

**ПОЛІПШЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЕЛЕКТРОПРИВОДІВ
З ВЕКТОРНИМ КЕРУВАННЯМ ШЛЯХОМ КОМПЕНСАЦІЇ ПАРАМЕТРИЧНОЇ
НЕСИМЕТРІЇ АСИНХРОННИХ ДВИГУНІВ**

В.О.Мельников, А.П.Калінов, канд.техн.наук,

Кременчуцький національний університет імені Михайла Остроградського,
вул. Першотравнева, 20, Кременчук, 39600, Україна.

Представлено систему векторного керування з роздільним регулюванням активного та реактивного каналів передачі енергії окремо в кожній фазі асинхронного двигуна. Показано можливість компенсації впливу параметричної несиметрії на енергетичні характеристики систем електропривода шляхом корекції потокозчеплення в несиметричній фазі статора електродвигуна. Бібл. 2, табл. 1, рис. 2.

Ключові слова: енергетичні характеристики, параметрична несиметрія, компенсація.

Вступ. Довготривала експлуатація асинхронних двигунів (АД) призводить до виникнення різного роду пошкоджень, найбільш розповсюдженими з яких є пошкодження обмоток статора [1]. Спричинений цим несиметричний режим роботи призводить до перерозподілу струмів у фазних обмотках, а наслідки роботи у таких режимах можуть бути серйозними. Використання векторних принципів керування, що ґрунтуються на непрямих методах визначення векторних змінних, двигунами з несиметричними обмотками призводить до суттєвого погіршення енергетичних та динамічних характеристик даних систем чи взагалі до втрати працездатності системи електропривода (ЕП) [2].

Мета роботи – розробка системи компенсації параметричної несиметрії обмоток статора асинхронних двигунів для поліпшення енергетичних характеристик електроприводів з векторним керуванням.

Матеріал і результати дослідження. Системи векторного керування, які базуються на ортогональних моделях АД, не дозволяють здійснювати вплив окремо на кожну фазу, що унеможливує корекцію режимів роботи електродвигунів з несиметричними обмотками. Виходячи з цього, для досягнення поставленої мети було розроблено математичну модель системи керування, функціональну схему якої показано на рис. 1.

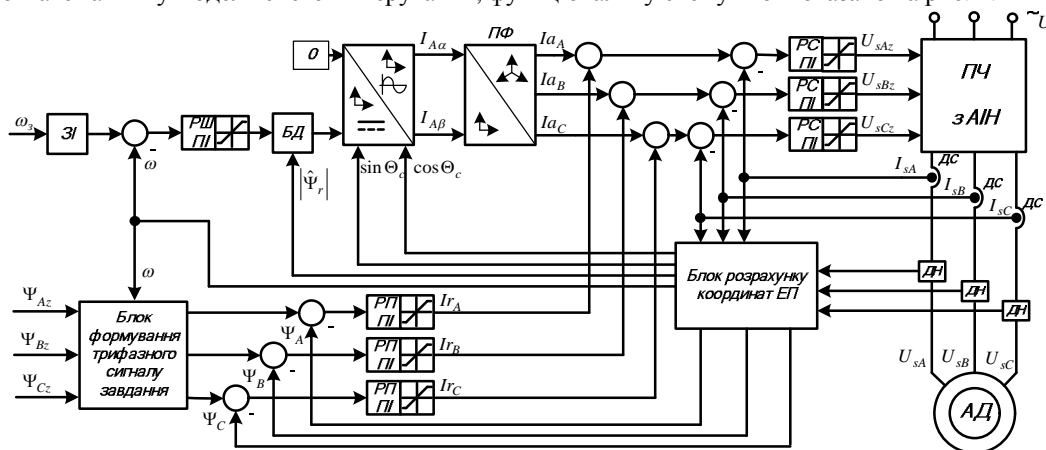


Рис. 1

У цій системі контур регулювання швидкості двигуна виконується в синхронно обертовій системі координат d, q . Розділення вихідного сигналу регулятора швидкості на модуль потокозчеплення ротора дозволяє отримати сигнал завдання активної складової струму статора, значення якої за допомогою координатних перетворювачів перетворюється спочатку в нерухому ортогональну систему координат, а потім – у трифазну. Таким чином сигнали завдання активних складових струму статора представляються системою трифазних векторів. Контур регулювання потокозчеплення виконується у нерухомій системі координат, причому регулювання відбувається за кожною фазою окремо. В даному випадку сигнал завдання потокозчеплення представляється системою трифазних синусоїдних впливів. Вихідні сигнали регуляторів потокозчеплення представляють сигнали завдання реактивних складових струму фаз статора. Підсумовуючи задані активні та реактивні складові струму статора, за відповідними фазами двигуна отримуємо задані сигнали струму, що порівнюються з реальними сигналами. Вихідні сигнали регуляторів струму і є сигналами завдання напруги двигуна.

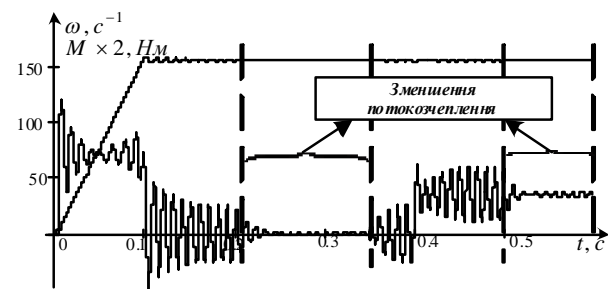


Рис. 2

Дослідження режимів роботи представленої системи проводилися з використанням математичного опису АД в трифазній системі координат, коли при несиметрії обмоток статора враховується зміна активного

опору, індуктивності розсіювання та головної взаємодукції.

Роздільне керування реактивним каналом передачі енергії дозволяє змінювати амплітудне значення намагнічуючої складової струму в окремих фазах статора. Як показали дослідження, вплив параметричної несиметрії можна компенсувати за рахунок зменшення потокозчеплення у несиметричній фазі на величину, рівну величині несиметрії. Графіки перехідних процесів за швидкістю та моментом досліджуваного двигуна з параметричною несиметрією однієї обмотки фази статора та подальшим зменшенням намагнічуючої складової струму відповідної фази показано на рис. 2.

Оцінка характеристик електропривода проводилася на основі визначених у роботі [2] критеріїв. У таблиці представлено оцінку енергетичних характеристик систем електроприводу з симетричним двигуном при параметричній несиметрії обмоток статора, що дорівнює 5 та 10 %, та при зменшенні сигналу завдання потокозчеплення в несиметричній фазі, що дорівнює 5 та 10 % при відповідних відсотках несиметрії.

(0 – неробочий хід; 1 – навантаження)	Критерій									
	P_{Cu1} , Вт	P_{Cu2} , Вт	P_{Fe} , Вт	P_{Σ} , Вт	P_0 , Вт	$\cos \varphi$, в.о.	η , в.о.	ΔM , в.о.	ΔP , в.о.	
Симетричний статор	0	10.65	0.159	142.67	263.48	276.58	–	–	0.433	0.218
	1	198.98	109.02	152.04	570.03	4976.94	0.942	0.885	0.395	0.246
Несиметрія статора 5%	0	192.79	105.22	146.48	554.49	753.96	–	–	75.96	58.97
	1	408.83	230.76	158.26	907.85	5712.2	0.502	0.841	78.05	69.129
Зменшення потокозчеплення на 5%	0	10.56	0.138	140.42	261.13	275.72	–	–	2.934	1.892
	1	209.35	114.94	151.05	585.33	5039.19	0.942	0.884	12.575	9.418
Несиметрія статора 10%	0	1158.76	662.25	157.19	2088.19	3261.93	–	–	189.44	146.14
	1	1582.19	910.67	170.77	2773.63	9110.03	0.166	0.696	200.94	176.09
Зменшення потокозчеплення на 10%	0	14.87	2.775	136.06	263.7	280.47	–	–	11.431	8.622
	1	239.24	132.26	146.45	627.94	5081.5	0.915	0.876	29.61	22.75

Висновки. Розроблена система роздільного регулювання каналів передачі активної та реактивної енергії за кожною фазою двигуна окремо дозволяє змінювати сигнали завдання намагнічуючої складової струму статора в несиметричній фазі. Доведено, що ефективна корекція режимів роботи та поліпшення енергетичних характеристик асинхронних двигунів з несиметричними обмотками досягається шляхом зменшення потокозчеплення в несиметричній фазі двигуна на величину, що дорівнює несиметрії активних опорів за фазами, представленої у відносних одиницях.

1. *Filipetti Fiorenzo, Giovanni Francescini, Carla Tassoni.* Recent developments of induction motor drives fault diagnoses using AI techniques // IEEE Transactions in Industrial electronics. – 2000. – Vol. 47. – Pp. 994–1004.

2. *Мельников В.О., Калинов А.П., Огарь В.О.* Дослідження показників якості перетворення енергії в електроприводі з векторним керуванням // Вісник НТУ «ХПІ» "Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія і практика". – 2010. – № 28. – С. 230–235.

УДК 621.313.333

УЛУЧШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ С ВЕКТОРНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПУТЕМ КОМПЕНСАЦИИ ПАРАМЕТРИЧЕСКОЙ НЕСИММЕТРИИ АСИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В.А.Мельников, А.П.Калинов, канд. техн. наук,

Кременчугский национальный университет им. М. Остроградского, ул. Первомайская, 20, Кременчуг, 39600, Украина.

Представлена система векторного управления с раздельным регулированием каналов передачи активной и реактивной энергии в каждой фазе асинхронного двигателя отдельно. Показана возможность компенсации влияния параметрической несимметрии на энергетические характеристики систем электропривода путем уменьшения амплитудного значения потокозчепления в несимметричной фазе статора электродвигателя. Библи. 2, табл. 1, рис. 2.

Ключевые слова: энергетические характеристики, параметрическая несимметрия, компенсация.

THE INCREASING OF ENERGY CHARACTERISTICS OF VECTOR-CONTROLLED ELECTRIC DRIVES BY MEANS OF COMPENSATION THE INDUCTION MOTOR PARAMETRICAL ASYMMETRY

V.Melnykov, A.Kalinov,

Kremenchuk Mykhaylo Ostrohradskyi National University, vul. Pershotravneva, 20, Kremenchuk, 39600, Ukraine.

In this work the vector-controlled system with separate controlled power transfer channels for active and reactive power of each IM phase was presented. The possibility of compensation the IM parametrical asymmetry influence on electric drive energy characteristics by means of decreasing flux linkage in asymmetrical stator phase was shown. References 2, table 1, figures 2.

Key words: energy characteristics, parametrical asymmetry, compensation.

1. *Filipetti Fiorenzo, Giovanni Francescini, Carla Tassoni.* Recent developments of induction motor drives fault diagnoses using AI techniques // IEEE Transactions in Industrial electronics. – 2000. – Vol. 47. – Pp. 994–1004.

2. *Melnykov V.O., Kalinov A.P., Ogar V.O.* The research of energy conversion quality indicators of vector-controlled electric drive // Visnyk Natsionalnogo tekhnichnoho universytetu «KhPI» "Problemy avtomatyzovanogo elektropryvoda. Teoriia i praktyka". – 2010. – № 28. – Pp. 230–235. (Ukr)

Надійшла 03.01.2012

Received 03.01.2012