

ВИСНОВОК

про наукову новизну та практичне значення результатів дисертації Горошка Василя Володимировича «Оптимізація динамічних режимів електричних машин з використанням дробово-інтегральних регуляторів», що подається на здобуття наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Ми, рецензенти Римша В. В. і Якімець А. М., розглянувши дисертацію та наукові публікації, у яких висвітлено основні наукові результати дисертації, а також за результатами фахового семінару, проведеного на кафедрі Електротехнічної інженерії, дійшли такого висновку.

1. Дисертаційна робота присвячена актуальній темі оптимізації показників роботи електричних машин в динамічних режимах, шляхом застосування дробово-ступеневого числення при синтезі систем керування електроприводами, з метою покращення їхньої ефективності та продуктивності.

Мета, яка сформульована в роботі, відповідає обраному напрямку дослідження, отримані результати мають наукову новизну та сприяють досягненню мети.

2. Наукова новизна результатів дисертації полягає в тому, що автором

- було виконано ідентифікацію якірного кола двигуна постійного струму з послідовним збудженням за допомогою передавальної функції з дробовим порядком, що в порівнянні з моделями цілочисельного порядку забезпечує мінімальну похибку при розрахунку перехідних процесів при струмах якоря, що перевищують номінальний. Після синтезу математичного опису об'єкту було обрано та експериментально протестовано різні структури регулятора, у тому числі й при синтезі на дробовий порядок астатизму;
- отримала подальший розвиток методика ідентифікації контуру швидкості у вентильно-реактивному двигуні на базі дробово-ступеневої аперіодичної передавальної функції при різних прикладених напругах з незмінними кутами комутації. Це дозволило апроксимувати складну модель ВРД з нелінійними залежностями до вигляду аперіодичної ланки з дробовим порядком 0.7 з подальшим синтезом регуляторів. Найкращий результат було отримано при налаштуванні на дробовий астатизм 1.7, що дозволило отримати

мінімальний час першого узгодження та пере регулювання, що не перевищує 2 %;

- вперше синтезовано регулятор з дробовим порядком інтегрування для системи керування індукційними ретардерами стенду з вимірювання потужності та обертового моменту двигунів внутрішнього згорання. Коефіцієнти такого регулятора були розраховані за допомогою отриманих перехідних процесів системи керування та апроксимовані відповідними передавальними функціями. Налаштування на дробовий порядок астатизму дозволило отримати мінімум перерегулювання з кращою динамічною точністю.

3. Практичне значення результатів дисертації.

Практична значущість результатів дисертації обумовлена тим, що запропоновано модель і методи ідентифікації параметрів різних об'єктів зі степеневими властивостями їх динамічних процесів за допомогою дробово-ступеневого числення, а саме – контур струму в двигуні постійного струму послідовного збудження, контур швидкості вентильно-реактивного двигуна при різних параметрах живлення та контур фіксації швидкості в системі керування індукційними ретардерами. Отримані моделі не лише мають найменшу середньоквадратичну похибку, але, як наслідок, дозволили синтезувати регулятори з дробовим порядком інтегрування та диференціювання. Показано, що найкращі результати були отримані при налаштуванні дробовий порядок астатизму більше одиниці.

4. Основні результати дисертаційної роботи викладено в 8 публікаціях та в навчальному посібнику, з них 4 – у спеціалізованих виданнях, рекомендованих департаменту атестації кадрів вищої кваліфікації, і 3 – у виданнях, які індексуються в наукометричних базах SCOPUS і WEB OF SCIENCE. Без співавторів опубліковано 2 наукові роботи.

Вважаємо, що результати і зміст дисертації повністю відбито у згаданих публікаціях.

- 1) Бушер В. В. Модифицированный метод управления моментом вентильно-реактивного двигателя [Текст] / В.В. Бушер, В.В. Горошко, К.А. Хандакжи // Электротехнические и компьютерные системы, ISSN Print 2221-3937, ISSN Online 2221-3805 – ELTEKS-2017. – Киев: Техника, 2017. – Вып. 25(101). – С. 44–52. Access mode: <http://etks.opu.ua/core/getfile.php?id=2185>, <http://dx.doi.org/10.15276/eltecs.25.101.2017.05>

- 2) Бушер, В., Хандакжи, К., Горошко, В., Кравченко, В. Техническая реализация дробных интегрально-дифференцирующих регуляторов в микропроцессорных системах управления. [Текст] // International conference SHIPS' ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONICS AND AUTOMATION, 05.12.2018 – 06.12.2018 – Odessa: NU «ОМА». – 2019. – P. 180–186. Access at: http://femire.onma.edu.ua/docs/conf/electro_conf_50_60ka_228str.pdf
- 3) Busher, V. Synthesis and implementation of fractional-order controllers in a current circuit of the motor with series excitation [Text] / V. Busher, L. Melnikova, V. Horoshko // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies ISSN 1729–3774. Industry Control System. – Kharkov: PC Technology Center, 2019. – Vol. 2, No 2 (98), (2019). – P. 63–72. Access mode: <http://journals.uran.ua/eejet/article/view/161352> DOI: 10.15587/1729-4061.2019.161352
- 4) Бушер В. В. Дробные интегрально-дифференцирующие регуляторы в системе управления двигателем постоянного тока с последовательным возбуждением [Текст] / В. В. Бушер, В. В. Горошко // Електромеханічні та енергозберігаючі системи. Методи моделювання та оптимізації. XXVII МНТК 11-12 квітня 2019 р. ISSN 2079-5106. – Кременчук: КрНУ, 2019. – С. 39–41. Access at: http://esmo.kdu.edu.ua/publ/ESMO_2019.pdf
- 5) Busher V.V., Goroshko V.V. Fractional Integral-Differentiating Control in Speed Loop of Switched Reluctance Motor [Текст] // PROBLEMELE ENERGETICII REGIONALE – vol. 1, No 2(42) – 2019 – P. 46–54. – ELTEKS-2019. http://journal.ie.asm.md/assets/files/05_12_41_2019.pdf <https://doi.org/10.5281/zenodo.3239166> <http://journal.ie.asm.md/en/contents/electronnii-jurnal-1241-2019>.
- 6) Busher V. Dual Electromagnetic Retarder Control System for Tuning Internal Combustion Engines. / Busher V. V., Horoshko V. V. // Modern Electrical and Energy Systems (MEES–2019) September 23–25, 2019 – ISBN 978-1-7281-2569-5, IEEE Cat. No.: CFP19K83-ART. – Kr.: M. Ostrogradsky NU – 2019. – P. 26–29. Access at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8896526>
- 7) Horosko, V. Control optimization of electromechanical systems by fractional-integral controllers / Technology Audit and Production Reserves. Information and Control Systems. p-ISSN 2664-9969, e-ISSN 2706-5448. –

Kharkov: PC TechnologyCenter, 2020. – Vol. 3, No 2 (53), (2020). – P. 56–59. DOI: <https://doi.org/10.15587/2706-5448.2020.207037>

- 8) Горошко, В. В. Применение аппарата дробного исчисления в системах управления электрическими машинами / Theoretical and Practical Foundations of Social Process Management. XXIII International Scientific and Practical Online Conference, SanFrancisco, USA, 29–30 June, 2020. – с. 172–176. <https://doi.org/10.46299/ISG.2020.XXIII> , ISBN 978-1-64871-431-3
- 9) Simulation of Internet of Things based Systems. Practicum / O.V. Drozd, D. A. Maevsky, O. J. Maevskaya, O.M. Martynyuk, G.V. Tabunshchyk, V.V. Goroshkoandother, D. A. Maevsky (ed.) – Ministry of Education and Science of Ukraine, Odessa National Polytechnic University, 2019. – 130 p. – ISBN 978-617-7361-95-3. https://alioi.eu.org/wp-content/uploads/2019/10/ALIOT_PC1_Sim-of-IoT-Sys_web.pdf

5. Особистий внесок здобувача полягає в цих роботах полягає у наступному: в [1] – отримання нелінійних залежностей поточного зчеплення та моменту від струму фази в ВРД для моделювання, а також створення модифікованого методу керування моментом; в [2] – випробування розрахунку дробових інтегрально-диференціальних регуляторів на процесорі STM32F429I; в [3] – проведення експериментів та за запропонованим математичним моделям ідентифікація параметрів якорного ланцюга двигуна постійного струму з подальшим синтезом регуляторів на різні налаштування; в [4] – моделювання з урахуванням залежності потоку двигуна від струму і застосування дробово-інтегральних регуляторів в системі керування; [5] – за моделлю в [1] апроксимація контуру швидкості ВРД при різних прикладених напругах дробово-аперіодичною передавальною функцією з подальшим синтезом регуляторів, в [6] – проведено попередні розрахунки для системи керування індукційними гальмами. Роботи [7, 8] написані і опубліковані здобувачем самостійно.

Порушень академічної доброчесності в дисертації та наукових публікаціях не виявлено.

Враховуючи вищезгадане, вважаємо, що дисертаційна робота Горошко В. В. є завершеною науково-дослідною роботою та відповідає спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Дисертація відповідає вимогам, передбаченим пунктом 10 Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії,

затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. № 167, і рекомендується до захисту у спеціалізованій вченій раді.

Рецензенти:

Завідувач кафедри
електричних машин ОНПУ
к.т.н., доц.,



Якімець А.М.

професор кафедри
електричних машин ОНПУ
д.т.н.



Римша В.В.