

УДК 621.313.292, 62-503.56

І. Є. Біляковський, Б. Л. Копчак, Л. С. Копчак, кандидати техн. наук,
В. Б. Цяпа

ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКИХ РЕГУЛЯТОРІВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ З БЕЗЩІТКОВИМИ ДВИГУНАМИ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ

Анотація. Запропоновано вводити в астатичні за швидкістю системи керування електроприводами з безщітковими двигунами постійного струму нечіткі регулятори паралельно до класичних. Наведені результати досліджень на математичній моделі, які підтвердили покращення динамічних характеристик електропривода.

И. Е. Биляковський, Б. Л. Копчак, Л. С. Копчак, кандидаты техн. наук,
В. Б. Цяпа

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЧЕТКИХ РЕГУЛЯТОРОВ ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С БЕЗЩЕТОЧНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Аннотация. Предложено вводить в астатические по скорости системы управления электроприводами с безщеточными двигателями постоянного тока нечеткие регуляторы параллельно к классическим. Приведены результаты исследований на математической модели, которые подтвердили улучшение динамических характеристик электропривода.

G. E. Bilyakovskyy, B. L. Kopychak, L. S. Kopychak, PhD,
V. B. Tsyapa

USING FUZZY REGULATORS TO IMPROVE CHARACTERISTICS OF ELECTRIC BRUSHLESS MOTOR DC

Abstract. It is suggested to apply fuzzy regulators in parallel to classic ones to the speed – astatic control systems of electric drives with direct current brushless motors. The results of the research based on a mathematical model confirming the improvement of dynamic performances of an electric drive have been presented.

Постановка проблеми. Безщіткові двигуни постійного струму (БДПС) (engl. BLDC) – один з типів двигунів, що швидко набули популярності та широко використовуються в різних галузях промисловості, зокрема: автомобільній, приладобудівній, космічній, побутовій техніці, медичній, промисловій автоматизації тощо. Тому розроблення сучасних систем керування для таких двигунів є актуальною проблемою.

Аналіз останніх досліджень. Проведені нами комп'ютерні дослідження БДПС в середовищі MATLAB Simulink показали, що такі двигуни за своїми характеристиками близькі до двигунів постійного струму і їм притаманне динамічне і статичне просідання швидкості обертання при стрибкоподібній зміні навантаження. Для керування сучасними БДПС застосовують традиційні САК, які у багатьох випадках не забезпечують бажаних динамічних характеристик. З метою усунення цих недоліків перспективним є застосування у таких електроприводах нечітких регуляторів.

Задачі дослідження. Завданням дослідження є розроблення: структурної схеми системи керування швидкістю БДПС; методики синтезу САК швидкістю БДПС з високим ступенем нечутливості до дії збурень на валу вантаження, що змінюється випадковим чином, з використанням нечітких регуляторів в контурі керування швидкістю, або неадаптивного нечіткого регулятора, який повинен вмикатися паралельно до відомої схеми реалізації керування швидкістю обертання БДПС [1] без зміни її параметрів. Така

повинна забезпечити високу точність регулювання швидкості БДПС, його хороші динамічні характеристики, простоту в налагодженні та надійність в експлуатації.

Вирішення проблеми. Внаслідок дії випадкових збурень на навантаження БДПС, його швидкість може також коливатися випадковим чином. Щоб покращити динамічні властивості контура швидкості системи електропривода при дії збурень в каналі навантаження, запропоновано синтезувати неадаптивний нечіткий регулятор [3] і ввімкнути його паралельно до відомої схеми керування швидкістю БДПС з ПІ-регулятором швидкості (рис.1).

До складу даного нечіткого регулятора входить блок підготовки вхідної інформації, що перетворює вхідні сигнали в сигнали з необхідними параметрами, які в подальшому використовуються для його роботи. Крім цього, в нечіткому регуляторі слід передбачити диференціальний вхід.

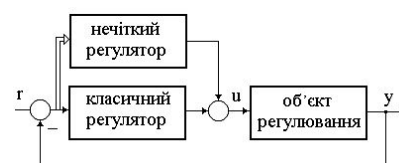


Рис.1. Структурна схема контуру з паралельною нечіткою корекцією

Синтез нечіткого регулятора здійснюється за методикою, наведеною в [2].

Обирається одна з найбільш стабільних та простих для настроювання структур - контур з паралельною нечіткою корекцією, загальна структура

САК© Біляковський І.С., Копчак Б.Л., Копчак Л.С.,
Цяпа В.Б., 2011

якого показана на рис.1. Нечіткий регулятор вмикається паралельно до класичного ПІ-регулятора (рис.1). Вхідними величинами нечіткого регулятора є сигнал розузгодження між завданням на швидкість БДПС і зворотним зв'язком за швидкістю (y) та його похідна (y'). Вихідною величиною нечіткого регулятора є сигнал корекції, який в поєднанні з вихідним сигналом відомої схеми реалізації САК швидкістю БДПС повинен покращити динамічні

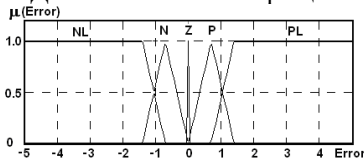


Рис.2. Функція приналежності вхідної змінної Error

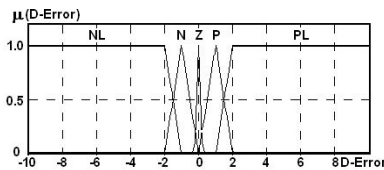


Рис.3. Функція приналежності вхідної змінної D-Error

Обрати параметри термів для вихідної змінної складніше, ніж для вхідних змінних, а встановити їх точно можна лише після багаторазового моделювання. Остаточно приймається функція приналежності, що зображена на рис. 4.

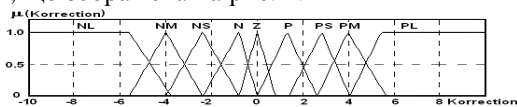


Рис.4. Функція приналежності вихідної змінної

Складання бази нечітких правил. Правила складаються на основі інтуїтивних знань експерта. В нашому випадку як експертні знання використовуються результати аналізу, що були отримані при дослідженні класичного регулятора. Деякі правила після моделювання системи з паралельною корекцією можуть бути уточнені.

Як зазначалося вище, завдання паралельної нечіткої корекції полягає в забезпеченні вищої точності, надійності та працездатності САК швидкістю БДПС. Складені таким чином та уточнені після моделювання правила наведені в табл.1.

1. Нечіткі правила

		Error					
D-Error	PL	PL	NL	P	Z	N	NL
	P	NM	NS	Z	Z	Z	P
	Z	NS	N	Z	Z	P	PS
	N	N	Z	Z	Z	PS	PM
	NL	Z	P	Z	Z	PM	PL

Результати цифрового моделювання приводу на основі БДПС з $P_n = 1$ кВт, у якому керування швидкістю здійснюється з використанням перетворювача частоти з цифровим ПІ – регулятором без паралельної нечіткої корекції (НК), а також з нею, наведені в табл.2: σ – перерегулювання в режимі пуску, δ – перерегулювання при дії на систему збурення у вигляді стрибкоподібної зміни навантаження $M_n=3$ Н·м.

характеристики контура швидкості системи електропривода.

Результати аналізу системи з класичним регулятором дозволяють визначити інтервали зміни вхідних та вихідних величин. Прийняті для лінгвістичних змінних Error (y) та D-Error (y') функції приналежності показані на рисунках 2,3.

2. Результати моделювання

	$\sigma, \%$	$\delta, \%$
Без НК	2,85	5,22
3 НК без диф. складов.	0,17	1,08
3 НК	2.61	0.2

Висновки

1. В схемі керування БДПС для покращення динамічних характеристик доцільно вмикати паралельно до схеми класичного ПІ-регулятора швидкості нечіткий регулятор.

2. Запропонований неадаптивний нечіткий регулятор в контурі регулювання швидкості БДПС покращує динамічні властивості системи електроприводу, зокрема його диференціальна складова суттєво зменшує перерегулювання при дії збурень у навантаженні.

Список використаної літератури

1. Леоненков В.А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzy TECH / В.А.Леоненков – СПб.: БХВ-Петербург, 2003.– 736 с.
2. Лозинський А.О. Системи керування електро побутовими приладами / А.О.Лозинський, Б.Л.Копчак, В.В.Бушер // Видавниц. Нац. ун-ту "Львівська політехніка", – Львів: 2010. – 302 с.
3. Рутковская Д. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы / Д.Рутковская, М.Пилинский, Л.Рутковский – М.: Гор. Линия. Телеком, 2004. – 452 с.

Отримано 08.07.2011



Біляковський Ігор Євгенович, к.т.н., доц. каф. ЕМА НУ «ЛП», Львів-13, вул. Бандери 12. р/тел. 258-21-60 E-mail: bilyakovsky@mail.ru



Копчак Богдан Любомирович, к.т.н., доц. каф. ЕМА НУ «ЛП», Львів-13, вул. Бандери 12. р/тел. 258-21-60 E-mail: kopchak@mail.ru



Копчак Любомир Стефанович, к.т.н., доц. каф. ЕАП НУ «ЛП», Львів-13, вул. Бандери 12. р/тел. 258-21-26



Цяпа Володимир Богданович, ст. викладач каф. ЕАП НУ «ЛП», Львів-13, вул. Бандери 12. р/тел. 258-36-20