

УДК 621.548

ЕНЕРГЕТИЧНІ ДІАГРАМИ ТИХОХІДНОГО ВІТРОКОЛЕСА

Жарков В.Я., к.т.н.,

*Таврійський державний агротехнологічний університет**м. Мелітополь, Запорізька область*

Жоров В.І., к.т.н.,

Жоров С.В., інженер.

*ННЦ "Інститут механізації і електрифікації сільського господарства"**с.м.т. Глеваха, Київська область*

Тел. (0619) 42-31-59

Анотація – побудовані діаграми мас та потужностей живого вітру для тихохідного вітроколеса, що дає більш чітке уявлення про механізм його роботи.

Ключові слова – діаграма, маса, потужність, вітроколесо.

Постановка проблеми. На даний час найбільш ефективним і наочним способом розподілу потоків потужності перетворювачів енергії є побудова їхніх енергетичних діаграм. Існують широко відомі енергетичні діаграми електричних машин та менш відомі діаграми інших перетворювачів. Проте дані діаграми не можна прикласти до вітроколеса (ВК), оскільки розподіл потужностей на ньому залежить від розподілу потоків повітря, яке поки що далеко не визначене.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Широко відома енергетична діаграма асинхронного електродвигуна, яка дає калькуляцію споживаної потужності на корисну механічну потужність та втрати потужності у його конструктивних вузлах [1]. Дана діаграма не може бути віднесена до ВК, оскільки двигун та ВК мають різнорідні первинні потоки енергії. З тієї ж причини не можна прикласти до ВК енергетичну діаграму вентилятора, оскільки потужність потоку повітря у вентилятора, на відміну від ВК, є вторинним потоком енергії [2]. В літературі не зустрічається розподілення мас та потужностей живого вітру на ВК або на подібних йому механізмах. Отже, для побудови енергетичної діаграми ВК необхідне окреме дослідження.

Ціль статті. Визначити розподіл мас та потужностей живого вітру для тихохідного ВК і побудувати відповідні діаграми.

Основні матеріали дослідження. Аналіз літературних даних щодо розподілу потоків повітря та потужностей живого вітру для тихо-

хідного ВК проводиться із усвідомленням того, що механічна потужність створюється сумісною дією перепаду динамічного тиску та осевого руху повітря через ВК.

Розрахункова формула механічної потужності ВК має наступний вигляд [3]

$$P = Fu = \frac{1}{2} \rho S (u_1^2 - u_2^2) \frac{1}{2} (u_1 + u_2), \quad (1)$$

де перепад динамічного тиску становить

$$F = \frac{1}{2} \rho S (u_1^2 - u_2^2), \quad (2)$$

а середня швидкість потоку через робочу зону дорівнює

$$u = \frac{1}{2} (u_1 + u_2), \quad (3)$$

де ρ – густина повітря; за температури $+10^\circ\text{C}$ та нормального атмосферного тиску $101,3 \text{ кПа}$ $\rho = 1,25 \text{ кг/м}^3$;

S – площа сліду лопаток в площині обертання, м^2 ;

u_1 – швидкість потоку на вході до вітроколеса, м/с ;

u_2 – залишкова швидкість потоку на лопатях вітроколеса, м/с .

В режимі номінального навантаження (рис. 1, а) на ВК приходить $0,9$ потоку живого вітру, а $0,1$ – розсіюється перед вітроколесом [3]. За ВК залишковий осевий потік живого вітру становить $0,67$ від початкового, а $0,23$ – розсіюється в площині обертання ВК [4].

Осевий потік повітря за ВК характеризує його частоту обертання. Чим інтенсивніший цей потік, тим більша частота обертання ВК.

Дійсно, в режимах номінального навантаження та синхронного ходу (рис. 1, а, б) витрата вітру через ВК дорівнює відповідно $0,67$ та $0,79$ від потоку живого вітру [4]. Відповідна частота обертання ВК у цих режимах становить $1,0$ та $2,0$ від номінальної. У загальмованого ВК (рис. 1, в) осевий рух повітря практично відсутній, частота обертання ВК рівна нулю. Отже, витрата вітру в осевому напрямку призначена для надання ВК руху (частоти обертання).

Витрата вітру в радіальному напрямку призначена для створення на ВК перепаду динамічного тиску (сили). У загальмованого ВК (рис. 1, в) весь потік живого вітру витрачається на створення тиску. Але корисна потужність в цьому режимі не виробляється, оскільки немає осевого руху повітря через ВК.

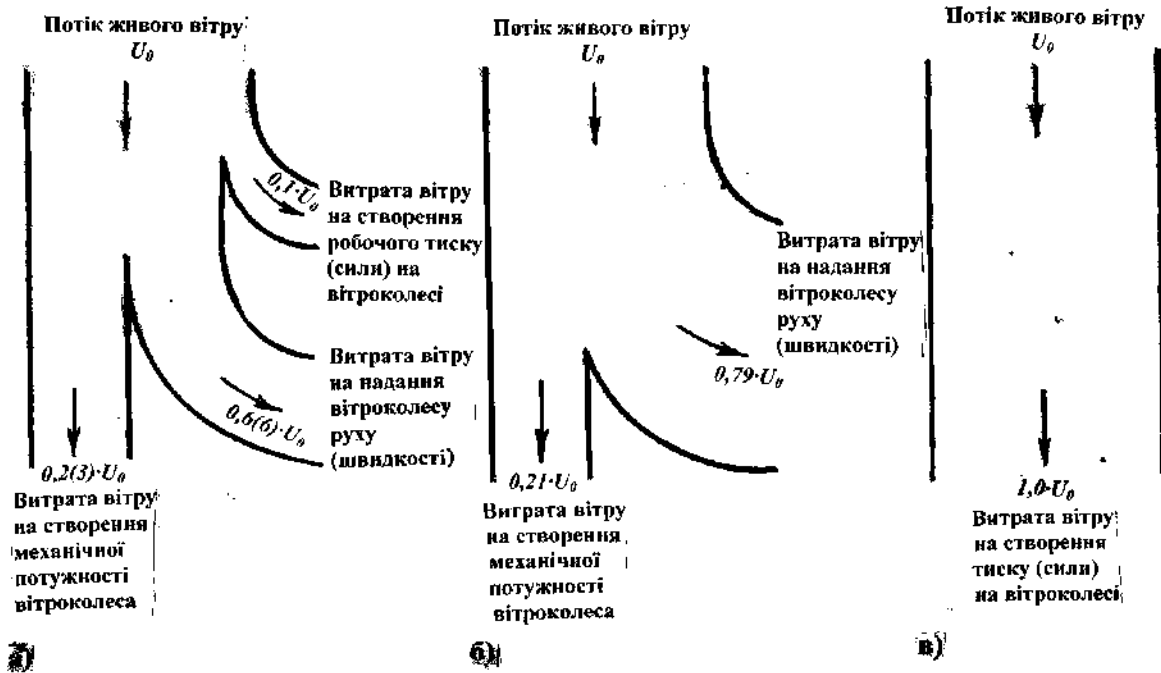


Рис. 1. Діаграма потоків повітря ВК в режимах: (а) – номінального навантаження, (б) – синхронного ходу, (в) – гальма.

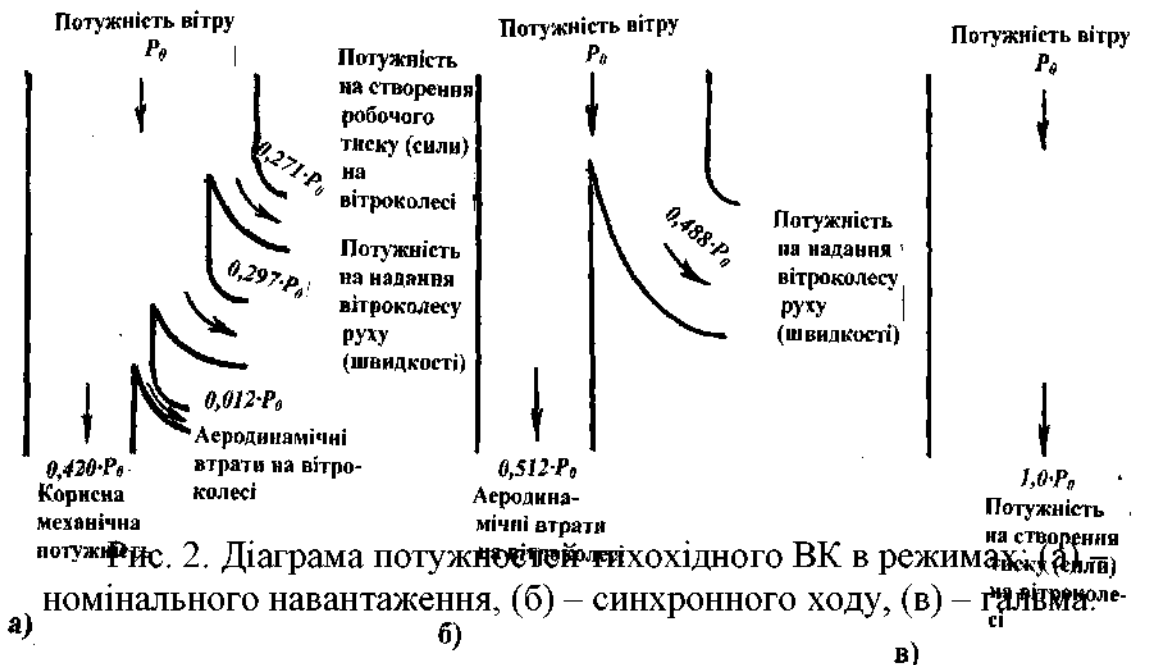


Рис. 2. Діаграма потужностей тихохідного ВК в режимах: (а) – номінального навантаження, (б) – синхронного ходу, (в) – гальма.

В режимі синхронного ходу корисна механічна потужність теж не виробляється, оскільки немає радіального руху повітря перед ВК. В площині обертання такий рух повітря має місце, але вся механічна потужність витрачається на покриття аеродинамічних втрат на ВК. Отже, радіальний рух повітря (розсіювання вітру) перед ВК призначений для створення робочого тиску (сили) на ВК, а радіальний рух в пло-

щині обертання – для створення механічної потужності. Причому, при відсутності розсіювання вітру перед ВК вся механічна потужність являє собою втрати, а при наявності такого – складається із корисної потужності та втрат. Втрати потужності є мінімальними в режимі номінального навантаження. Цей режим роботи характеризується тим, що на створення робочого тиску на ВК витрачається 0,1 живого вітру; а на надання ВК руху – 0,67 такого. Решта 0,23 живого вітру витрачається на створення механічної потужності ВК (рис. 1, а).

Потужність потоку на вході до ВК пропорційна кубу його швидкості – $0,9^3 = 0,729$ від потужності живого вітру. Решта 0,271 первинної потужності розсіюється перед ВК в радіальному напрямку (рис.2, а). Потужність вхідного потоку розподіляється на створення механічної потужності ВК та на надання йому руху. Механічна потужність знаходиться із виразу (1), в який підставляється $u_1 = 0,9u_0$ та $u_2 = 0,3u_0$, де u_0 – швидкість живого вітру, м/с [4]

$$P = \frac{1}{2} \rho S (0,81u_0^2 - 0,09u_0^2) \frac{1}{2} (0,9u_0 + 0,3u_0) = \frac{0,432}{2} \rho S u_0^3 = 0,432 P_0, \quad (4)$$

де P_0 – потужність живого вітру.

Потужність для надання ВК руху визначається як різниця потужностей вхідного потоку та потоку розсіювання в площині обертання ($0,729 - 0,432 = 0,297$) від потужності живого вітру, а аеродинамічні втрати – як різниця повної та корисної механічної потужності ($0,432 - 0,420 = 0,012$) від потужності живого вітру. Причому, корисна механічна потужність визначається експериментальним шляхом.

Особливістю радіальних потоків повітря є їхня порівняно низька масова витрата та висока енергоємність, що можна пояснити високою швидкістю розсіювання вітру в тонкому шарі повітря.

В режимі синхронного ходу механічна потужність ВК визначається теж із виразу (1), в якому приймається $u_1 = u_0$ та $u_2 = 0,6u_0$ [4]. В результаті розрахунку отримуємо механічну потужність 0,512 від потужності живого вітру. Вся ця потужність є аеродинамічними втратами на ВК. Решта 0,488 від потужності вітру витрачається на надання ВК руху (рис. 2, б).

Із зміною швидкості вітру відбувається зміна швидкості потоків на ВК. За цього дуже важливо, щоб співвідношення між швидкостями потоків залишалися такими ж, що і в номінальному режимі роботи (рис. 1, а). Це досягається шляхом відповідного регулювання навантаження на ВК. В якості первинних сигналів системи автоматичного

регулювання можуть слугувати швидкості осьових потоків повітря на вході до ВК та виході з нього.

Висновки. Визначені та представлені у вигляді діаграм розподілу мас та потужностей живого вітру на тихохідному ВК дають більш чітке уявлення про механізм його роботи.

Література

1. Кулик Ю.А. Электрические машины. Учеб. пособие для втузов. – М.: Высш. школа, 1971. – С. 39.
2. Жоров В.И. Энергетическая диаграмма вентиляторов ВО-7/ В.И.Жоров// МЭСХ.- 1980.- № 2. – С. 16–17.
3. Жарков В.Я. Визначення верхньої межі коефіцієнту використання енергії вітру тихохідного вітроколеса / В.Я. Жарков., В.І. Жоров., С.В. Жоров // Праці ТДАТУ. – Вип. 9, т. 2. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – С. 90–95.
4. Жоров В.І. Теоретичні засади підвищення ефективності тихохідної вітроустановки / В.І. Жоров // Вісник аграрної науки. – К.: 2010. – Спец. випуск, травень. – С. 101–105.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ДИАГРАММЫ ТИХОХОДНОГО ВЕТРОКОЛЕСА

Жарков В.Я., Жоров В.И., Жоров С.В.

Аннотация

Построены диаграммы потоков воздуха и мощностей живого ветра для тихоходного ветроколеса, что дает более четкое представление о механизме его работы.

ENERGETIC DIAGRAMS OF SLOW WIND WHEEL

V. Zharkov, V. Zhorov, S. Zhorov

Summary

Diagrams of live weight and wind power are drawn for slow wind wheel, which gives a clearer idea of its mechanism.