

МОДЕЛЮВАННЯ ПЕРЕХІДНИХ ПРОЦЕСІВ В СИСТЕМІ СТАБІЛІЗАЦІЇ ОБЕРТІВ РОТОРА ДАР'Є ВІТРОВОЇ ТУРБІНИ

Тарасов С.В., Молотков О.Н.

Інститут транспортних систем та технологій НАН України, Україна

Вступ. Будь-яка сучасна вітроенергетична установка має систему стабілізації, що підтримує її роботу поблизу точки оптимума, яка відповідає поточній швидкості вітру. В роботах [1,2] в якості засобу управління в для ГОВТ запропоновано використання підходів, що базуються на змінах площі поверхні що ометається [3], наприклад, вивід ротору з під вітру [1], або використання розсувних лопатей [2]. В роботі, що пропонується, моделюються перехідні процеси в замкнутій системі стабілізації обертів ротора Дар'є ВЕУ із змінною довжиною лопатей, що узагальнює викладені в роботах [1,2] підходи та розповсюджує їх на вертикально-осьові ВЕУ.

Викладення основного матеріалу. Рівняння у відхиленнях, що описує динаміку ротора як системи керування, приймемо у вигляді

$$T \frac{d\Delta\omega}{dt} + \Delta\omega = k_1\Delta V + k_2\Delta H, \quad (1)$$

де $\Delta\omega$, ΔV , ΔH – відхилення швидкості обертів ω , швидкості вітрового потоку V та довжини лопатей H від номінальних значень, що встановились;

T , k_1 , k_2 – відповідні суворо позитивні числові коефіцієнти.

Будемо вважати що зворотний зв'язок формується за пропорційно-інтегральним законом

$$\frac{d\Delta H}{dt} = K \cdot \Delta\omega, \quad (2)$$

де $K = const$ – коефіцієнт зворотного зв'язку.

Дослідження динамічних властивостей замкнутої системи стабілізації обертів ротора проведемо шляхом імітаційного моделювання – чисельним інтегруванням системи (1)-(2). При моделюванні будемо вважати, що ВЕУ має параметри близькі до ВЕУ-0420, а саме

Таблиця 1

Числові значення коефіцієнтів рівняння (1).

$T, \text{сек}$	k_1	k_2
297,36	6,46	2,24

Коефіцієнт зворотного зв'язку K набуває значень, які забезпечують стійкість системи та наявність пари комплексно-сполучених коренів характеристичного рівняння, а саме

Таблиця 2

Значення коефіцієнту зворотного зв'язку K .

-0,01	-0,1	-1,0
-------	------	------

а також пари дійсних коренів, а саме

Таблиця 3

Значення коефіцієнту зворотного зв'язку K .

$-3 \cdot 10^{-4}$	$-3 \cdot 10^{-5}$	$-3 \cdot 10^{-6}$	$-3 \cdot 10^{-7}$
--------------------	--------------------	--------------------	--------------------

Обчислені значення перехідних процесів для значень коефіцієнтів з табл. 2 і табл. 3 наведені на рис. 1 і рис. 2 відповідно.

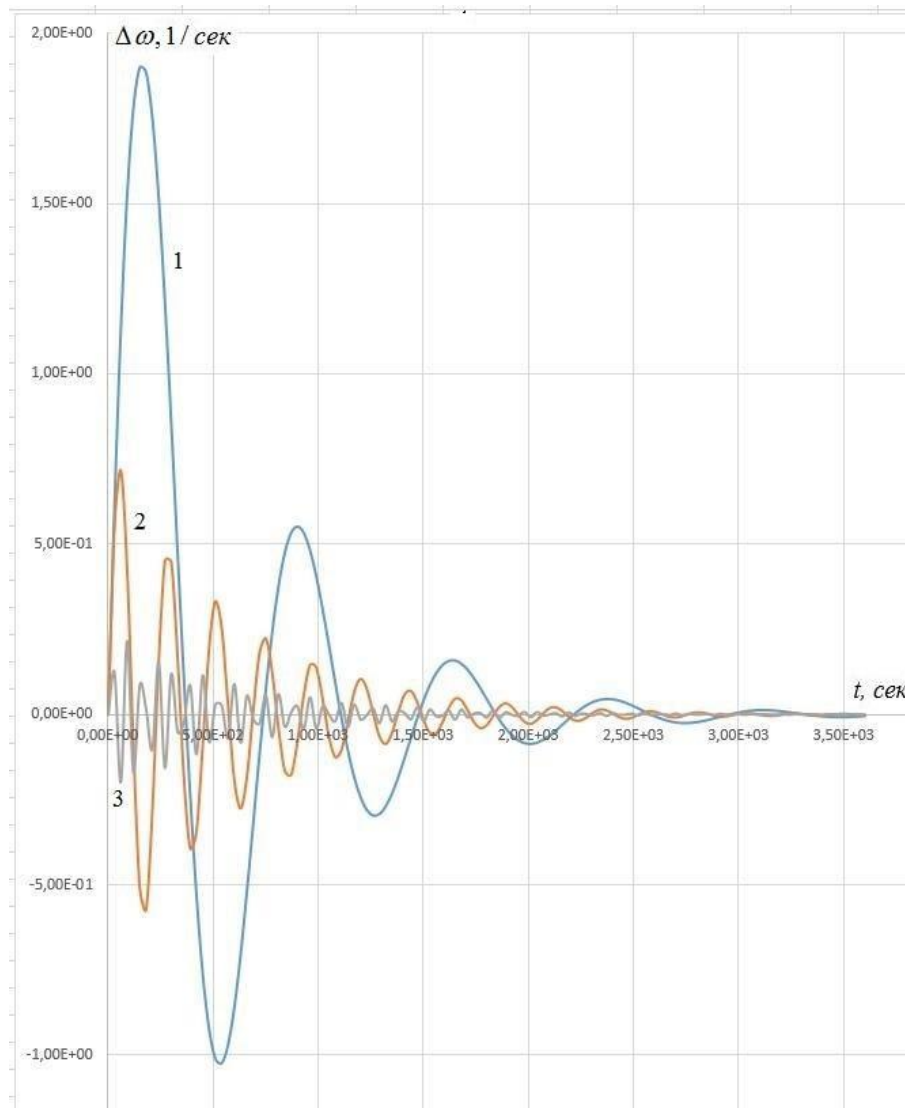
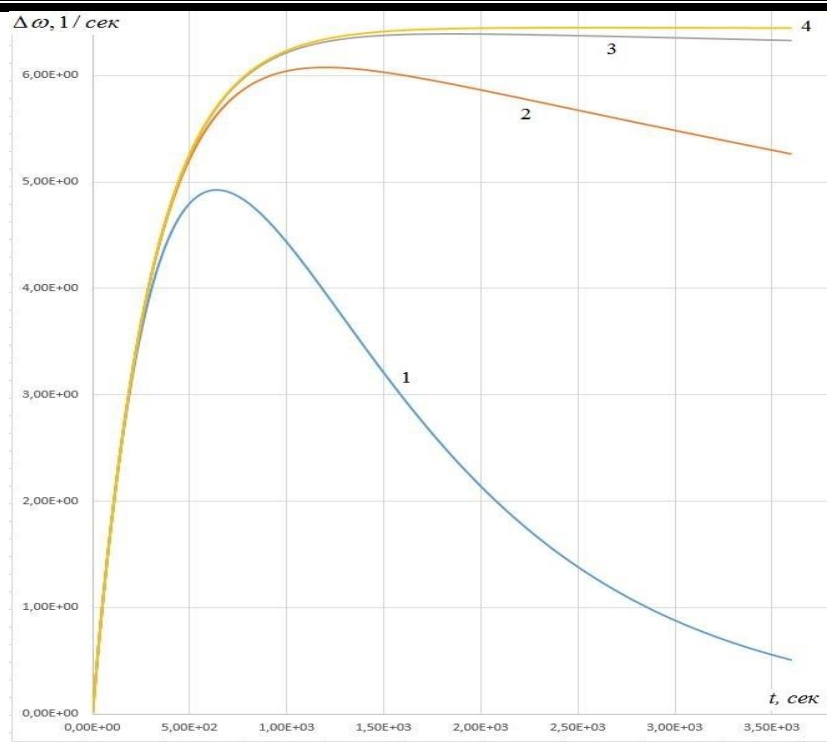


Рисунок 1 - Залежності $\Delta\omega$ від часу $t, \text{сек}$
для 1 - $K = -0,01$, 2 - $K = -0,1$, 3 - $K = -1$

Рисунок 2 - Залежності $\Delta\omega$ від часу t , сек

для 1 - $K = -3 \cdot 10^{-4}$, 2 - $K = -3 \cdot 10^{-5}$, 3 - $K = -3 \cdot 10^{-6}$, 4 - $K = -3 \cdot 10^{-7}$

Висновки. Використання коефіцієнтів зворотного зв'язку, що забезпечують пару дійсних коренів, призводить до перетворення перехідного процесу з коливального на безколивальний та до значного зростає тривалості перехідного процесу. Перетворення перехідного процесу на безколивальний безумовно є позитивним, але значне зростання тривалості перехідного процесу і неможливість її зменшення змінами коефіцієнту зворотного зв'язку змушують продовжити дослідження в напрямку застосування ускладнених алгоритмів з метою забезпечення кращих показників якості.

Література

1. Оборский Г.А., Моргун Б.А., Бундюк А.Н. Построение математической модели ветроэлектрической установки как объекта управления оборотами ротора / Г.А. Оборский, Б.А. Моргун, А.Н. Бундюк // Праці Одеського політехнічного університету. – 2013. Вип. 2(41). – С. 142-147.
2. Зубова Н. В. Повышение эффективности работы ветроэнергетической установки в зоне 2 / Н.В. Зубова, В.З. Манусов, С.Н. Удалов // XV Международная научно-практическая конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Современная техника и технологии"/ Сборник трудов в 3-х томах. Т.1.- Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009.- с.42 – 44.
3. Дзензерский В. А. Ветроустановки малой мощности / В.А. Дзензерский, С.В. Тарасов, И.Ю. Костюков. – Киев: Наук. думка, 2011. – 592 с.

SIMULATION OF TRANSIENT PROCESSES IN THE STABILIZATION SYSTEM OF DARRIEUS WIND TURBINE ROTOR ROTATIONS

Tarasov Serhii, Molotkov Oleh

Abstract. In the work, the simulation of transient processes of the rotor speed system stabilization of vertical-axis wind turbines, controlled by changes of the blade length, is carried out. It is proved that real roots of the characteristic equation of a closed system with the proportional-integral law of feedback leads to a significantly longer length of transient processes than with complex-connected roots.

Keywords: vertical axis turbines, control length, simulation, transient, swept area

Reference

1. Oborsky G.A Construction of a mathematical model of wind-electric installation as an object of rotor speed control / G.A. Oborsky, B.A. Morgun, A.N. Bundyuk. // Proceedings of the Odesa Polytechnic University. – 2013. Issue 2(41). - P. 142-147.
2. Zubova N.V. Increasing the efficiency of the wind power installation in zone 2 / N.V. Zubova, V.Z. Manusov, S.N. Udalov // XV International Scientific and Practical Conference of Students, Postgraduates and Young Scientists "Modern Technology and Technologies"/ Collection works in 3 volumes. Volume 1.- Tomsk: Publishing House of Tomsk Polytechnic University, 2009.- pp. 42 – 44.
3. Dzenzersky V. A. Vetrustanovki maloy moshchnosti. [Low-power wind installations] / V.A. Dzenzerskiy, S.V. Tarasov, I.Yu Kostyukov. - Kyiv: Nauk. dumka, 2011. - 592 p.