

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРИЧНОЇ ВІТРОУСТАНОВКИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Наведений опис лабораторного стенду за допомогою якого визначається ефективність перетворення енергії вітрового потоку в механічну енергію обертального руху вітрогенератора та ефективність перетворення механічної енергії обертального руху вітрогенератора в електричну енергію.

Ключові слова: вітроустановка, вітрогенератор, вертикальноосьовий вітрогенератор.

Abstract

The description of the laboratory stand by which the efficiency of conversion of wind energy into mechanical energy of rotating motion of the wind turbine and the efficiency of conversion of mechanical energy of rotating motion of the wind turbine into electrical energy are given.

Keywords: wind installation, wind turbine, verticalaxial windmill.

Для використання енергії вітру використовують різні конструкції вітрогенераторів, переважно традиційні швидкохідні – пропелерні, виготовлення яких технологічно складне, особливо при збільшенні потужності вітроенергетичної установки. Але, великі перспективи за простими, технологічними і дешевими вітроенергетичними установками, особливо – вертикальноосьовими, які потребують подальшого вивчення та дослідження.

Відомий експериментальний стенд для визначення аеродинамічних характеристик ортогональних вітрогенераторів [1], містить повітряний канал на вході якого встановлений напрямний апарат, перед робочою камерою розміщено випрямний апарат у вигляді решіток закріплених з відносним взаємним зміщенням на 90° , осьовий вентилятор з частотним регулюванням струму, датчик швидкості потоку, вимірювачі обертів вітрогенератора та крутного моменту. Недоліком цього стенду є те, що при визначенні характеристик вітрогенератора виникатиме значна похибка за рахунок впливу стінок повітряного каналу.

Найбільш близьким за технічною суттю до запропонованого стенду є пристрій для дослідження вертикальноосьового вітрогенератора [2], який містить повітряний канал в якому встановлені електродвигун з лопатками вентилятора, випрямний апарат, анемометр, вертикальноосьовий вітрогенератор з лопатками, на валу якого закріплений навантажувальний пристрій з вимірювачем крутного моменту, вимірювач швидкості обертання вітрогенератора, пульт керування, встановлений між джерелом живлення та електродвигуном. Але недоліком такого пристрою є обмеженість функціональних можливостей при дослідженні характеристик вітрогенератора та значна похибка за рахунок впливу стінок повітряного каналу.

Тому, враховуючи недоліки аналогічних відомих пристроїв, була поставлена задача створення лабораторного стенду для дослідження електричної вітроустановки, який розширив би функціональні можливості при дослідженні характеристик вітрогенератора та зменшив похибку за рахунок впливу стінок повітряного каналу.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрої для дослідження електричної вітроустановки, вертикальноосьовий вітрогенератор виконаний у вигляді верхнього та нижнього кільцевих контурів, між якими закріплені лопатки з можливістю фіксованої одночасної зміни кута встановлення, навантажувальний пристрій містить електрогенератор з'єднаний з регульованим навантаженням через ватметр, вимірювач крутного моменту закріплений між статором та основою, на якій встановлені вертикальні стійки для кріплення повітряного каналу, в пульт керування додатково введено регулятор обертів електродвигуна, крім того на зовнішній поверхні нижнього кільцевого

контуру закріплені магнітопроводи з постійними магнітами, статор електрогенератора, на якому встановленні робочі обмотки, закріплений з можливістю обертання навколо спільної вісі в заданому секторі, частотомір слугує для визначення швидкості обертання вітродвигуна по частоті напруги електрогенератора.

Пристрій для дослідження електричної вітроустановки представлено на рис. 1

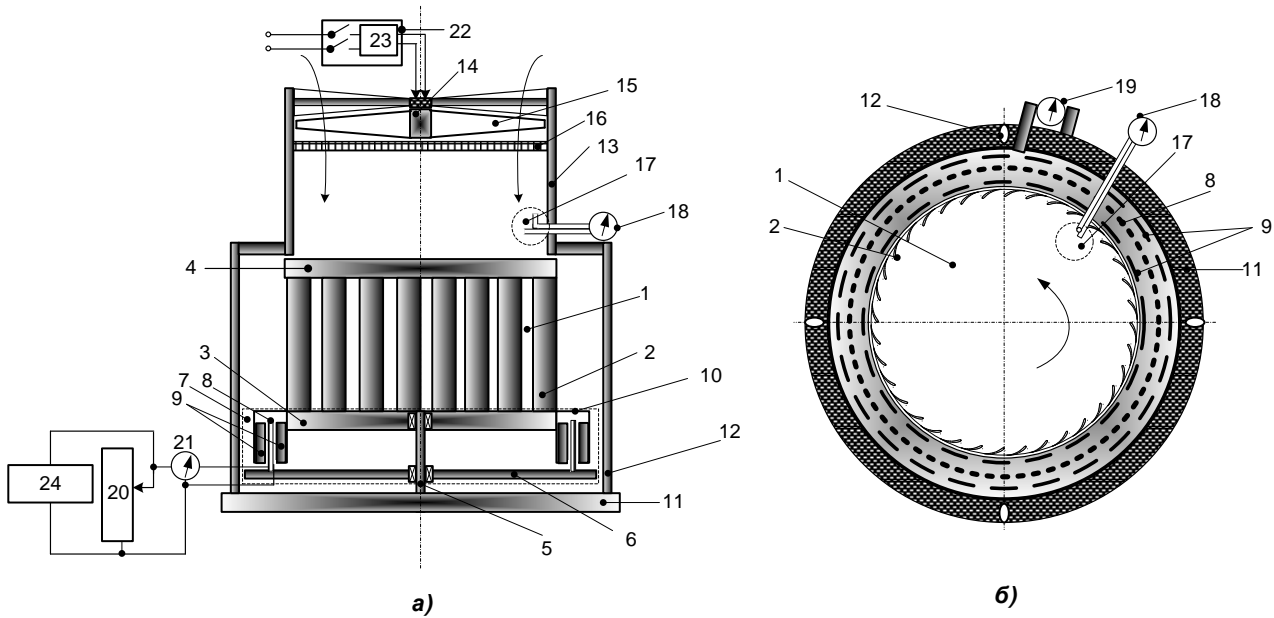


Рис. 1. Пристрій для дослідження електричної вітроустановки в вертикальній площині (а), вигляд зверху (б). Вертикальноосьовий вітродвигун 1 з лопатями 2, закріпленими між нижнім та верхнім кільцевими контурами 3,4, встановлений з можливістю обертання навколо вісі 5 на якій шарнірно закріплений статор 6 електрогенератора 7 з робочими обмотками 8, постійні магніти 9 з магнітопроводами 10 встановлені на кільцевому контурі 3. Вісь 5 закріплена на основі 11 на якій встановлені вертикальні стійки 12 для кріплення повітряного каналу 13 в якому встановлений електродвигун 14 з лопатками 15 вентилятора, випрямний апарат 16 та датчик 17 статичного і повного тиску диференціального мікроманометра 18. Реакція на статорі 6 відносно основи 11 визначається вимірювачем крутячого моменту 19, регульоване навантаження 20 електрогенератора 7 через ватметр 21 підключене до робочих обмоток 8, пульт 22 керування з регулятором 23 обертів електродвигуна, встановлений між джерелом живлення і електродвигуном 14, частотомір 24 з'єднаний з робочими обмотками 8 електрогенератора 7.

Працює стенд наступним чином. Потужність та оберти електродвигуна 14, перед включенням, задається з пульта 22 керування регулятором 23 обертів в залежності від необхідної швидкості потоку в повітряному каналі 13. При включенні пультом 22 керування електродвигуна 14 закріплені на ньому лопатки 15 вентилятора приводяться в обертовий рух та взаємодіючи з повітряним потоком надають йому відповідну швидкість, який при проходженні через випрямний апарат 16 рівномірно рухається в каналі 13, швидкість потоку вимірюється диференціальним мікроманометром 18 через різницю повного та статичного тиску на датчику 17. В середині вертикальноосьового вітродвигуна 1 створюється підвищений тиск відносно навколишнього середовища, що приводить до виникнення на лопатях 2 аеродинамічної сили, складова якої створює крутячий момент і, як наслідок, обертовий рух вітродвигуна 1 та, відповідно, кільцевого контуру 3 на якому розміщені постійні магніти 9 з магнітопроводами 10, що створює змінне магнітне поле, яке в робочих обмотках 8 наводить електрорушійну силу і при підключеному регульованому навантаженні 20 ватметром 21, вимірюється потужність електрогенератора 7. При цьому реакція на статорі 6 електрогенератора 7 відносно основи 11 визначається вимірювачем 19 крутячого моменту, добуток отриманого значення на кутову швидкість вітротурбіни 1 дорівнюватиме значенню механічної потужності. Поділивши електричну потужність електрогенератора 7, виміряну ватметром 21, на механічну потужність вітродвигуна 1 отримаємо коефіцієнт корисної дії перетворення механічної енергії в електричну. Потужність повітряного потоку перед вітротурбіною 1 можна визначати за кубічною залежністю від швидкості

поток в каналі 13, враховуючи його площу поперечного перетину. Основа 11 призначена для закріплення вісі 5 та вертикальних стійок 12, які слугують для встановлення повітряного каналу 13. Оберти вітродвигуна 1 визначаються по частоті напруги електрогенератора 7 за допомогою частотоміра 24. При фіксовані одночасні зміни кута встановлення лопатей 2 стає можливим проводити дослідження основних характеристик вітродвигуна 1 для заданих значень та визначати оптимальні кути встановлення лопатей 2.

Використання пристрою для дослідження електричної вітроустановки дає можливість розширити функціональні можливості при дослідженні характеристик вітродвигуна та електрогенератора в широкому діапазоні зміни швидкості повітряного потоку та навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Липовий В. М. Розробка експериментального стенда для визначення аеродинамічних характеристик ортогональних вітродвигунів / В. М. Липовий // Проблемы машиностроения. – 2012. – Т. 15, № 3-4. – С. 49-52.
2. Яхно О. М. Ветроэнергетика: конструирование и расчет ВЭУ : учеб. пособ. / О. М. Яхно, Т. Г. Таврит, И. Г. Грабар. – Житомир : ЖГТУ, 2002. – С. 132-139.

Віктор Васильович Горенюк – інженер 1-ої категорії кафедри електромеханічних систем автоматизація в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Олександр Борисович Мокін – д. т. н., професор, професор кафедри системного аналізу, комп'ютерного моніторингу та інженерної графіки, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця.

Олена Миколаївна Нанака – к. т. н., доцент кафедри електромеханічних систем автоматизація в промисловості і на транспорті, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: e_nanaka@ukr.net.

Victor V. Gorenjuk – engineer of the 1st category of the Chair of Electromechanical Systems Automation in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Oleksandr B. Mokin – Dr. Sc. (Eng.), Professor, Professor of the Chair of System Analysis, Computer Monitoring and Engineering Graphics, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia.

Olena M. Nanaka – Cand. Sc. (Eng), Assistant Professor of the Chair of Electromechanical Systems Automation in Industry and Transport, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: e_nanaka@ukr.net.