

У підсумку складаємо таблицю результатів розрахунків струмів короткого замикання в об'єднаній СЕЕС (табл.2.).

Таблиця 2. Результатів розрахунків струмів короткого замикання в СЕЕС

Найменування ланцюга (точка КЗ)	Розрахункові значення струмів короткого замикання	
	Струм що встановився	Струм ударний
	кА	кА
Генератор 1	15,87	32,31
Генератор 2		
Генератор 3		
Шини ГРЩ	23,81	49,87
Трансформатор	23,79	40,83
РЩ	23,81	46,45
Секція 230В	17,66	8,62

Крім чисельного значення ударних струмів і усталених струмів короткого замикання програма дозволяє одержати характеристики загасання струмів.

Висновок. Розрахунок струмів короткого замикання за розглянутою методикою з використанням розробленої програми дозволяє суттєво скоротити час розрахунку. Достовірні результати розрахунків, отримані по вимогах міжнародного стандарту дозволяють якісно проектувати системи захисту.

ЛІТЕРАТУРА

1. ІЕС 61363-1-1998. Міжнародний стандарт. Суднові електричні установки. Переносні й стаціонарні наземні блоки.

УДК 681.5

АДАПТИВНИЙ РЕГУЛЯТОР У СУЧАСНИХ КОМПЛЕКТНИХ ЕЛЕКТРОПРИВОДАХ

Шарейко Д.Ю.¹, Білюк І.С.², Савченко О.В.³, Фоменко А.М.⁴

¹кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування
імені адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
dshareyko.mk@gmail.com;

²кандидат технічних наук, доцент, Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
ivanbilyuk@gmail.com;

³зав. лаб. каф автоматики, Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
savchenko1984@gmail.com;

⁴доцент НУК, Національний університет кораблебудування
ім. адмірала Макарова, м. Миколаїв, Україна
fomenko.mk@gmail.com

Анотація. Наведено аналіз структур комплектних електроприводів та обґрунтовано доводиться необхідність застосування в них адаптивного регулятора. На підставі проведених розрахунків показано ефективність такого введення та развантаження програмованого логічного контролера, що керує технологічним процесом.

Ключові слова: комплектний електропривод; адаптивний регулятор; програмований логічний контролер; показники якості керування.

Комплектні електроприводи є модульною системою, що свідчить про неможливість її доповнення додатковими елементами, що не входять в структуру електроприводу. Основною складовою частиною перших комплектних електроприводів стали операційні підсилювачі та тиристори, які керуються за допомогою фазового регулювання. Розглянемо комплектацію перших комплектних електроприводів на прикладі електроприводу серії КЕМЕК. Комплектні електроприводи типу КЕМЕК виробництва НРБ призначені для промислових роботів з послідовною роботою координат. Випускаються у варіанті використання їх в приводах подач верстатів з ЧПУ. Всі основні схемотехнічні рішення аналогічні приводам, призначеним для роботів [3]. Функціональна схема приводу наведена на рисунку 1.

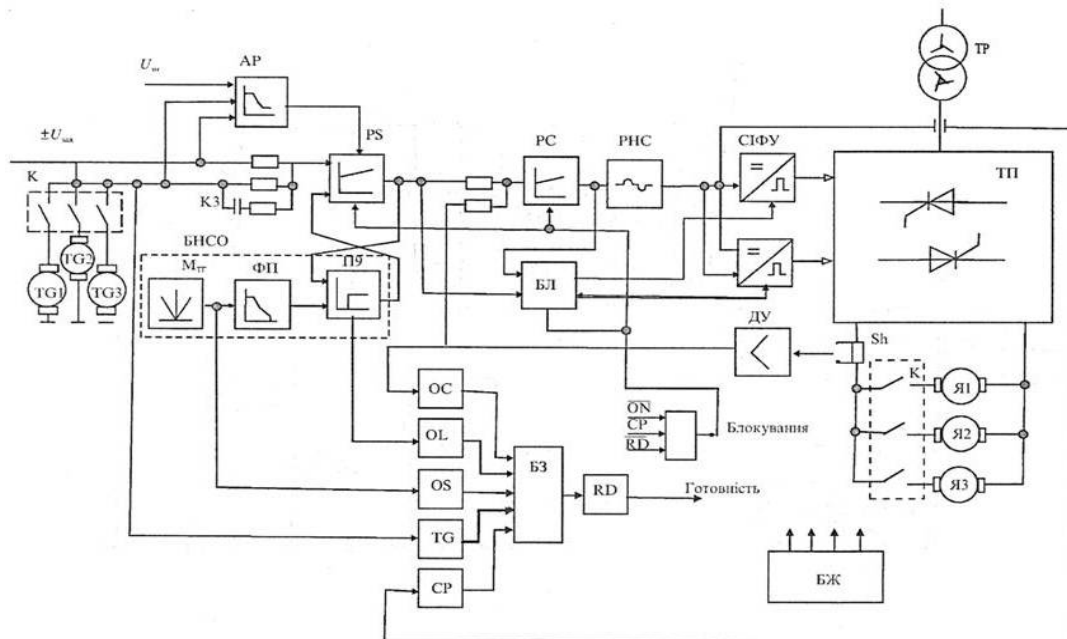


Рис. 1. Функціональна схема приводу КЕМЕК

На схемі позначено: PC - регулятор швидкості; PT - регулятор струму, AP - адаптивний регулятор, КЗ - коригуюча ланка, МТГ - схема виділення модуля напруги тахогенератора, ФП - функціональний перетворювач, ПЕ - пороговий елемент, БНСО - блок нелінійного струмообмеження, РНТ - регулятор початкового струму якоря, БЛ - блок логіки роздільного керування, СІФУ - система імпульсно-фазового керування, ТР - силовий трансформатор, Я - двигун, ТГ - тахогенератор, Sh - шунт, УТ - диференційний підсилювач струму, ОС - захист від перевантаження по струму, ОЛ - захист від тривалого перевантаження, ОС - захист від перевищення максимальної частоти обертання, ТГ - захист від обриву ланцюга тахогенератора, СР - захист від неправильного підключення, RD - готовність, ON - сигнал «Робота» (деблокування), БЗ - блок захисту, К - комутатор, БП - блок живлення.

Подальший аналіз аналогових електроприводів показав, що комплектні електроприводи інших серій таких як КЕМТОР, КЕМТОК, Мезоматик та ін. мають у своєму складі адаптивний регулятор, призначений для зміни коефіцієнту підсилення та постійної часу регулятора швидкості.

Можна виділити наступні загальні тенденції розвитку електроприводів, що мають постійний характер:

- постійно розширюється застосування регульованих електроприводів у промисловому обладнанні, транспорті, авіаційній і космічній техніці, медицині, побутовій техніці для досягнення нових якісних результатів в технології;

- заміна нерегульованих електроприводів регульованими в енергозберігаючому обладнанні (насоси, компресори, вентилятори та ін.) з метою енергозбереження;
- поширення блочно-модульних принципів побудови електроприводів, інформаційних засобів, засобів керування і систем керування в цілому;
- динамічна комп'ютеризація електроприводів, механізмів, агрегатів і комплексів та нова ідеологія проектування систем;
- подальший розвиток методів каскадного (підлеглого) керування, що набули поширення в електроприводах.
- активний розвиток і впровадження систем діагностування, обслуговування, візуалізації технологічних процесів і процесів керування.

Багато операцій в електроприводах виконуються засобами керування без участі оператора. Беручи до уваги, що основними засобами керування в сучасних електроприводах є промислові комп'ютери, доречно визначати сучасний комплектний електропривод як комп'ютеризований. Це означення підходить для інтегрованих систем багатодвигуних електроприводів, що об'єднуються з комп'ютерними засобами автоматизації і розгалуженими інформаційними мережами в складі технологічних агрегатів і комплексів.

З урахуванням зазначених вище тенденцій розвитку автоматизованих електроприводів провідні електротехнічні компанії світу здійснюють розробку і продаж електроприводів головної для себе і перспективної для ринку серії з широкими функціональними та структурними можливостями, різними варіантами їх технічної реалізації за умовами застосування для найрізноманітніших машин і механізмів. У головних серіях електроприводів різних корпорацій можна відзначити багато аналогічних ознак. Класифікаційними є ознаки, що характеризують функціональні, конструктивні та енергозберігаючі можливості електроприводів, їх електромагнітну сумісність з технологічним середовищем.

Розглянемо комплектацію сучасного комплектного електроприводу на прикладі електроприводу серії MDC. Регулювання швидкості двозонне. У першій зоні (до номінальної швидкості) регулювання здійснюється зміною напруги на якорі при збереженні постійного значення струму збудження. Максимальний момент в цій зоні є постійною величиною. У другій зоні (вище номінальної швидкості) напруга на якорі зберігається постійною і рівною максимальній, а струм збудження зменшується. У цій зоні значення номінальної та максимальної потужностей залишаються постійними величинами. Функціональна схема представлена на рисунку 2.

На рисунку позначено: 1 - Задатчик інтензивності; 2 - Регулятор швидкості; 3 - Вузол формування кривої збудження струмообмеження; 4 - Регулятор струму якоря. Збудження; 5 - Імпульсно-фазове керування; 6 - Коригувальна ланка струму збудження; 7 - Динамічне струмообмеження; 8 - Зворотній зв'язок струму якоря; 9 - Посилення зворотного зв'язку струму якоря; 10 - Посилення сигналу з тахогенератора; 11 - Регулятор струму збудження; 12-Імпульсно-фазове керування збудженням; 13-Зворотній зв'язок струму; 14 - Посилення зворотного зв'язку; 15-Зворотній зв'язок напруги на якорі; 16 - Посилення зворотного зв'язку.

Аналіз ринку комплектних електроприводів показує, що інші сучасні комплектні електроприводи такі як, Lenze, CSD, SDC, Siemens та ін.. мають в цілому схожу функціональну схему де основним керуючим пристроєм є програмований контролер або промисловий комп'ютер. Проаналізувавши старі та сучасні комплектні електроприводи було виявлено, що на відміну від перших комплектних електроприводів адаптивний регулятор у сучасних електроприводах, як окремий блок комплектного електроприводу – відсутній. Цілком зрозуміло, що з розвитком цифрової електроніки було вирішено покласти функції такого регулятора на мікроконтролери, тому функції адаптивного регулятора покладені на програмне керування за допомогою програмованого логічного контролера (ПЛК). Основні функції ПЛК - це програмне керування верстатним парком взагалі, а не забезпечення регуляторів. Регулятор знаходиться безпосередньо у структурі КЕП, який реалізовано програмно на основі контролера цього

електроприводу. При наявності контролера передбачена можливість програмного керування шляхом задачі параметрів регуляторів з ЧПК. Крім того, в багатодвигунних КЕП можливо встановлення часу зміни параметрів керування при переключенні роботи з одного двигуна на інший. Сходячи з цього можна зробити висновок, що функція АР на сучасних КЕП покладена на ПЛК, але при використанні ПЛК завжди існує можливість його перевантаження, що може суттєво вплинути на роботу електропривода. На основі проведеного аналізу ставиться задача обґрунтувати доцільність застосування у структурі сучасного КЕП адаптивного регулятора, як окремого блоку з метою розвантаження ПЛК електропривода. Загальна функціональна схема КЕП представлена на рисунку 3.

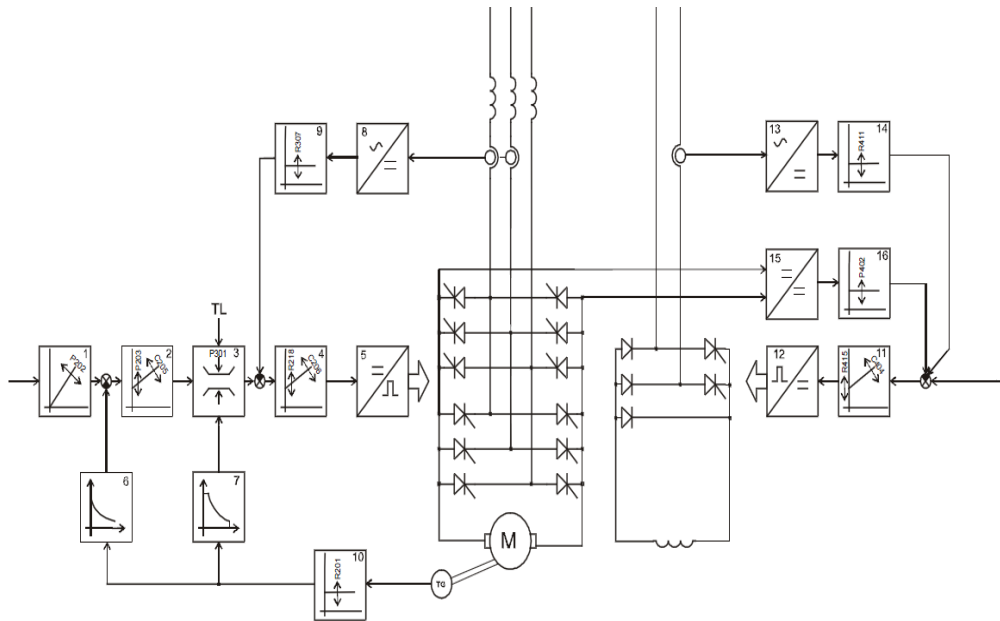


Рис. 2. Функціональна схема комплектного електроприводу серії MDS

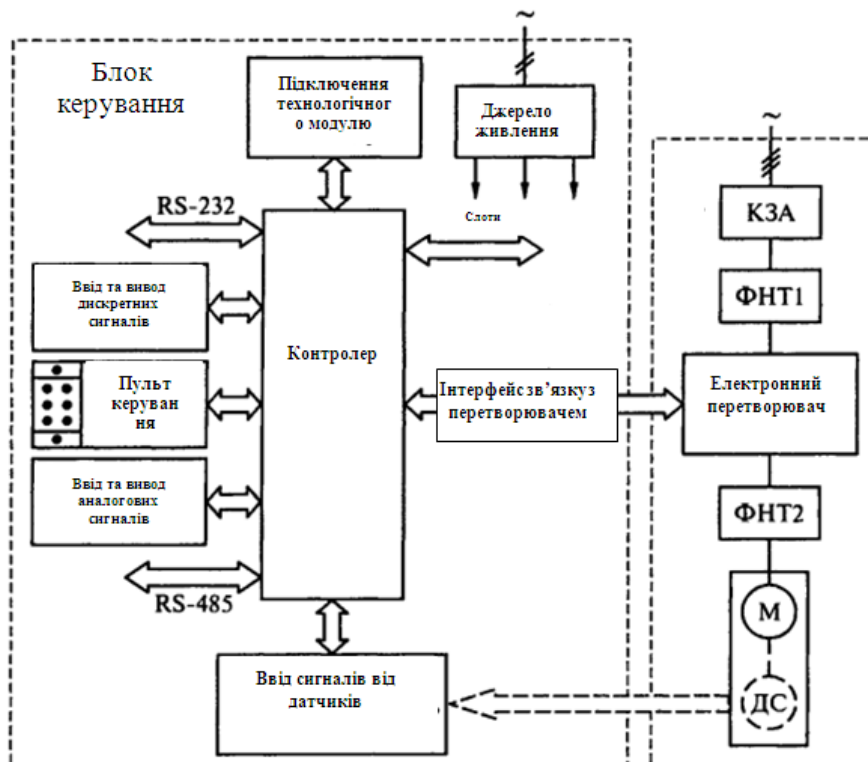


Рис. 3. Функціональна схема КЕП

На рисунку позначено: 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.

Відсутність АР обумовлено тим, що їх функцію взяли на себе програмовані логічні контролери (ПЛК).

В результаті такого підходу логічним стає висновок, що наявність окремо блоку АР в КЕП є недоцільним. Однак останні дослідження [1, 2] показують, що наявність АР може розвантажити роботу ПЛК, керуючого всім електроприводом. Сучасні АР можуть зробити систему керування, в яку входять, більш робастною [2]. За допомогою програмного продукту Matlab було проведено моделювання системи стабілізації швидкості двигуна постійного струму з використанням стандартного ПІД-регулятора і принципово нового АР, заснованого на методі аналітичного конструювання [1, 2]. Структурні моделі системи з ПІД- регулятором представлена на рисунку 4 [2].

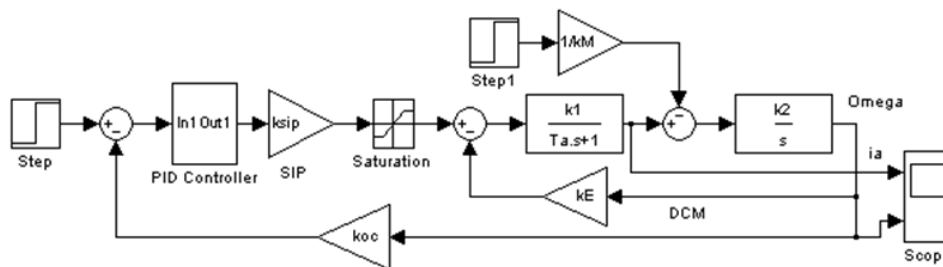


Рис. 4. Структурна модель стабілізації швидкості ДПТ

До складу структурної моделі входять наступні блоки-субмоделі: PID-controller - ПІД-регулятор, SIP - широтно-імпульсний перетворювач з обмеженням по виходу, призначений для управління струмом якорного ланцюга, DCM - ДПТ з незалежним збудженням.

Підставивши в схему значення, запропоновані в [2] були отримані перехідні характеристики, що наведені на рисунку 5.

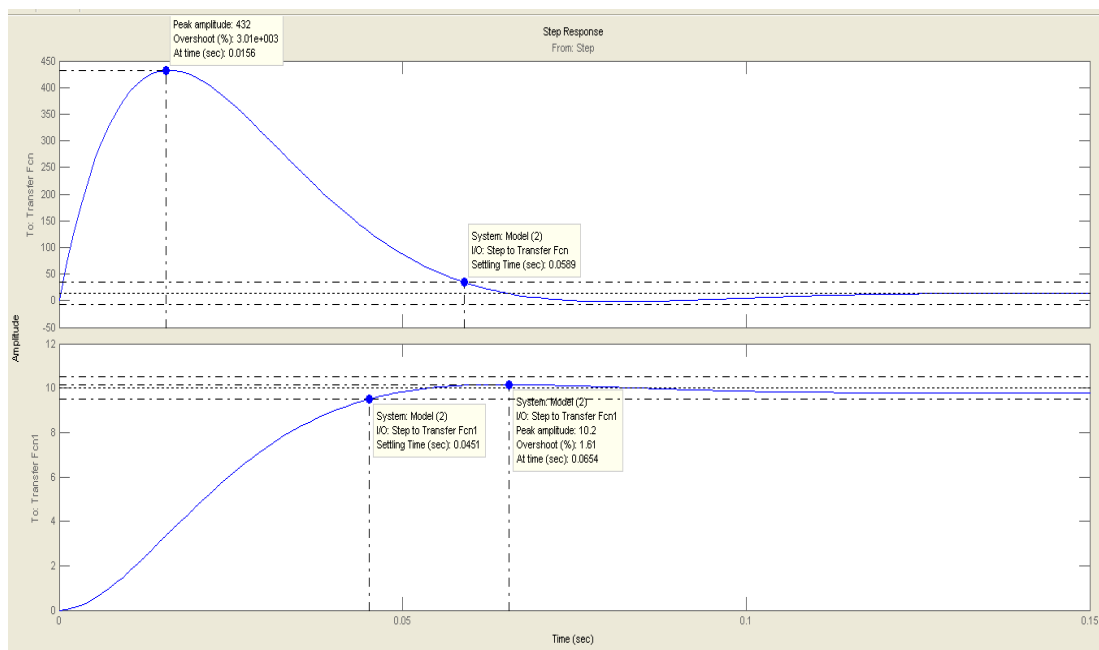


Рис. 5. Перехідні характеристики системи з ПІД-регулятором

Крива зверху відображає скачок струму якоря, знизу-кутову швидкість. Далі була проведена заміна ПІД-регулятора на АР, структурна схема якого представлена на рисунку 6.

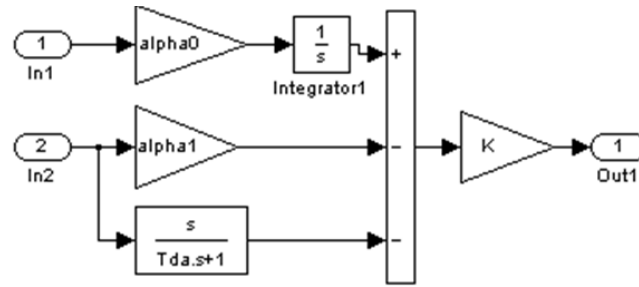


Рис. 6. Структурна схема адаптивного регулятора

Задаючись параметрами, запропонованими в [2] були отримані перехідні характеристики, що наведені на рисунку 7.

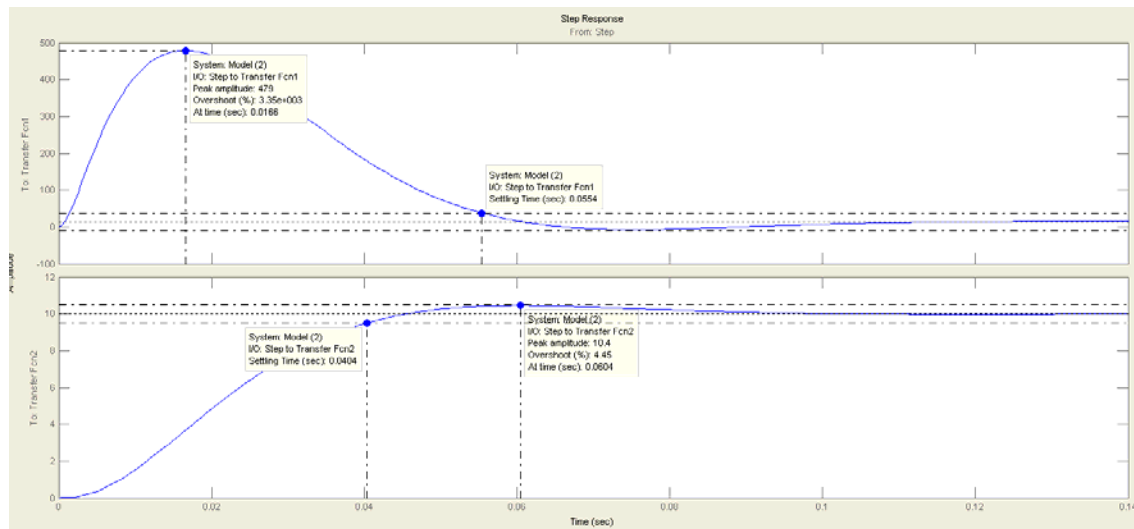


Рис. 7. Перехідні характеристики системи з АР

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.

ЛІТЕРАТУРА

- 1.Краснодубец Л. А. (2010). Аналитическое конструирование адаптивных регуляторов на основе концепций обратных задач динамики и локальной оптимизации Автоматизация процессов и управление, 108, 5-9.
2. Краснодубец Л. А. (2010). Применение новых адаптивных регуляторов в системах стабилизации скорости двигателей постоянного тока Автоматизация процессов и управление, 108, 213-217.
- 3.Чернов Е.А. (1989). Комплектные электроприводы станков с ЧПУ. Справочное пособие Горький: Волго-Вятское из-во.

Adaptive regulator in current complex electric drivers

Shareyko D.Yu.1, Biluk I.S.2, Savchenko O.V.3, Fomenko A.M.4

Admiral Makarov National University of Shipbuilding, Mykolayiv, Ukraine

Abstract. The analysis of the structures of complete electric drives is presented and the necessity of using an adaptive regulator in them is grounded. Based on the calculations performed, the efficiency of such input and unloading of the programmable logic controller that controls the technological process is shown.

Keywords: complete electric drive; adaptive regulator; programmable logic controller; quality control indicators