

МОДЕЛЮВАННЯ В МАТЛАБ ПРОЦЕСУ ДИНАМІЧНОГО ГАЛЬМУВАННЯ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

Голодний І. М., Лаврінченко Ю. М.

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Запропонована модель в MatLab регульованого асинхронного електропривода з динамічним гальмуванням, яка дозволяє зменшити час та підвищити якість розрахунку перехідних характеристик привода.

Постановка проблеми. Електричне гальмування електропривода – це перетворення механічної енергії, запасеної рухомими елементами, в електричну. Якщо збуджуюча енергія надходить від стороннього джерела енергії постійного струму, таке гальмування умовно називають *динамічним*.

З подальшим розвитком електропривода і особливо з впровадженням силових напівпровідникових елементів зростають вимоги до засобів і методів розрахунку та досліджень швидких електромагнітних та електромеханічних перехідних процесів. Традиційні методи розрахунку цих процесів дуже ускладнені, а часом вирішення даного питання можливе тільки наближено. Використання комп'ютерних технологій набагато спрощує і прискорює такі дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В навчальній і науковій літературі [2-5] описані різні способи автоматичного керування електричним гальмуванням з асинхронними короткозамкненими двигунами, які використовуються для отримання швидкої і точної зупинки виконавчих механізмів.

Велику увагу приділено новим способам комбінованого гальмування з використанням конденсаторів і керованих вентилів. Але всі технічні показники визначаються традиційними методами або експериментально.

Мета досліджень. Підвищення швидкості та якості розрахунків перехідних характеристик при динамічному гальмуванні регульованого асинхронного електропривода.

Основні матеріали дослідження. На рис.1 наведена в середовищі MatLab модель регульованого еле-

ктропривода з трифазним асинхронним двигуном АИР90L4У3 та системою динамічного гальмування. Особливість таких моделей в тім, що вони не потребують глибоких знань програмування, а достатньо з бібліотеки MatLab вибрати блоки елементів і у вікнах настройки задати їх параметри [1,6]. Це доступно і спеціалістам-практикам, і студентам старших курсів вищих навчальних закладів.

До складу моделі входять:

- досліджувана трифазна асинхронна машина Asynchronous Machine (бібліотека Power System Blockset/Extras/Machines);
- універсальний блок вимірювання параметрів машини змінного струму Machines Measurement (бібліотека Power System Blockset/Extras/Measurement);
- джерело змінної трифазної напруги Source з бібліотеки Power System Blockset/Extras/Electrical Sources;
- джерело постійної напруги DC Voltage Source;
- блок вимірювання миттєвих значень лінійної напруги Voltage Measurement в джерелі живлення;
- осцилографи Scope 1 і Scope 2;
- блок XY Graph для показу механічної характеристики двигуна;
- п'ять вимикачів Ideal Switch для вмикання і вимикання джерела змінної та постійної напруги;
- два блоки Timer для встановлення часу вмикання і вимикання джерела постійної і змінної напруги;
- блок Moment Mc для задачі навантаження на електродвигун.

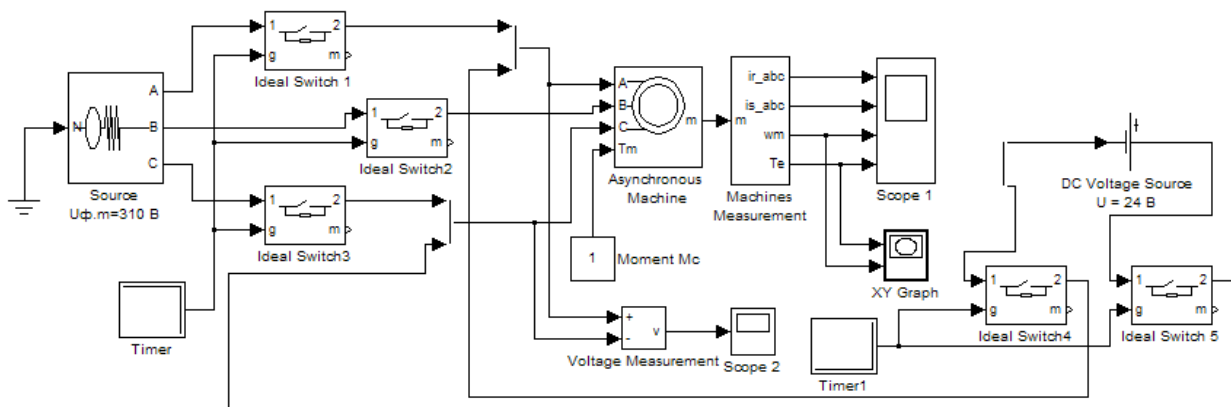


Рисунок 1 – Модель електропривода з динамічним гальмуванням від джерела постійного струму

Модель асинхронного електропривода працює так. На початку моделювання Timer вмикає три ідеальних ключі Ideal Switch 1-3, які подають живлення на двигун. Електродвигун розганяється до усталеної швидкості. В нашому випадку задано навантаження $M_c = 1$ Н·м, так що двигун потужністю 2,2 кВт з $M_n = 15$ Н·м запускається практично без навантаження до синхронної швидкості.

Через 0,4 с Timer вмикає двигун від джерела живлення. З витримкою часу 0,15 с, тобто через 0,55 с з початку моделювання Timer 1 замикає вимикачі Ideal Switch 4-5, які приєднують джерело постійної напруги до статорних обмоток двигуна. Відбувається динамічне гальмування.

Осцилограми процесу розгону і динамічного гальмування наведено на рис. 2.

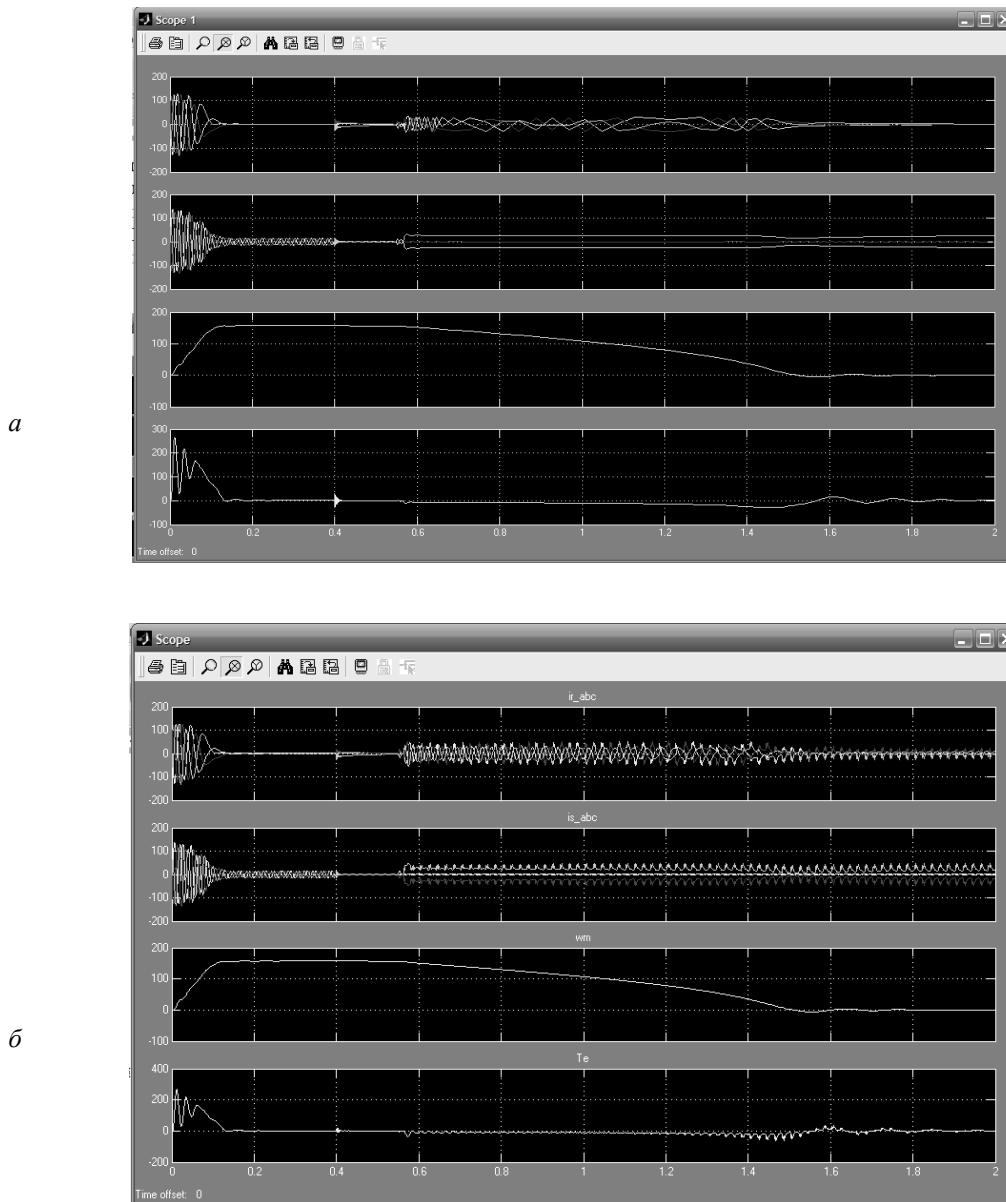


Рисунок 2 – Миттєві значення (зверху вниз) струму ротора, струму статора, швидкості і електромагнітного моменту двигуна:

a – динамічне гальмування від джерела постійного струму; *б* – те ж від тиристорного випрямляча

З теорії електропривода відомо, що при вимиканні двигуна з мережі магнітний потік, що зникає в статорі, індукуює в його обмотках велику ЕРС, що підтверджує рис. 3, з якого видно, що в момент вимикання двигуна (0,4 с) миттєве значення ЕРС сягає більше 5 кВ. В дійсності пік ЕРС менший завдяки динамічним процесам в комутаційних апаратах. Для запобігання пробую діодів випрямляча постійний струм подають на статор з деякою витримкою часу, достатньою для

затухання магнітного потоку статора. В нашому випадку витримка часу складає 0,15 с.

Для порівняння гальмівних характеристик, отриманих при використанні різних джерел постійної напруги, проведено моделювання динамічного гальмування при живленні від акумуляторної батареї (рис. 1) та тиристорного випрямляча. Модель електропривода з тиристорним випрямлячем складена за електричною схемою, наведеною в [3]. Схема такої моделі в даній статті не приводиться.

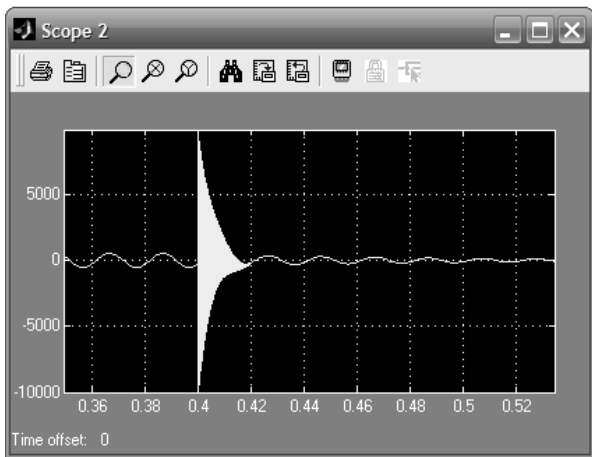


Рисунок 3 – Миттєві значення лінійної напруги в обмотці статора двигуна

Порівняльні результати моделювання наведені на рис. 2 та 4. Характерною особливістю процесу гальмування з тиристорним випрямлячем є те, що постійна напруга має пульсуючий характер, що позначається на коливанні струму статора та швидкості в момент зупинки двигуна (рис. 2, б, друга та третя характеристики). Це в свою чергу визиває коливання гальмівного електромагнітного моменту (рис. 4, б). Для зменшення коливань вказаних величин необхідно використовувати мостові схеми тиристорних випрямлячів зі згладжуючими фільтрами.

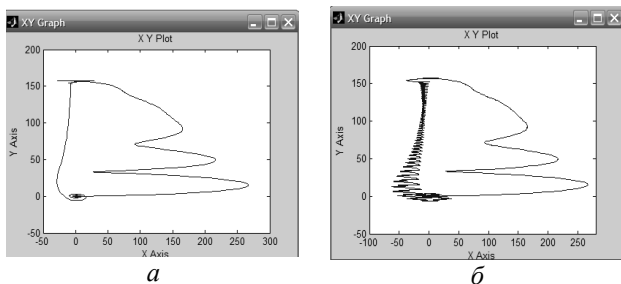


Рисунок 4 – Розгінна і гальмівна механічні характеристики електропривода:

а – динамічне гальмування від джерела постійного струму; б – те ж від тиристорного випрямляча

Висновки. Переваги комп'ютерного моделювання перехідних процесів динамічного гальмування асинхронного двигуна добре видно при порівнянні представлених у цій статті осцилограм з осцилограмою, одержаною за допомогою електронного осцилографа [5]:

- 1) на останній відсутній сплеск ЕРС статора при вимиканні двигуна з мережі;
- 2) осцилограма [5] частоти обертання нечітко фіксує прискорення гальмування перед зупинкою ротора внаслідок різкого зростання гальмівного моменту.

Матеріал досліджень підтверджує, що характеристики асинхронного електропривода, отримані на комп'ютерній моделі, відповідають загально визнаній теорії електропривода. Зокрема сплеск ЕРС в обмотках статора при його вимиканні від мережі добре демонструє осцилограма лінійної напруги (рис. 3), яка

записана осцилографом Scope 2 (рис. 1). Для зменшення пульсацій випрямленого струму напівпровідниковим випрямлячем, а відповідно і коливання гальмівного моменту, необхідно використовувати згладжуючі пристрої. Наведена модель електропривода враховує динамічні процеси в перехідний період, тобто визначає миттєві значення величин, а не середні чи усереднені їх значення, як це робиться при традиційному аналізі електропривода.

Список використаних джерел

1. Герман-Галкин С. Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0 / С. Г. Герман-Галкин – СПб.: КОРОНА принт, 2001. – 320 с.
2. Электропривод: [підручник для студ. вищ. навч. закл.] / Ю. М. Лавріненко, О. С. Марченко, П. І. Савченко, О. Ю. Синявський, Д. Г. Войтюк, В. П. Лисенко: за ред. Ю. М. Лавріненка – К.: Ліра-К, 2009. – 504 с.
3. Коломойцев К. В. Устройство для торможения трехфазного асинхронного электродвигателя / К. В. Коломойцев, Р. М. Коломойцева // Электрик – 2005. – №4. – С. 10.
4. Петров Л. П. Автоматическое управление торможением станочных электроприводов / Л. П. Петров, Р. Г. Подзолов, Л. В. Буштян – М.: Машиностроение, 1978. – 135 с.
5. Практикум з електропривода / [В. С. Олійник, О. С. Марченко, Є. Л. Жулай та ін.] – К.: Урожай, 1995. – 192 с.
6. Черных И. В. Моделирование электротехнических устройств в MANLAB, SimPowerSystems и Simulink / И. В. Черных – М.: ДМК Пресс; СПб. Питер, 2008. – 288 с.

Аннотация

МОДЕЛИРОВАНИЕ В МАТЛАБ ПРОЦЕССА ДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Голодный И. М., Лавриненко Ю. Н.

Предложена модель в MatLab регулируемого асинхронного электропривода с динамическим торможением, позволяющая уменьшить время и улучшить качество расчета переходных характеристик привода

Abstract

MODELING IN MATLAB PROCESS DYNAMIC BRAKING ASYNCHRONOUS ELECTRIC DRIVE

I. Golodny, J. Lawrinenko

We propose a model in MatLab regulated asynchronous electric drive with dynamic braking, which allows to reduce time and improve the quality of the calculation of the transfer characteristics of the drive.