

УДК 621.548

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ГЕНЕРАТОРА БЕЗМУЛЬТИПЛІКАТОРНОЇ АВТОНОМНОЇ ВІТРОЕЛЕКТРОУСТАНОВКИ

В.М. Головка¹, І.Я. Коваленко²,

^{1,2}Інститут відновлюваної енергетики НАН України,
вул. Гната Хоткевича, 20а, м. Київ, 02094, Україна,
тел./факс: +38(044)206-28-09, e-mail: www.ive.org.ua,

^{1,2}Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря
Сікорського», 03056, м. Київ, просп. Перемоги, 37.

В роботі наведені результати аналізу математичної моделі для визначення параметрів генератора з постійними магнітами без-мультимплікаторної автономної вітроелектроустановки.

Ключові слова: безмультимплікаторна автономна вітроелектроустановка, синхронний генератор з постійними магнітами.

MATHEMATICAL MODEL FOR DETERMINATION OF PARAMETERS OF GENERATOR WITHOUT MULTIPLICATOR AUTONOMOUS WIND ELECTRICAL INSTALLATION

V.M. Golovko¹, I.Ya. Kovalenko²,

^{1,2}Institute of Renewable Energy, National Academy of
Science of Ukraine, 20a Hnata Khotkevicha str., Kyiv, Ukraine,
02094, tel./fax: +38(044)206-28-09, e-mail: www.ive.org.ua,

^{1,2}National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic
Institute named after Igor Sikorsky", 03056, Kyiv,
37, Peremohy Ave.

The paper presents the results of the analysis of a mathematical model for determining the parameters of a

generator with permanent magnets of a non-multiplier autonomous wind turbine.

Keywords: *multiplier autonomous wind turbine, synchronous generator with permanent magnets.*

ORCID: ¹0000-0003-0195-9654, ²0000-0003-1097-2041.

Розроблення математичної моделі для визначення параметрів генератора безмультіплікаторної автономної вітроелектроустановки має на меті дослідження характеристик синхронного електрогенератора з постійними магнітами та оцінку ефективності технічних рішень, направлених на підвищення ступеня перетворення енергії вітру в електричну. Математична модель генератора розроблена у системі MATLAB-Simulink з можливістю керування та регулювання як самого генератора, так і системи в цілому. Як вихідні дані для побудови моделі електрогенератора в середовищі MATLAB-Simulink попередньо розраховані геометричні та електричні параметри генератора, а саме: використовується характер розподілу електромагнітного поля в повітряному проміжку, магнітний потік електрогенератора, та параметри обмоток (активні та індуктивні опори), номінальна потужність та результати аеродинамічного розрахунку ротора вітроустановки.

Вихідна потужність на валу ротора вітроустановки задається таким рівнянням:

$$P_m = c_p(\lambda, \beta) \frac{\rho A}{2} v_{wind}^3$$

де P_m – вихідна механічна потужність на валу ротора вітроустановки; c_p – коефіцієнт потужності ротора вітроустановки; ρ – густина повітря; A – площа ротора вітроустановки; v_{wind} – швидкість вітру; λ – коефіцієнт

відношення швидкості обертання турбіни до швидкості вітру; β – кут нахилу лопасті.

Досліджуваний генератор характеризується системою рівнянь:

$$\begin{aligned}\frac{di_d}{dt} &= \frac{1}{L_s} (u_d - R_s i_d + \omega Z_p L_s i_q); \\ \frac{di_q}{dt} &= \frac{1}{L_s} (u_q - R_s i_q - \omega Z_p L_s i_d - \omega Z_p \psi_0); \\ \frac{d\omega}{dt} &= \frac{1}{J} (M - M_c); \\ M &= \frac{3}{2} Z_p (\psi_0 i_q)\end{aligned}$$

де L_q, L_d – індуктивності по осі q та d ; R – активний опір обмотки статора; i_q, i_d – струми за осями q та d ; ω – кутова швидкість ротора генератора; ψ – амплітуда магнітного потоку, що створюється постійними магнітами та додатковою обмоткою; p – кількість пар полюсів генератора; T_e – електромагнітний момент генератора.

Залежність вихідної потужності електрогенератора від швидкості обертання ротора електрогенератора для всіх розрахункових значень швидкості вітру наведена на рис. 1.

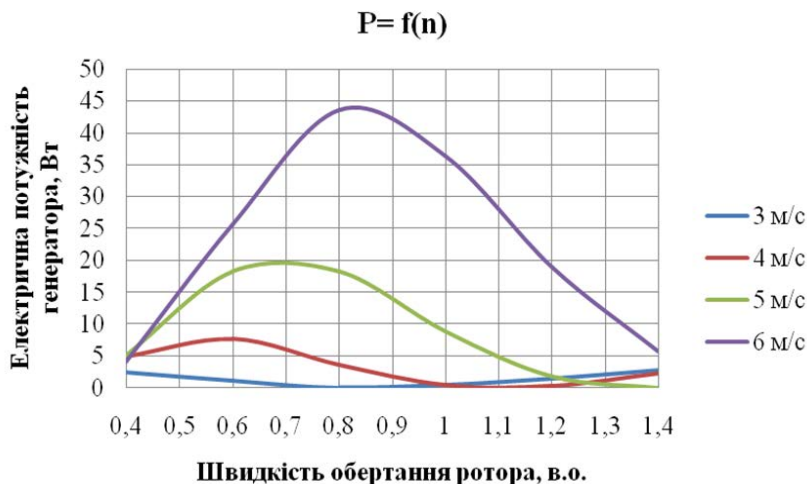


Рис. 1. Залежність вихідної потужності електрогенератора від швидкості обертання ротора

Чим більша швидкість вітру, тим вища вихідна потужність генератора, що пояснюється збільшенням величини електрорушійної сили, що наводиться в обмотці якоря за рахунок електромагнітної індукції. Кожна крива, зображена на рис. 1, має максимум, зниження вихідної потужності пояснюється тим, що з ростом швидкості обертання ротора вітроагрегата збільшуються аеродинамічні втрати, які призводять до її зменшення.