

ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ ЖИВЛЕННЯ АСИНХРОННОГО ДВИГУНА В УМОВАХ НЕСИМЕТРІЇ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ

¹Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова

²Українська державна академія залізничного транспорту, Харків

Розглянуто можливості застосування оптимізаційних методів для покращання умов живлення асинхронного двигуна за несиметрії джерел живлення. За допомогою SPS-моделі системи живлення асинхронного двигуна і програми оптимізації на основі метода Нелдера-Міда досягнуто умов повної компенсації реактивної потужності в системі електропостачання. З цією метою за заданим критерієм оптимізації, яким приймається норма реактивних потужностей джерел кожної фази, варіюються величини компенсуючих конденсаторів. При цьому спостерігається симетризація лінійних струмів і суттєве зменшення їх амплітудних значень, однак, зберігається несиметрія напруг, що живлять асинхронний двигун.

Ключові слова: асинхронний двигун, реактивна потужність, пошукова оптимізація.

Вступ

Асинхронні двигуни широко застосовуються для електропривода механізмів у промисловості та сільському господарстві. Робота асинхронних двигунів супроводжується споживанням реактивної потужності, що знижує коефіцієнт потужності в електричних мережах та призводить до зростання втрат електричної енергії [1]. За статистичними даними в Україні на долю асинхронних двигунів припадає до 35 % реактивної потужності від її загального обсягу. В межах промислового підприємства частка реактивної потужності, що припадає на асинхронні двигуни, взагалі досягає 70 % [2]. Нерівномірність навантаження фаз системи електропостачання викликає несиметрію напруги живлення. За цих умов виникає складова зворотної послідовності, що впливає на електромеханічні процеси і втрати в самому двигуні. Тому питання оптимізації режимів електропостачання асинхронних двигунів є достатньо актуальними, особливо для сільського господарства.

Метою статті є дослідження на SPS-моделях [3] режимів живлення асинхронного двигуна від системи з несиметрією напруг за умови вмикання конденсаторів паралельно двигуну для покращання умов роботи системи електропостачання в цілому.

Матеріали дослідження

Система, що досліджується, показана на рис. 1. Асинхронний двигун живиться від трифазної системи, яка моделюється джерелами напруги з послідовно увімкненими активно-індуктивними опорами лінії електропередавання.

Досліджувався асинхронний двигун типу 20НР з напругою живлення 460 В, частотою 60 Гц, який обертається зі швидкістю 1760 об/хв. Для внесення несиметрії напруга джерела фази В збільшена на 3 %, а напруга фази С зменшена на 3 %. На вал двигуна діє зовнішній постійний момент сил, величина якого складає 20 Нм.

Дослідження системи електропостачання проводиться із застосуванням метода пошукової оптимізації [4], який показав свою дієвість у дослідженні системи електропостачання зі статичним несиметричним навантаженням і компенсацією в ній реактивної потужності за допомогою батареї конденсаторів. В якості критерію оптимізації використовується кулева норма, яка складається з величин реактивної потужності, що характеризують режим роботи джерел живлення. Для визначення реактивних потужностей по кожній з фаз системи електропостачання в моделі використовуються віртуальні прилади — вимірювачі активної та реактивної потужностей. Знайдена величина цільової функції передається до програми оптимізації на основі метода Нелдера-Міда, що входить до складу математичного забезпечення системи MATLAB.

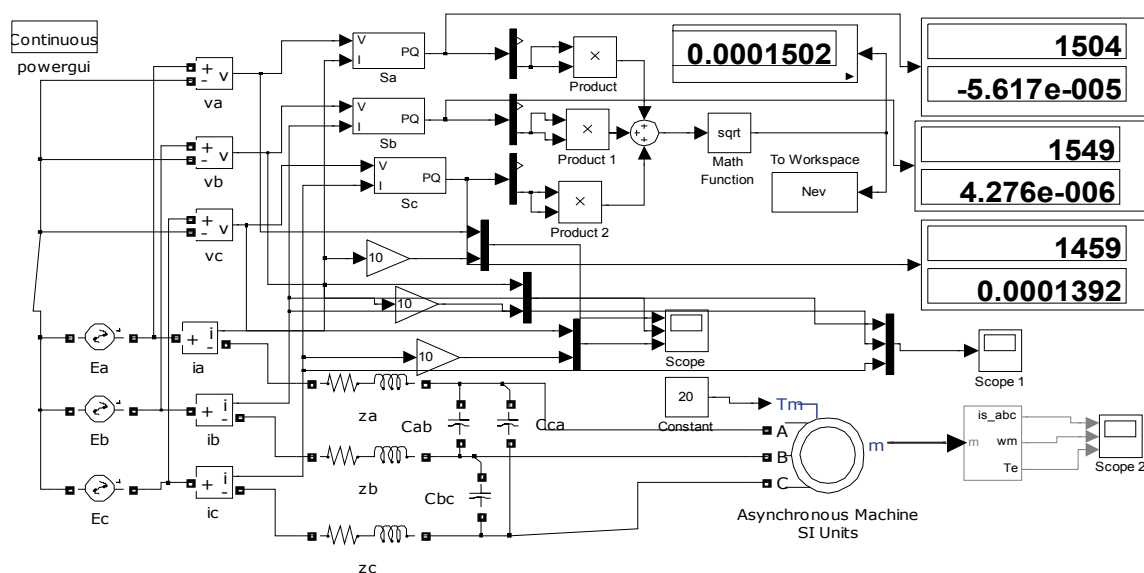


Рис. 1. SPS-модель живлення асинхронного двигуна

У випадку наявності несиметрії системи живлення за допомогою означеного метода була досягнута повна компенсація реактивної потужності в системі живлення асинхронного двигуна, що супроводжується також симетризацією живлячих струмів системи електропостачання. При цьому джерела живлення віддають лише активну потужність, яка по фазам А, В, С складає значення відповідно 1504, 1549, 1459 Вт. При цьому амплітуди струмів в лініях електропостачання зменшуються та вирівнюються. Часові діаграми лінійних струмів в усталеному режимі показані на рис. 2.



Рис. 2. Лінійні струми у разі компенсації реактивної потужності

Слід зазначити, що у разі компенсації симетризуються лише лінійні струми, а живлення напруги залишаються несиметричними з усіма негативними наслідками роботи асинхронного двигуна за несиметричного живлення.

Висновки

Показана принципова можливість застосування пошукової оптимізації для покращання умов електропостачання асинхронного двигуна. За допомогою компенсуювальних конденсаторів досягнута повна компенсація реактивної потужності в системі електропостачання. При цьому симетризуються і суттєво зменшуються струми в лініях живлення, однак зберігається несиметрія напруг, що живлять асинхронний двигун.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Закладний О. М. Енергозбереження засобами промислового електропривода / О. М. Закладний, А. В. Праховник, О. І. Соловей. — К. : Кондор, 2005. — 408 с.
2. Шестеренко В. Є. Системи споживання та електропостачання промислових підприємств / В. Є. Шестеренко. — Вінниця : Нова книга, 2004. — 656 с.

3. Герман-Галкин С. Г. MATLAB&SIMULINK. Проектирование мехатронных систем на ПК / С. Г. Герман-Галкин. — СПб. : КОРОНА-Век, 2008. — 368 с.

4. Ягуп В. Г. Расчет режима компенсации реактивной мощности в несимметричной системе электроснабжения методом поисковой оптимизации / В. Г. Ягуп, Е. В. Ягуп // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Серія «Електротехніка і енергетика». — Донецьк, 2011. — Вип. 11(186). — С. 449—454.

Рекомендована кафедрою електричних станцій і систем ВНТУ

Стаття надійшла до редакції 29.01.2014

Ягуп Валерій Григорович — д-р. техн. наук, професор, професор кафедри електропостачання міст.

Харківський національний університет міського господарства ім. О. М. Бекетова, Харків;

Ягуп Катерина Валеріївна — канд. техн. наук, доцент, доцент кафедри автоматизованих систем електротранспорту.

Українська державна академія залізничного транспорту, Харків

V. G. Yagup¹
K. V. Yagup²

OPTIMIZATION OF INDUCTION MOTOR POWER SUPPLY MODE UNDER ELECTRICITY SERVICE ASYMMETRY

¹Kharkiv national university of municipal economy of O. M. Beketov

²Ukrainian state academy of railway transport, Kharkiv

The paper deals with the research of probability to use optimization methods for improving motor power supply conditions under electricity sources asymmetry. The conditions of full reactive power compensation in electricity service have been reached by SPS-model of induction motor power supply and Nelder-Mead method. For the purpose values of compensation capacitors are varied of given optimization criterion as the norm of sources reactive power in every phase. Line currents balancing and reduction of their peak values are detected; bat power supply voltages of induction motor hold asymmetry.

Key words: induction motor, reactive power, searching optimization.

Yagup Valerii G. — Dr. Sc. (Eng.), professor of the Chair of power supply of cities;

Yagup Kateryna V. — Cand. Sc. (Eng.), Assistant Professor of The Chair of CASS of electric transport.

В. Г. Ягуп¹
Е. В. Ягуп²

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА ПИТАНИЯ АСИНХРОННОГО ДВИГАТЕЛЯ В УСЛОВИЯХ НЕСИММЕТРИИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

¹Харковский национальный университет городского хозяйства им. А. Н. Бекетова

²Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, Харьков

Рассмотрены возможности применения оптимизационных методов для улучшения условий питания асинхронного двигателя при несимметрии источников питания. С помощью SPS-модели системы питания асинхронного двигателя и программы оптимизации на основе метода Нелдера-Мида достигнуты условия полной компенсации реактивной мощности в системе электроснабжения. С этой целью по заданному критерию оптимизации, в качестве которого принимается норма реактивных мощностей источников каждой фазы, варьируются величины компенсирующих конденсаторов. При этом наблюдается симметризация линейных токов и существенное уменьшение их амплитудных значений, однако сохраняется несимметрия напряжений, которые непосредственно питают асинхронный двигатель.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, реактивная мощность, поисковая оптимизация.

Ягуп Валерий Григорьевич — д-р. тех. наук, профессор, профессор кафедры электроснабжения городов;

Ягуп Екатерина Валерьевна — канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры автоматизированных систем электротранспорта