МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
Академія наук суднобудування України

СУЧАСНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ – 2018

МАТЕРІАЛИ

ВСЕУКРАЇНСЬКОЇ НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ

5–6 квітня 2018 року

Навчально-науковий інститут автоматики і електротехніки
Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова
просп. Центральний, 3, м. Миколаїв

Миколаїв • НУК • 2018

ЗМІСТ

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА, ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧІ СИСТЕМИ І ПРИСТРОЇ 3

Прищепов Е. О. Генератор зондирующих импульсов для рефлектометрических приборов и систем. 3

Прищепов Е. О. Подключение генераторов зондирующих импульсов к чувствительным элементам системы «САДКО». 4

Демідов І. А. Розробка передавального пристрою лабораторного стенду засобів радіомоніторингу 6

Гультяєв С. О. Автоматична поворотна установка для дослідження характеристик акселерометрів 7

Дидан А. А. Построение системы контроля и управления доступом 9

Бодян Н. І. Домашняя метеостанция на базе микроконтроллера 10

Козлов О. В., Шмигельська І. В. Особливості застосування штучних нейронних мереж в системах автоматичного управління 11

Тарабцев М. В. Ориентация мобильных роботов в пространстве 13

Козлов О. В., Скакодуб О. С. Синтез керуючих пристроїв для систем керування пластинчатими транспортерами спеціалізованих піролізних комплексів на основі генетичних алгоритмів 14

Тарабцев М. В. Системы дистанционного управления и передачи данных для мобильных роботов 17

Грєшнов А. Ю. Технічні та технологічні критерії вибору рівнемірів для об'єктів морської інфраструктруктури 18

Грєшнов А .Ю. Інформаційна модель процесу вибору рівнемірів 20

Горбов В. Ю., Герасін О. С. Інтернет речей. Сучасні міжгалузеві концепції 21

СЕКЦІЯ 2. АВТОМАТИЗОВАНИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД, ПЕРЕТВОРЮВАЛЬНА ТЕХНІКА ТА ЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ 24

Волянська Я. Б., Волянський С. М., Підлубний Д. О. Підвищення техніко-економічних показників асинхронних двигунів керованих гідропропульсивних комплексів 24

Колесник І. А., Рябенький В. М. Трифазний регулятор потужності на мікроконтролері ATmega8 25

Білюк І. С., Бугрім Л. І., Ветушко Р. П. Електропривод системи автоматичного керування процесом горіння парового котла 28

Шарейко Д. Ю., Білюк І. С., Фоменко А. М., Ольшевський С. І., Савченко О. В., Фоменко Л. А. Блок живлення лабораторного стенда 29

Ольшевський С. І., Білюк І. С., Савченко О. В., Шахнов В. Т. Стенд для дослідження електропривода на базі безколекторного трифазного двигуна постійного струму 30

СЕКЦІЯ 3. ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНІ КОМПЛЕКСИ, ЕЛЕКТРИЧНІ МАШИНИ І АПАРАТИ 33

Ставинський А. А., Авдєєва О. А., Вахоніна Л. В. Основні вимоги сучасного розвитку електричних машин і електротехнічних систем та комплексів на їх основі 33

Ставинський А. А. Задачі оптимального проектування електромеханічних пристроїв, електротехнічних систем і комплексів 39

Ставинський А. А., Авдєєва О. А., Ставинський Р. А., Садовий О. С., Циганов А. М. Аналіз цільових функцій і керованих змінних оптимізаційних розрахунків трансформаторів і реакторів 45

Швидкий М. М., Овсянников В. М. Особливості експлуатації сучасних вітроенергетичних установок 50

Гончарук Д. О., Овсянников В. М. Малопотужна автономна фотоелектрична система 52

Гончарук Д. О., Овсянников В. М. Система керування потужністю – альтернатива підвищення надійності суднової енергосистеми 54

УДК 621.316.71

Ольшевський С. І., Білюк І. С., к.т.н., Савченко О.В., Шахнов В.Т.
Національний університет кораблебудування ім. адм. Макарова, м. Миколаїв

СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗІ БЕЗКОЛЕКТОРНОГО ТРИФАЗНОГО ДВИГУНА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Безколекторні двигуни постійного струму (БДПС) є різновидом синхронних електродвигунів з постійними магнітами на рухомому роторі та багатофазними обмотками на статорі, струм у яких регулюється за заданим законом керування. Повноцінне дослідження роботи електропривода на базі таких електродвигунів можливо (і бажано) виконувати двома способами – математичне імітаційне моделювання та натурне моделювання на електронному стенді.

Математична модель електропривода системи керування БДПС потрібна містити математичні моделі тих самих складових, що утворюють апаратно-програмну структуру стенду – БДПС, трифазного транзисторного інвертору, драйверу, датчиків струму, швидкості, куту. У якості вихідної координати будемо розглядати швидкість обертання ротору БДПС, що вимірюється за допомогою проти-ЕРС двигуна.

Система керування має нелінійні елементи такі як інвертор напруги та БДПС. Для спрощення математичного моделювання зробимо припущення, що постійні часу інвертору напруги не залежать від навантаження та вихідної частоти, а БДПС описується лінеарізованою моделлю та його регулювальна характеристика абсолютно лінійна. Також вважаємо, що швидкість обертання ротора БДПС прямопропорційна частоті.

На основі математичного опису БДПС електродвигуна [2] проводимо перетворювання для отримання рівняння динаміки в операторної формі:

$$\omega_P(p) = \frac{0.5 \cdot k_t \cdot I_{cp} - k_f \cdot \omega_p - M_H}{1} \cdot \frac{1}{J \cdot p} \qquad (1)$$

де k_t – коефіцієнт урахування середнього струму обмотки, I_{cp} – середній струм обмотки, k_f – коефіцієнт урахування впливу частоти на протиЕРС, M_H – момент навантаження, J – момент інерції.

Вважаючи, що БДПС працює на лінійному відрізку характеристики та використовуючи лінеаризовану модель електродвигуна [2, 3] з урахуванням (1) отримуємо:

$$\omega_P(p) = \left[\frac{G}{T_Д \cdot p + 1} - \left(M_H(p) + k_f \cdot \omega_p(p) \right) \right] \cdot \frac{1}{J \cdot p}, \qquad (2)$$

де параметр $G = \frac{M_{НОМ}}{\omega_0 - \omega_{НОМ}}$ – жорсткість робочої ділянки характеристики, $M_{НОМ}$ – номінальний момент, ω_0 – максимальна частота обертання, $\omega_{НОМ}$ – номінальна частота обертання, $T_Д$ – постійна часу БДПС.

На підставі рівняння (2) складемо структурну схему лінеаризованої моделі БДПС (рис. 1).

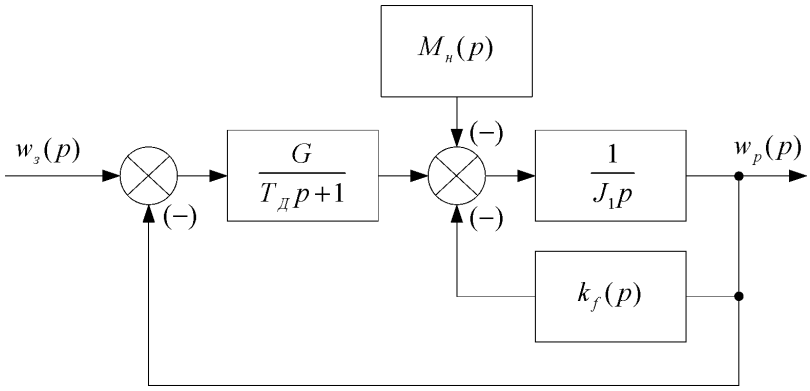


Рис. 1. Структурна схема лінеаризованої моделі БДПС

Використовуючи модель двигуна та ураховуючи структуру системи керування отримуємо структурну схему для імітаційного моделювання – рис. 2.

Для проведення досліджень у середовищі Matlab була сформована розрахункова схема – рис. 3. До структурної схеми були додані елементи для формування вхідних впливів, навантаження, вимірювальні пристрої.

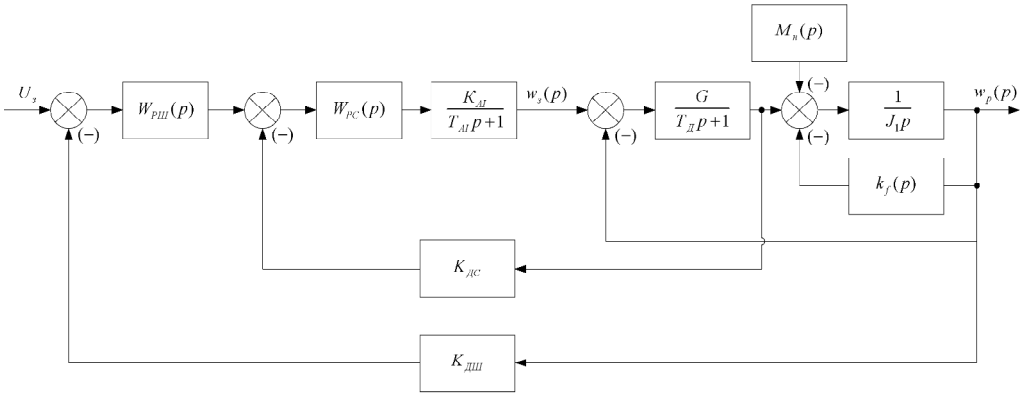


Рис. 2. Структурна схема для імітаційного моделювання

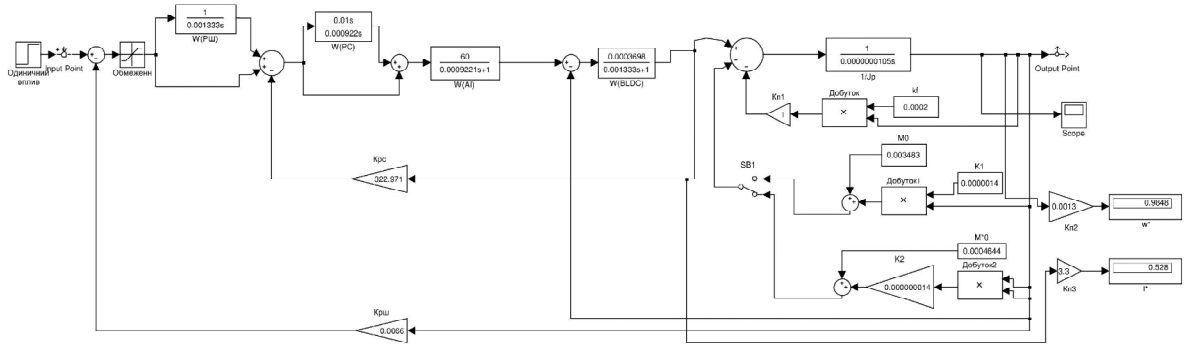


Рис. 3. Схема для проведення досліджень

Схема відповідає наявної системі включаючи такі деталі, як обмеження сигналів помилки по амплітуді.

В результаті дослідження динаміки системи визначені параметри настроювання регуляторів і для цих параметрів розраховані перехідні процеси для лінійного та квадратичного законів навантаження – визначається положенням перемикача SB1 на рисунку 3. Результат для квадратичного закону представлений на рисунку 4.

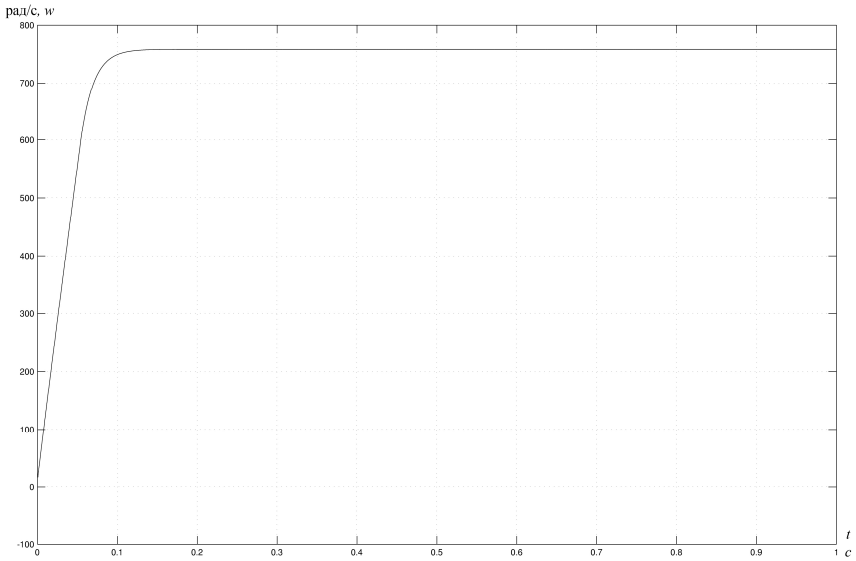


Рис. 4. Перехідний процес за швидкістю з квадратичним видом закону навантаження

Після проведення математичного моделювання та отримання параметрів регуляторів, виконується програмування контролера системи керування та проводиться натурне моделювання.

Один з можливих видів панелі віртуальних пристроїв наведений на рисунку 5.



Рис. 5. Загальний вид консолі керування

Крім дослідження перехідних режимів за допомогою стенда мається можливість вимірювати електромеханічні характеристики БДПС, в тому чолі і з не повністю визначеними параметрами. А це, в свою чергу, дозволяє отримувати достовірні дані про параметри двигунів для використання у подальшому.

На рисунку 6 наведений вигляд електромеханічної характеристики швидкісного БДПС у відносних одиницях по частоті обертання (режим без навантаження). Діапазон частот обертання від 100 до 7200 об/хв.

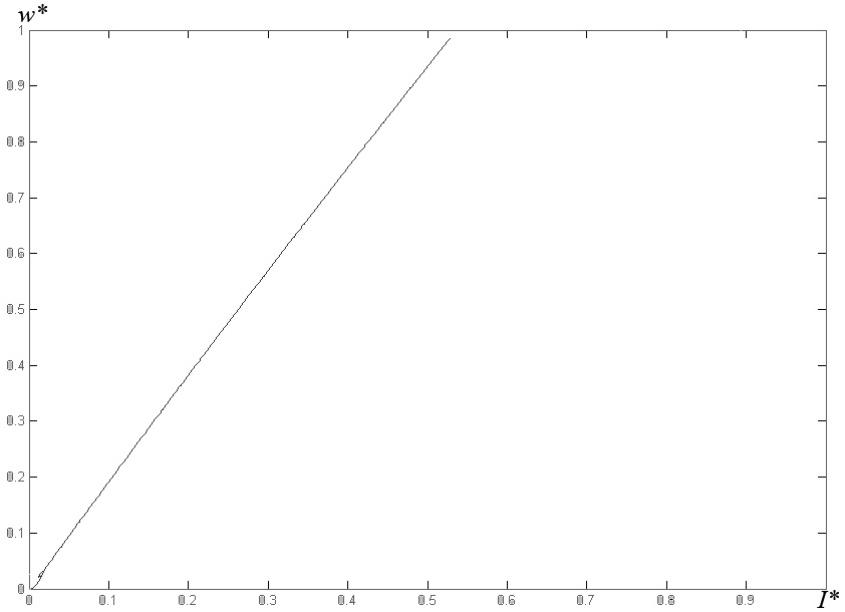


Рис. 6. Електромеханічна характеристика БДПС

Висновки. Запропоновано реалізація математичної моделі та дослідження роботи безконтактного електродвигуна постійного струму в складі мікроконтролерної системи керування. Моделювання роботи системи керування дозволило уточнити параметри регуляторів, що забезпечують необхідні показники якості керування.

Список використаних джерел

1. П. Хоровиц, У. Хилл. Искусство схемотехники. Том 1. [Текст] / П. Хоровиц – М.. Мир, 1983. – 590с.

2. Stefan Baldursson. BLDC Motor Modelling and Control – A Matlab/Simulink Implementation [Text] / Stefan Baldursson – Goteborg, 2005. – 86p.

3. Ward Brown. Brushless DC Motor Control Made Easy [Text] / Ward Brown – Microchip Technology Inc., 2002. – 58p.