

УДК 621.548

Гель П.В.*(Вінницький національний аграрний університет)***Дмитрієв Ю.О.****Коц І.В.***(Вінницький національний технічний університет)*

ВІТРОЕНЕРГЕТИЧНА УСТАНОВКА ІЗ ПОВОРОТНИМИ ВІТРИЛАМИ

Запропонована конструкція вертикально-осьової вітроенергетичної установки із поворотними вітрилами, а також наведені розрахункові залежності для оцінювання і вибору основних конструктивних параметрів і силових характеристик установки при проектуванні.

The design of vertical-axis wind power station with rotating sails, and also shows the calculated for the evaluation and selection of basic design parameters and strength characteristics of the unit in the design.

Вступ

Вітроенергетика є одним із найбільш перспективних напрямків серед нетрадиційних методів одержання енергії. В останні роки вона бурхливо розвивається в Європі, США, Канаді, Японії, Австралії та інших країнах. В Україні, що відчуває значну потребу додаткових енергетичних ресурсів, також прийнята комплексна програма будівництва вітроелектростанцій (ВЕС) до 2010 року. У рамках цієї програми будується ряд станцій, серед яких Новоазовська, Донузлавська, Трускавецька та інші.

Для традиційних ВЕС недостатній вітер зі швидкістю 5-6 м / с, а тому існує переконання, що якщо немає вітру зі швидкістю більше 10 м / с, то вітроенергетика не може претендувати на альтернативу традиційним постачальникам електроенергії. Однак інноваційні технічні рішення все ж таки дозволяють використовувати слабкий вітер і ефективно генерувати електроенергію без шкоди для навколишнього середовища [1-3].

Аналіз останніх досліджень

Як показали проведені нами пошукові дослідження серед відомих технічних рішень найбільш ефективними і придатними для практичного застосування навіть при відносно малих швидкостях вітру в межах 4-6 м/с є переважно вертикально-осьові вітродвигуни, зокрема, парусного типу [1-4], які можуть працювати незалежно від напрямків вітру. У порівнянні із традиційними відомими вітроагрегатами лопастного типу із горизонтальною віссю обертання такі вітродвигуни мають можливість забезпечити кінцевий загальний ККД, який споживатиметься користувачем, в межах 60...65%.

Формулювання мети і задач

З метою розробки досконалої вітроенергетичної установки було поставлено задачу створення конструктивного виконання її вітрильного двигуна, в якому за рахунок введення нових конструктивних елементів і зворотних зв'язків між виконавчими механізмами досягається підвищення його надійності і поліпшення аеродинамічних якостей.

Виклад основного матеріалу

На рисунку представлена конструктивна схема вітрильного двигуна вітроенергетичної установки [5].

Вітрильний двигун складається з вітрил 1, розміщених на спицях 2 і закріплених відносно вертикального вала потужності 3, що розташований всередині опори 4, коромисел 5 з тарированими пружинами 6 та колесами 7, причому, коромисла 5 прикріплені до спиць 2, поворотного майданчика 8, всередині верхньої частини якого закріплена дворівнева доріжка-слід 9 на поверхні якої виконані перехідні похилі площини 10 і 11, а також перший та другий флюгери 12 і 13, відповідно, що встановлені з двох протилежних сторін поворотного майданчика 8, який рухомо закріплений нижньою частиною на опорі 4. Крім того, вертикальний вал потужності 3 рухомо закріплений на верхній частині поворотного майданчика 8. Вісі 14 вітрил 1 з'єднані зі спицями 2 пружинними фланцями 15 із тарированими пружинами.

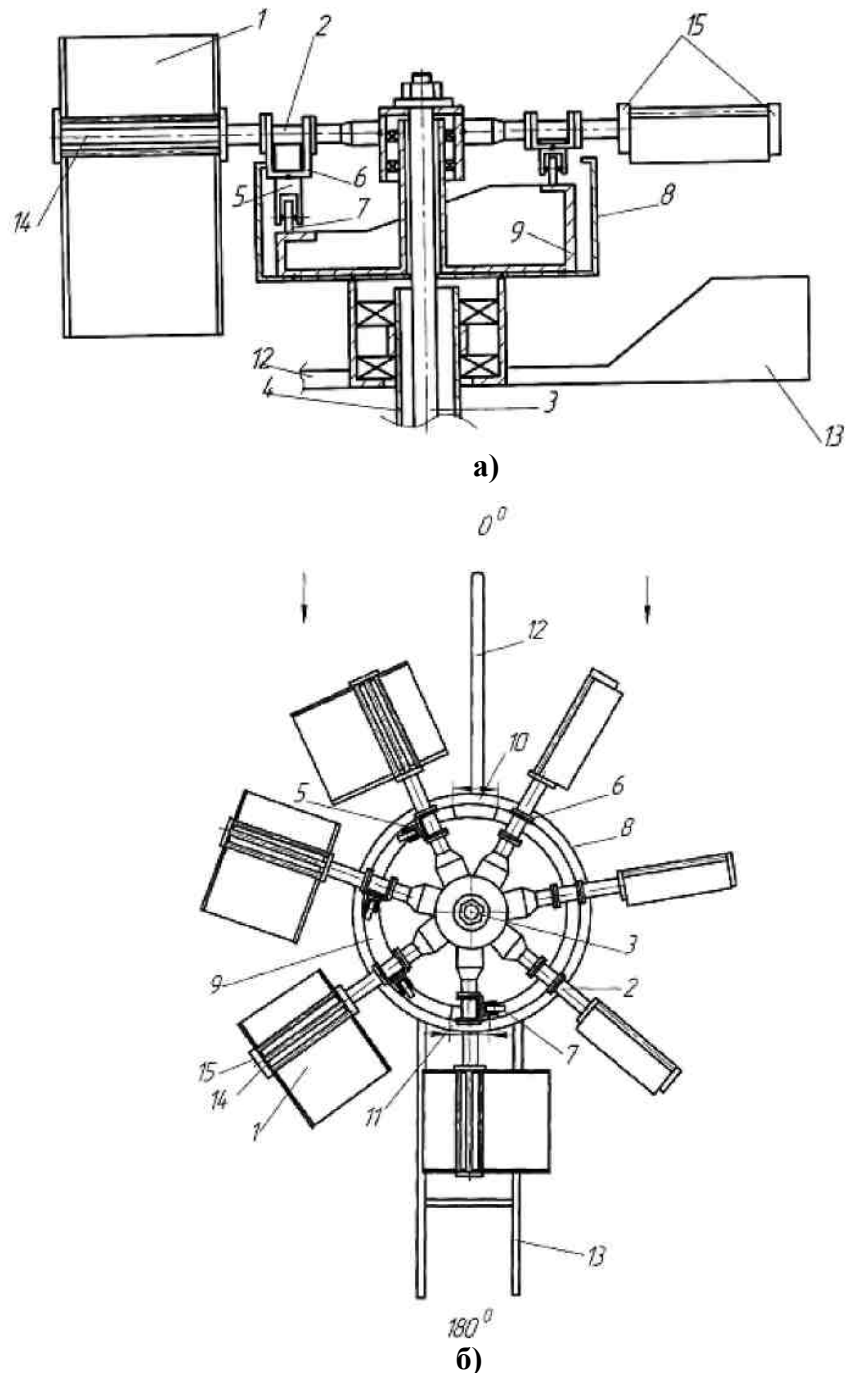


Рис. 1. - Вітрильний двигун вітроенергетичної установки: а) конструктивна схема у розрізі; б) вигляд зверху

Причому, кількість вітрил 1 є непарною, а сумарна довжина спиць і вісей вітрил прийнята у співвідношенні до ширини окремого вітрила, як: $K=L/B>2,5$, де: L - сумарна довжина спиць і вісей вітрила, а B - ширина вітрила.

Вітрильний двигун працює так. Сила тиску вітру, що діє на вітрила 1, поверхня яких встановлена перпендикулярно до напрямку вітру (Рисунок, б), переміщує спиці 2 із закріпленими на них підпружиненими коромислами 5 і колесами 7, обертаючи при цьому вертикальний вал потужності 3. Колеса 7 обкочуються по поверхні дорожки-сліду 9 і досягнувши похилої площини 10 піднімаються з нижньої поверхні дорожки-сліду 9 на верхню. При цьому коромисла 5 повертають спиці 2 на кут 90 градусів. При досягненні похилої площини 11 колеса 7 скочуються з верхньої поверхні дорожки-сліду 9 на нижню і повертають спиці 2 в початкове положення. Спиці 2, що з'єднані із вісями 14 вітрил 1 через пружинні фланці 15 з тарированими пружинами, переміщують вітрила 1 в двох взаємноперпендикулярних площинах, відповідно, перпендикулярно і паралельно до напрямку вітру.

Потужність вітрильного двигуна визначається за відомою формулою:

$$P=0,59F \cdot R,$$

де: F - сила вітру; R - радіус повороту.

Сила тиску створювана вітром дорівнює:

$$F=0,5K_n \cdot K_e \cdot \rho \cdot S \cdot V^3,$$

де: K_n - коефіцієнт вітрильності, $K_n=K_{np} \cdot K_{nl}$; K_{np} - коефіцієнт прогину вітрила; K_{nl} - коефіцієнт усередненої площі робочих вітрил; K_e - коефіцієнт сили вітру по висоті; ρ - густина повітря; S - площа вітрила; V - швидкість вітру.

Коефіцієнт усередненої площі робочих вітрил K_{nl} залежить від конструктивних особливостей вітрильного двигуна. В основному він залежить від кількості вітрил 1 встановлених на вітрильному двигуні і їх розташування на спицях 2. У вітрильному двигуні кількість вітрил 1 встановлюється непарною, що забезпечує хорошу рівномірність обертання вала потужності 3 при практичному збереженні K_{nl} на рівні 1,2 при установці п'яти вітрил і збереженні K_{nl} на рівні 1,4 при установці семи вітрил.

Окрім того, у вітрильному двигуні сумарна довжина спиць 2 і вісей вітрил 14 встановлюється у співвідношенні до ширини окремого вітрила 1 як:

$$K=L/B>2,5,$$

де: L - сумарна довжина спиць і вісей вітрила; B - ширина вітрила.

При цьому співвідношенні K_{nl} збільшується в середньому до 1,35 при п'яти вітрилах і до 1,6 при семи вітрилах.

Проведені випробування дослідних зразків запропонованої вітроенергетичної установки, які підтвердили високу ефективність та працездатність устаткування.

Висновки

Проведено аналіз відомих принципів та конструктивних схем вітроенергетичних установок різного конструктивного виконання. Встановлено, що досить ефективними є установки із вертикальною віссю обертання вітрильного типу. Запропоновано конструктивне рішення вітроенергетичної установки із поворотними вітрилами, яка має підвищену надійність і поліпшені аеродинамічні характеристики. Найбільш ефективно такі установки можуть бути застосовані в зонах із відносно малими швидкостями вітру.

Література

1. Киртичникова И.М., Мартьянов А.С., Соломин Е.В. Преобразование энергии в ветроэнергетических установках // *Альтерн. энерг. и экол.* - 2010. - N 1(81). - С.93-97.
2. Михеев А.А. Ветроэнергетическая парусная установка - природный концентратор ветровой энергии // *Альтерн. энерг. и экол.* - 2010. - N 1(81). - С.16-19.
3. Лятхер В.М. Ветроагрегаты нового поколения // *Энергия: экон., техн., экол.* - 2009. - N 8. - С.30-33; N 9. - С.7-14.
4. Патент України 20371 А, F03D 5/00. Вітрильний двигун Білоуса / Е.Ф. Білоус – 94128279. Заявл.:15.07.1997; Одерж.: 28.12.1994.
- Патент України 43268 А, F03D 3/06. Вітрильний двигун / Ю.О. Дмитрієв, Ю.В. Косенко, І.В. Коц, В.М. Шишко. – 200902370. Заявл.:17.03.2009; Одерж.: 10.08.2009.