

УДК 621.313.323
[org/10.15407/techned2018.02.047](https://doi.org/10.15407/techned2018.02.047)

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2018.02.047>

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ У СИНХРОННИХ МАШИНАХ ІЗ ПОСТІЙНИМИ МАГНІТАМИ НА ОСНОВІ КОЛО-ПОЛЬОВИХ МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавець	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 2, 2018 (березень/квітень)
Сторінки	47 – 54

Автори

Ю.М. Васьковський*, докт.техн.наук, **Ю.А. Гайденок****, канд.техн.наук
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
пр. Перемоги, 37, Київ, 03056, Україна,
e-mail: vun157@gmail.com , ygaidenko@gmail.com

* ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0003-1262-0939>

** ORCID ID : <http://orcid.org/0000-0001-5862-2812>

Методами математичного моделювання досліджено електромагнітні процеси в синхронних машинах із постійними магнітами. Розроблено коло-польову математичну модель, в якій строго враховано обертання ротора і на прикладі частотно-керованого тягового синхронного двигуна з постійними магнітами отримано часові залежності його струмів та електромагнітного моменту при різних варіантах живлення. Доведено, що припущення щодо синусоїдності струмів в обмотках двигуна, яке зазвичай приймається в польових математичних моделях, призводить до суттєвих розрахункових похибок. Показано, що коло-польові моделі, в яких вхідними даними є задані функції напруги живлення, відображають реально існуюче спотворення струму обмотки статора, що

виникає навіть при синусоїдній напрузі живлення. Зроблено висновок, що коло-польові моделі забезпечують більш адекватні результати моделювання і є універсальними, оскільки дозволяють змодельовати електро-магнітні процеси в електричних машинах при живленні від будь-якого несинусоїдного джерела, що важливо для тягових двигунів змінного струму, які живляться від перетворювача частоти. Бібл. 7, рис. 10, табл. 1.

Ключові слова: синхронний двигун, постійний магніт, коло-польова математична модель.

Надійшла	11.07.2017
Остаточний варіант	30.11.2017
Підписано до друку	01.03.2018

УДК 621.313.323

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В СИНХРОННЫХ МАШИНАХ С ПОСТОЯННЫМИ МАГНИТАМИ НА ОСНОВЕ ЦЕПИ-ПОЛЕВЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 2, 2018 (март/апрель)
Страницы	47 – 54

Авторы

Ю.Н. Васьковский, докт.техн.наук, **Ю.А. Гайденок**, канд.техн.наук
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»,
пр. Победы, 37, Киев, 03056, Украина,
e-mail: vun157@gmail.com , ygaidenko@gmail.com

Методами математического моделирования исследованы электромагнитные процессы в синхронных машинах с постоянными магнитами. Разработана цепи-полевая математическая модель, в которой строго учтено вращения ротора и на примере частотно-управляемого тягового синхронного двигателя с постоянными магнитами получены временные зависимости его токов и электромагнитного момента при различных вариантах питания. Доказано, что предположение о синусоидальности токов в обмотках двигателя, которое обычно принимается в полевых математических моделях, приводит к существенным расчетным погрешностям. Показано, что цепи-полевые модели, в которых входными данными являются заданные функции напряжения питания, отражают реально существующее искажение тока обмотки статора, возникающее даже при синусоидальном напряжении питания. Сделан вывод о том, что цепи-полевые модели обеспечивают более адекватные результаты моделирования и являются универсальными, поскольку позволяют смоделировать электромагнитные процессы в электрических машинах при питании от любого несинусоидального источника, что важно для тяговых двигателей переменного тока, которые питаются от преобразователя частоты. Библ. 7, рис. 10, табл. 1.

Ключевые слова: синхронный двигатель, постоянный магнит, цепи-полевая математическая модель.

Поступила	11.07.2017
Окончательный вариант	30.11.2017
Подписано в печать	01.03.2018

Література

1. Антонов А.Е. Электрические машины магнитоэлектрического типа. Основы теории и синтез. Киев: ИЭД НАНУ, 2011. 216 с.
2. Васьковский Ю.Н., Гайденко Ю.А., Русятинский А.Е. Моделирование режимов работы тягового синхронного двигателя с постоянными магнитами. *Електротехніка і електромеханіка*. 2013. № 5. С. 19-22.
3. Васьковский Ю.Н., Гайденко Ю.А., Русятинский А.Е. Математическое моделирование и выбор конструктивных параметров тягового синхронного двигателя с постоянными магнитами. *Технічна електродинаміка*. 2013. № 6. С. 40-45.
4. Гребеников В.В., Приймак М.В. Способы уменьшения пульсаций электромагнитного момента в электрических машинах с постоянными магнитами и зубцово-пазовым статором. *Праці ІЕД НАН України*. 2009. Вип. 27. С. 52–58.
5. Bjorn Sjodin, David Kan. Introduction to COMSOL Multiphysics / 1998–2015 COMSOL. 2014. 168 p.
6. Gieras J.F., Wing M. Permanent Magnet Motor Technology: Magnet synchronous motors. *IEE Trans. Magn*. 2003. Vol. 39. No 6. Pp. 3523–3526.
<https://doi.org/10.1109/TMAG.2003.819462>
7. Investigation of dual-inverter-fed drives for permanent magnet synchronous motor with winding switching. 2017. Режим доступу: <http://ieeexplore.ieee.org/document/7048578/?reload=true> . (11.07.2017)

[PDF](#)