

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ ТА ПРОДОВОЛЬСТВА УКРАЇНИ
МИКОЛАЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ВІСНИК

АГРАРНОЇ НАУКИ ПРИЧОРНОМОР'Я

Науковий журнал

*Виходить 4 рази на рік
Видається з березня 1997 р.*

Випуск 2 (78) 2014

Миколаїв
2014

<http://visnyk.mnau.edu.ua/>

Засновник і видавець: Миколаївський національний аграрний університет.

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ №19669-9469ПР від 11.01.2013 р.

Згідно з Постановою ВАК України від 14.04.2010 р. № 1-05/3 видання включено до переліку фахових видань.

Головний редактор: В.С. Шهبанін, д.т.н., проф., чл.-кор. НААНУ

Заступники головного редактора:

І.І. Червен, д.е.н, проф.
К.М. Думенко, д.т.н., доц.
В.П. Клочан, к.е.н., доц.
М.І. Гиль, д.с.-г.н., проф.
В.В. Гамаюнова, д.с.-г.н., проф.

Відповідальний секретар: Н.В. Потриваєва, д.е.н., доц.

Члени редакційної колегії:

Економічні науки: О.В. Шهبаніна, д.е.н., проф.; Н.М. Сіренко, д.е.н., проф.; О.І. Котикова, д.е.н., проф.; Джулія Олбрайт, PhD, проф. (США); І.В. Гончаренко, д.е.н., проф.; О.М. Вишневіська, д.е.н., проф.; А.В. Ключник, д.е.н., доц.; О.Є. Новіков, д.е.н., доц.; О.В. Скрипнюк, д.ю.н., проф.; О.Д. Гудзинський, д.е.н., проф.; О.Ю. Єрмаков, д.е.н., проф.; В.І. Топіха, д.е.н., проф.; В.М. Яценко, д.е.н., проф.; М.П. Сахацький, д.е.н., проф.; В.С. Дога, д.е.н., проф. (Молдова).

Технічні науки: Б.І. Бутаков, д.т.н., проф.; К.В. Дубовенко, д.т.н., проф.; В.Д. Будак, д.т.н., проф.; С.І. Пастушенко, д.т.н., проф.; А.А. Ставинський, д.т.н., проф.; В.П. Лялякіна, д.т.н., проф. (Росія).

Сільськогосподарські науки: В.С. Топіха, д.с.-г.н., проф.; Т.В. Підпала, д.с.-г.н., проф.; А.С. Патрева, д.с.-г.н., проф.; В.П. Рибалко, д.с.-г.н., проф., академік НААН України; І.Ю. Горбатенко, д.б.н., проф.; І.М. Рожков, д.б.н., проф.; В.А. Захаров, д.с.-г.н., проф. (Росія); С.Г. Чорний, д.с.-г.н., проф.; М.О. Самойленко, д.с.-г.н., проф.; А.К. Антипова, д.с.-г.н., доц.; В.І. Січкарь, д.б.н., проф.; А.О. Лимар, д.с.-г.н., проф.; А.П. Орлюк, д.б.н., проф.; В.Я. Щербаков, д.с.-г.н., проф.; Майкл Бьоме, проф. (Німеччина).

Рекомендовано до друку вченою радою Миколаївського національного аграрного університету. Протокол № 9 від 27.05.2014 р.

Посилання на видання обов'язкові.

Точка зору редколегії не завжди збігається з позицією авторів.

Адреса редакції, видавця та виготовлювача:

54020, Миколаїв, вул. Паризької комуни, 9,

Миколаївський національний аграрний університет,

тел. 0 (512) 58-05-95, www.visnyk.mnau.edu.ua, e-mail: visnyk@mnau.edu.ua

© Миколаївський національний аграрний університет, 2014

УДК 681.5

АДАПТИВНИЙ РЕГУЛЯТОР У СТРУКТУРІ СУЧАСНОГО КОМПЛЕКТНОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ

Д. Ю. Шарейко, кандидат технічних наук, доцент

І. О. Шведененко, магістр

Національний університет кораблебудування ім. адмірала Макарова

У статті проаналізовано використання адаптивного регулятора в сучасних комплектних електроприводах та його динамічні характеристики. Проведено синтез електроприводу з адаптивним регулятором на базі методу аналітичного конструювання. У результаті синтезу отримано динамічні характеристики.

Ключові слова: *комплектний електропривод, ПІД-регулятор, адаптивний регулятор, метод аналітичного конструювання.*

З розвитком систем керування електроприводами та впровадження їх в галузях промисловості для керування електродвигунами постало питання регулювання параметрів таких систем для досягнення бажаних показників якості керування. Ці питання вирішуються за допомогою адаптивних регуляторів.

У сучасних комплектних електроприводах адаптивні регулятори не використовують або використовують вкрай рідко. Відсутність адаптивного регулятора обумовлена тим, що в сучасних комплектних електроприводах використовуються програмовані логічні контролери, функціональна схема з яким представлена на рис.1 [1]. Зі схеми видно, що контролер отримує інформацію із кожного блоку електропривода, аналізує її та базуючись на аналізі, формує необхідні команди для електроприводу. Як зазначалося вище, адаптивний регулятор, як окремий блок у структурі сучасного комплектного електроприводу – відсутній. Його функції бере на себе окремий контролер.

У результаті такого підходу логічним стає висновок, що наявність окремого адаптивного регулятора в електроприводі є недоцільним. Однак останні дослідження таких спеціалістів,

© Шарейко Д. Ю., Шведененко І. О., 2014

як Краснодарець Л. А., Крамарь В. А., Балаканов Е. О. [2], показують, що наявність регулятора може розвантажити роботу контролера, керуючого всім електроприводом. Сучасні адаптивні регулятори можуть зробити систему керування більш робастною [2]. В дослідженнях показано, що застосування адаптивного регулятора дійсно поліпшує роботу електроприводу, але не наведено застосування адаптивних регуляторів у складі комплектного електроприводу (рис.1) та не представлено перевірку запропонованих параметрів регуляторів шляхом синтезу.

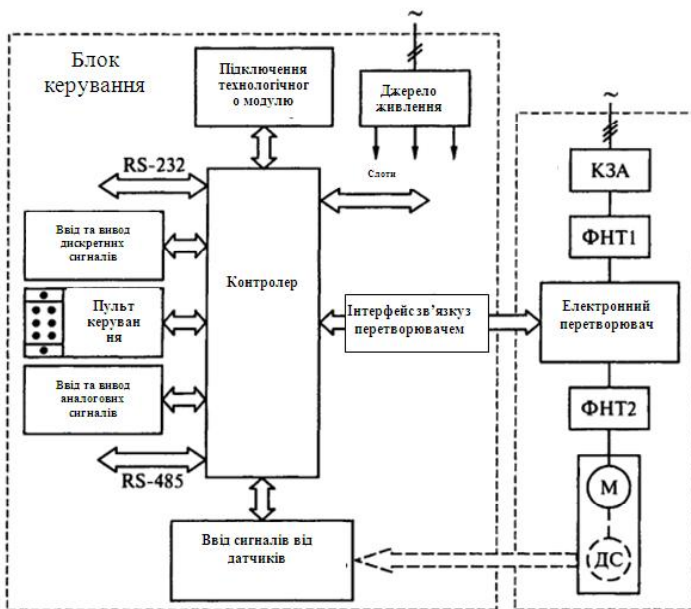


Рис. 1. Функціональна схема КЕП: КЗА – комутаційно-захисна апаратура; ФНТ1, ФНТ2 – силові модулі фільтрації, узгодження напруг та обмеження струмів на вході та виході електронного обладнання; М – електродвигун з датчиком швидкості ДС, або без нього

Метою статті є обґрунтування доцільності використання адаптивного регулятора у сучасних комплектних електроприводах.

Для реалізації мети дослідження виконано такі завдання:

- розроблено структуру сучасного КЕП з адаптивним регулятором;

$$k_1 = T_1 T_c \left(2\omega_0^2 + 4\zeta_r^2 \omega_0^2 - \frac{1}{T_2 T_c} - \frac{1}{T_1 T_c} \right)$$

$$k_3 = k_1 (\omega_0^2 T_2 T_c - 1),$$

де ζ_r – коефіцієнт відносного адемфування; ω_0 – резонансна частота системи; T_1 – постійна часу двигуна; T_2 – постійна часу навантажувальної машини;

$$T_1 = \frac{\Omega_N J_1}{M_N}, \quad T_2 = \frac{\Omega_N J_2}{M_N},$$

де Ω_N – номінальна швидкість двигуна; M_N – номінальний момент двигуна; J_1, J_2 – момент інерції двигуна та навантажувальної машини відповідно, T_c – постійна часу жорсткості.

$$T_c = \frac{M_N}{K_c \Omega_N},$$

де K_c – коефіцієнт жорсткості.

Чисельний експеримент. На основі схеми (рис. 2) за допомогою пакета прикладних програм **Matlab** було проведено моделювання системи стабілізації швидкості двигуна постійного струму з використанням стандартного ПІД-регулятора і принципово нового адаптивного регулятора, заснованого на методі аналітичного конструювання [2].

Структурні моделі системи з ПІД-регулятором і адаптивним регулятором представлено на рис. 3 і рис. 6 відповідно [2].

Модель ДПС побудована за рівняннями, що описують процеси в електричній машині постійного струму, які мають вигляд:

$$u_a = R_a \left(T_a \frac{di_a}{dt} + i_a \right) + e_a;$$

$$J \frac{d\omega}{dt} = M - M_n;$$

$$\omega_m = \frac{d\theta}{dt};$$

$$e_a = k_E \omega_m,$$

де u_a , i_a , e_a – напруга, струм і проти-ЕРС якоря; L_a , R_a , $T_a = L_a/R_a$ – індуктивність, опір і постійна часу ланцюга якоря; ω_T , M , M_H , θ_T – кутова швидкість обертання ротора, електромагнітний момент, момент навантаження та кут повороту ротора; J , k_E – момент інерції ротора та конструктивні постійні [2].

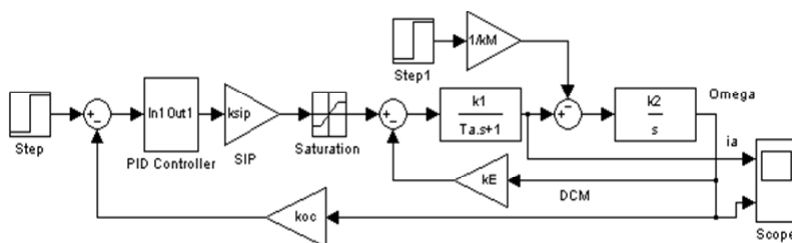


Рис. 3. Структурна модель стабілізації швидкості ДПС з ПІД-регулятором: PID-controller - ПІД-регулятор, SIP - широтно-імпульсний перетворювач з обмеженням по виходу, призначений для керування струмом якорного ланцюга, DCM - ДПС з незалежним збудженням

Підставивши в схему значення, запропоновані в [2], отримали перехідні характеристики для визначення показників якості керування.

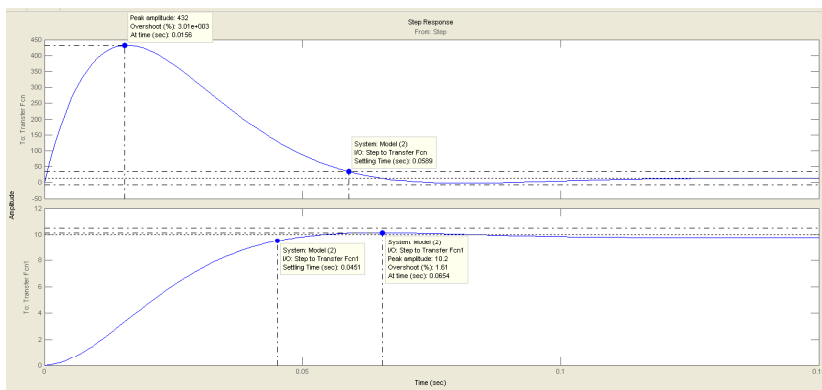


Рис. 4. Перехідні характеристики системи з ПІД-регулятором

Крива зверху відображає скачок струму якоря, знизу – кутову швидкість.

Далі було проведено заміну ПІД-регулятора на АР, структурну схему якого представлено на рис.5

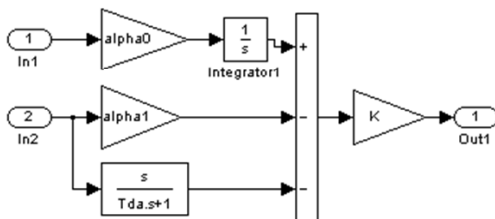


Рис. 5. Структурна схема адаптивного регулятора

Оновлену структурну схему представлено на рис. 6.

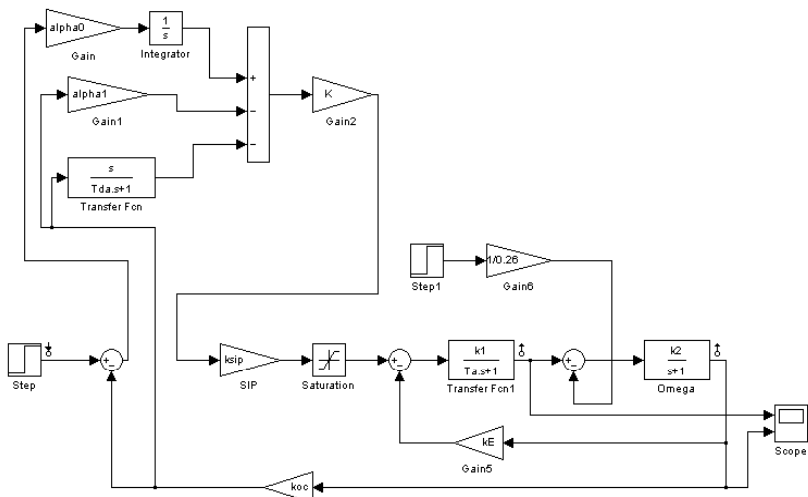


Рис. 6. Структурна схема електроприводу з адаптивним регулятором

Задаючись параметрами, запропонованими в [2], отримали перехідні характеристики струму та швидкості, за якими можна визначити час перехідного процесу. В обох випадках перерегулювання не перевищує 5% і час перехідного процесу – менше 0,06 с. Однак, в системі з АР відсутня статична

помилка, що підтверджує наявність властивості робастності (рис 4, рис 7, крива 1).

Далі було проведено синтез регулятора, за результатами якого з'ясовано, що зміна постійної часу $Td.a.$ адаптивного регулятора не впливає на роботу електропривода (рис 7. крива 2) [2], проте зміна коефіцієнту $\alpha 1$ адаптивного регулятора у десять разів значно зменшує перерегулювання, яке складає **0,38%** (рис 7. крива 3), але збільшує час перехідного процесу $t = 0,6$ с. При цьому двигун плавно розганяється (рис 7. крива 4) і має значно менший кидок струму при запуску, що є бажаним аргументом для двигуна постійного струму.

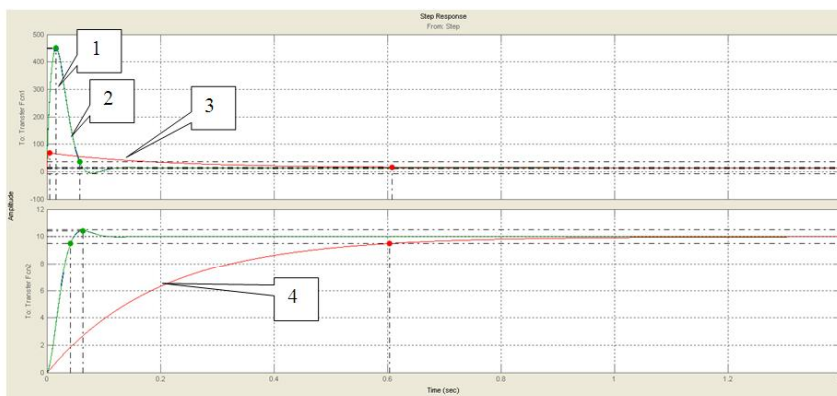


Рис. 7. Перехідні характеристики системи з АР

Висновки:

1. Адаптивний регулятор у структурі КЕП дозволяє забезпечити будь-який закон керування залежно від умов роботи електропривода та показників якості, які потрібно забезпечити. Тому можна різні конструкції перетворювачів частоти з вбудованими ПІ-, ПД-, ПІД-регуляторами замінити на уніфіковану структуру з АР.

2. Чисельний експеримент довів, що АР дозволяє отримати кращі динамічні характеристики на відміну від інших. В результаті синтезу було підтверджено оптимальність вибору параметрів регуляторів та електроприводу.

Список використаних джерел:

1. Белов М. П. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов : учебник для студ. высш. учеб. заведений / М. П. Белов, В. А. Новиков, Л. Н. Рассудов. — 3-е изд., испр. — М. : Академия, 2007. — С. 107.
2. Краснодарец Л. А. Применение новых адаптивных регуляторов в системах стабилизации скорости двигателей постоянного тока / Л. А. Краснодарец // Вестник СевНТУ. Автоматизация процессов и управление : сб. науч. тр. — Севастополь, 2010. — Вып. 108. — С. 213—217.
3. Krzysztof Szabat and Teresa Orłowska-Kowalska. Adaptive control of the electrical drivers with the elastic coupling using Kalman filter. // Wroclaw University of Technology. — Poland, 2009. — 372 pages.
4. Герман-Галкин С. Г. Matlab&Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК / С. Г. Герман-Галкин. — СПб. : КОРОНА-Век, 2008. — 368 с.

Д. Ю. Шарейко И. О. Шведененко. Адаптивный регулятор в структуре современного комплектного электропривода.

Проанализировано использование адаптивного регулятора в современных комплектных электроприводах и его динамические характеристики. Проведен синтез электропривода с адаптивным регулятором на основе метода аналитического конструирования. В результате синтеза получены динамические характеристики.

D. Shareyko I. Shvedenenko. Adaptive controller in modern complete electric drive structure.

Analysis of using adaptive controller in modern complete electric drives and analysis of it dynamic characteristics was made. The analytical design with the help of synthesis of electric drive with adaptive controller was researched. At the result, after the relaised synthesis the new dynamic characteristics were obtained.

ЗМІСТ

ЕКОНОМІЧНІ НАУКИ

О. Є. Новіков, В. Я. Лихач, П. О. Шебанін, Ф. А. Бородаєнко. Створення конкурентоспроможного підприємства з виробництва свинини на базі Навчально-науково-практичного центру Миколаївського національного аграрного університету	3
Н. В. Потривасєва. Облікові аспекти формування майна та розподілу доходу у сільськогосподарських кооперативах.....	16
В. І. Криленко. Нормативно-правові особливості регулювання економічної безпеки аграрного сектора	24
О. І. Котикова, Ю. І. Юрченко. Впровадження екологічно чистого виробництва продукції сільського господарства в Україні.....	37
Т. В. Порудєєва, Т. Я. Іваненко. Тенденції розвитку зовнішньої торгівлі послугами у Миколаївській області.....	46
Т. В. Пилипенко. Біоенергетичний потенціал аграрного сектора як передумова сталого розвитку України.....	51
С. В. Тивончук, Я. О. Тивончук. Світовий ринок молока і молочних продуктів: особливості формування та тенденції розвитку	57
О. В. Лазарева. Діагностика соціально-економічного стану регіону	65
Т. Ю. Приймачук, Т. М. Ратошнюк, Т. Ю. Сітнікова, А. В. Проценко, Т. А. Штанько. Співпраця хмелярства та пивоваріння: світовий та вітчизняний ракурс.....	72
Н. В. Цуркан. Формування та функціонування ринку продукції багаторічних трав на півдні України.....	80
Є. О. Павлюк. Реформування системи пенсійного забезпечення України: передумови та основні засади.....	88
О. В. Шавурська. Облік витрат на відтворення деревних лісових активів шляхом лісорозведення.....	95

СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКІ НАУКИ

О. В. Морозов, І. О. Біднина, В. В. Морозов, В. Г. Найдьонов. Оцінка сучасного гідрогеолого-меліоративного стану земель Каховського зрошуваного масиву	103
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

В. О. Чабан. Оцінка забруднення водоїмищ морським транспортом та біологічний метод очищення водного середовища за допомогою ейхорнії товстоножкової.....	112
О. В. Письменний, О. С. Левкова. Вивчення впливу препаратів (<i>quicelum, granfol k, triamin radicular</i>) на урожайність та якість продукції капусти білокачанної	120
І. І. Гасанова, Н. А. Ноздріна. Ріст та розвиток рослин пшениці озимої протягом весняно-літньої вегетації в Північному степу	126
О. В. Трубілов. Особливості формування врожайності зерна гібридів кукурудзи різних груп стиглості залежно від елементів технології	132
Н. В. Поляшенко. Морфологічні особливості та загальні фізичні властивості еродованих чорноземних ґрунтів Степу України..	138
Є. Г. Філіпов. Вплив агротехнічних прийомів на економічну ефективність вирощування сафлору красивого в умовах зрошення півдня України.....	143
В. І. Козечко. Формування надземної маси рослинами сортів пшениці озимої в умовах північного Степу.....	150
С. В. Богульська. Агробактеріальна трансформація ярого ріпаку без етапу регенерації <i>in vitro</i>	157
Т. І. Фотіна, С. О. Шаповалов, В. О. Калашніков, О. В. Кисельов, А. М. Ладика. Порівняльна характеристика фізико-хімічного складу цистернального та альвеолярного козячого молока за умов видоювання.....	163
В. М. Іовенко, О. В. Іваніна. Особливості відтворювальної здатності вівцематок асканійської тонкорунної породи.....	171
О. В. Лянзберг. Вплив екологічних умов на результати вирощування цьоголітків коропових риб.....	178
М. М. Поручник. Оцінка відтворювальних якостей свиноматок залежно від генотипу.....	186

ТЕХНІЧНІ НАУКИ

Д. Ю. Шарейко, І. О. Шведененко. Адаптивний регулятор у структурі сучасного комплектного електроприводу	192
А. Ю. Ліннік. Обґрунтування конструкції апарату для очищення голівок коренеплодів цукрових буряків	200

Наукове видання

Вісник аграрної науки Причорномор'я
Випуск 2(78) – 2014

Технічний редактор: *О. М. Кушнарьова.*
Перекладач-коректор: *О. В. Неліна.*
Комп'ютерна верстка: *Ю. В. Антонович.*

Підписано до друку 27.05.2014. Формат 60 x 84 1/16.
Папір друк. Друк офсетний. Ум.друк.арк. 13,2.
Тираж 300 прим. Зам. № _____. Ціна договірна.

Надруковано у видавничому відділі
Миколаївського національного аграрного університету
54020, м.Миколаїв, вул.Паризької комуни, 9

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4490 від 20.02.2013 р.