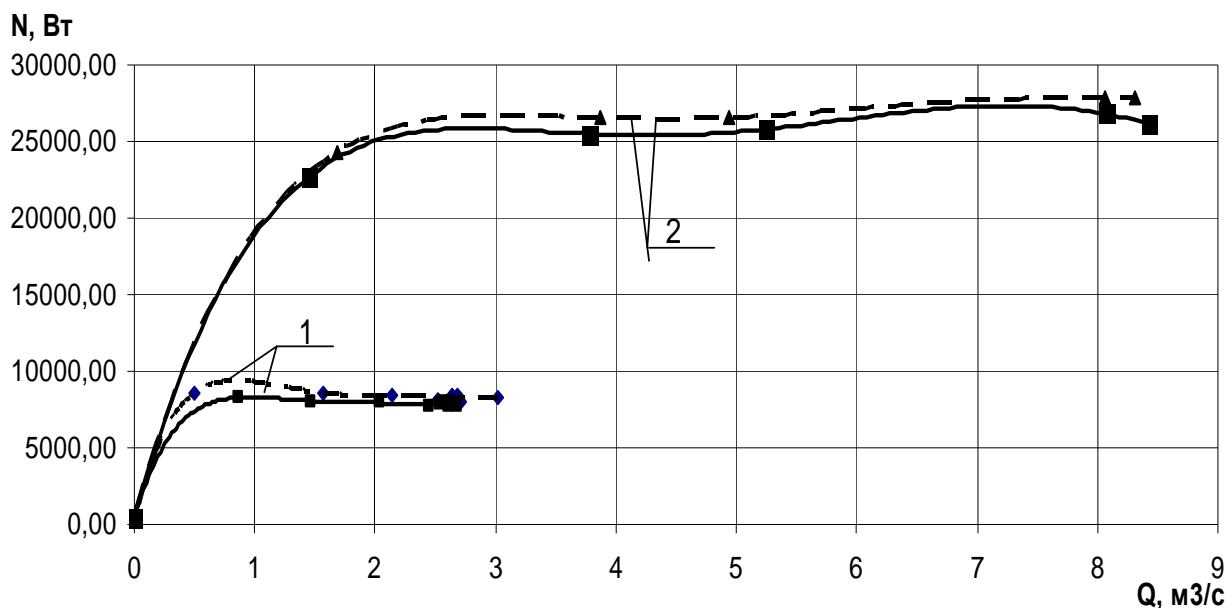


Рисунок 4 – Залежність потужності ( $N$ ), Вт вентилятору від витрати повітря ( $Q$ ),  $\text{м}^3/\text{с}$ :  
 - - - характеристика вентилятору МД9Е 650 Borg Warner виробництва Германії;  
 ——— характеристика вентилятору ВМПВ 001.00. 12 – СБ виробництва України;  
 1 - при 1800 об/хв; 2 - при 2760 об/хв

**Висновки.** В результаті порівняльних аеродинамічних випробувань вентиляторів Borg Warner (Германія) и ВМПВ 001.00. 12 – СБ (Україна) встановлено:

1. Характеристики повного тиску  $P_v = f(Q)$  и повного к.к.д.  $\eta = f(Q)$  є ідентичними як при  $n = 1800$  об/хв., так і при 2760 об/хв.

Однак, при витратах повітря понад  $6 \text{ м}^3/\text{с}$  спостерігається незначна перевага характеристик вентилятору типу Borg Warner.

Величина розбіжності вказаних характеристик не перевищує 3-4%.

2. Характеристики статичного тиску  $P_{sv} = f(Q)$  и статичного к.к.д.  $\eta_s = f(Q)$  при витратах до  $6 \text{ м}^3/\text{с}$  для вентилятору ВМПВ 001.00.12-СБ як при  $n = 1800$  об/хв., так и при 2760 об/хв володіють перевагою.

Так, при витраті  $4 \text{ м}^3/\text{с}$  статичний тиск вентилятору ВМПВ 001.00.12-СБ більше порівняно з вентилятором Borg Warner на 14%, а статичний к.к.д. вище 50 %.

Однак зі збільшенням витрати понад  $6 \text{ м}^3/\text{с}$  зазначені характеристики вентилятору Borg Warner стають кращими.

Так при  $Q = 8 \text{ м}^3/\text{с}$  статичний тиск і статичний к.к.д. вентилятору Borg Warner відповідно на 7 % і 10 % більше.

3. Споживана потужність вентилятору ВМПВ 001.00.12-РБ у всьому діапазоні витрат на 5-7% менше.

4. На підставі отриманих результатів доцільно рекомендувати постановку на серійне виробництво вентилятору ВМПВ 001.00.12-СБ (Україна).

#### Список використаних джерел

- ГОСТ 10921-90. Вентиляторы радиальные и осевые. Методы аэродинамических испытаний. – Введен 29.12.90. - М.: Изд-во стандартов, 1990. – 33 с.
- ГОСТ 10616-90. Вентиляторы радиальные и осевые. Размеры и параметры. – Введен 27.03.90. - М.: Изд-во стандартов, 1990. – 13 с.

#### Аннотация

#### ИССЛЕДОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВЕНТИЛЯТОРОВ

Ю.Н. Куценко, А.Б. Чебанов,  
А.В. Вужичкий

*Исследовано аэродинамические характеристики вентиляторов МД9Е 650 Borg Warner (изготовлено в Германии) и ВМПВ 001.00. 12 – РБ (изготовлено в Украине) с целью дальнейшей постановки на серийное производство последних.*

#### Abstract

#### INVESTIGATION OF AERODYNAMIC CHARACTERISTICS OF FANS

J. Kutsenko, A. Chebanov,  
A. Vuzhytskyi

*Investigated the aerodynamic characteristics of the fan MDE 650 Borg Warner (Germany) and WNV 001.00. 12 - RB (produced in Ukraine) with the aim of further productions for mass production of the latter.*