

DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2016.03.058>

УДК 621.314.2.015

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАТОРА СТРУМУ НА ОСНОВІ ТЕОРІЇ ФЕРОМАГНІТНОГО ГІСТЕРЕЗИСУ ДЖАЙЛСА-АТЕРТОНА

Журнал	Технічна електродинаміка
Видавник	Інститут електродинаміки Національної академії наук України
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Випуск	№ 3, 2016 (травень/червень)
Сторінки	58 – 65

Автори

Б.С.Стогній, акад. НАН України, **М.Ф. Сопель**, канд.техн.наук, **В.І. Паньків**, **Є.М. Танкевич**

докт.техн.наук

Інститут електродинаміки НАН України,
пр. Перемоги, 56, Київ-57, 03680, Україна,
e-mail: pankiv.volodimir@gmail.com

Подано коротку характеристику і основні рівняння теорії феромагнітного гістерезису Джайлса-Атертона, а також відомості про її застосування в світовій практиці для побудови математичної моделі трансформатора струму (ТС), розрахунків та досліджень електромагнітних процесів у цих апаратах. Запропоновано і обґрунтовано вдосконалення математичної моделі ТС, побудованої на основі цієї теорії, шляхом опису його безгістерезисної характеристики намагнічування (ХН) дробово-раціональною функцією другого порядку замість мо-дифікованої функції Ланджевіна. За розробленою моделлю розраховано перехідні струми ТС типу ТФКН-330 з магнітопроводами з різних марок сталі

та з різними способами апроксимації його XH при короткому замиканні в первинній мережі та проведено їхній порівняльний аналіз. Розглянуто можливості застосування оптимізаційного генетичного методу диференціальної еволюції для визначення коефіцієнтів запропонованої моделі. Бібл. 11, рис. 3.

Ключові слова: трансформатор струму, математична модель, характеристика намагнічування, апроксимація, ферромагнітний гістерезис, електромагнітні процеси.

Надійшла	20.01.2016
Підписано до друку	25.04.2016

УДК 621.314.2.015

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ФЕРРОМАГНИТНОГО ГИСТЕРЕЗИСА ДЖАЙЛСА-АТЕРТОНА

Журнал	Технічна електродинаміка
Издатель	Институт электродинамики Национальной академии наук Украины
ISSN	1607-7970 (print), 2218-1903 (online)
Выпуск	№ 3, 2016 (май/июнь)
Страницы	58 – 65

Авторы

Б.С. Стогний, акад. НАН Украины, **М.Ф. Сопель**, докт.техн.наук, **В.И. Панькив**, **Е.Н. Танкевич**

, докт.техн.наук

Институт электродинамики НАН Украины,
пр. Победы, 56, Киев-57, 03680, Украина,
e-mail: pankiv.volodimir@gmail.com

Дана краткая характеристика и основные уравнения теории ферромагнитного гистерезиса Джайлса-Атертона, а также сведения о ее применении в мировой практике для построения математической модели трансформатора тока, расчетов и исследований электромагнитных процессов в этих аппаратах. Предложено и обосновано совершенствование математической модели трансформатора тока, построенной на основе теории Джайлса-Атертона, путем описания его безгистерезисной характеристики намагничивания дробно-рациональной функцией второго порядка вместо модифицированной функции Ланджевина. По разработанной модели трансформатора тока рассчитаны переходные токи трансформатора тока типа ТФКН-330 с магнитопроводами из различных марок стали и различными способами аппроксимации его характеристики намагничивания при коротком замыкании в первичной сети, а также выполнен их сравнительный анализ. Коротко рассмотрены возможности применения оптимизационного генетического метода дифференциальной эволюции для определения коэффициентов предложенной модели. Библ. 11, рис. 3.

Ключевые слова: трансформатор тока, математическая модель, характеристика намагничивания, аппроксимация, ферромагнитный гистерезис, электромагнитные процессы.

Поступила	20.01.2016
Подписано в печать	25.04.2016

Література

1. Annakkage U.D., McLaren P.G., Jayasinghe R.P., Parker A.D. A current transformer model based on the Jiles-Atherton theory of ferromagnetic hysteresis // IEEE Transaction on power delivery. – 2000. – Vol. 15. – No 1. – Pp. 57-61. DOI: <https://doi.org/10.1109/61.847229>
2. Benabou A., Clenet S., Piriou F. Comparison of Preisach and Jiles-Atherton models to take into account hysteresis phenomenon for finite element analysis // Journal of magnetism and magnetic materials (Elsevier). – 2003. – Vol. 261. – No 1–2. – Pp. 139-160.
3. Chwastek K., Szczygłowski J. Identification of a hysteresis model parameters with genetic algorithms // Mathematics and Computers in Simulation. – 2006. – Vol. 71. – Pp. 206-211. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2006.01.002>
4. Jiles D.C., Atherton D.L. Theory of ferromagnetic hysteresis // Journal of magnetism and magnetic materials. – 1986. – Vol. 61. – Pp. 48-60. DOI: [https://doi.org/10.1016/0304-8853\(86\)90066-1](https://doi.org/10.1016/0304-8853(86)90066-1)
5. Jiles D.C., Thoelke J.B. Theory of ferromagnetic hysteresis: determination of model parameters from experimental hysteresis loops // IEEE Transactions on magnetics. – 1989. – Vol. 25. – No 5. – Pp. 3928-3930. DOI: <https://doi.org/10.1109/20.42480>
6. Kis P. Jiles-Atherton model implementation to edge finite element method, thesis to the Ph.D Dissertation, Dept. of Broadband Infocommunications and Electromagnetic Theory, Budapest University of Technology and Economics, Budapest, 2006, – 143 p.
7. Liu S.-T., Huang S.-R., Chen H.-W. Using TACS functions within EMTP to set up current-transformer model based on the Jiles-Atherton theory of ferromagnetic hysteresis // IEEE Transaction on power delivery. – 2007. – Vol. 22. – No 4. – Pp. 2222-2227. DOI: <https://doi.org/10.1109/TPWRD.2007.905809>
8. Naghizadeh R.-A., Vahidi B., Hosseinian S.H. Parameter identification of Jiles-Atherton model using SFLA // Computation and mathematics in electrical and electronic engineering. – 2012. – Vol. 31. – No 4. – Pp. 1293-1309.
9. Qin A.K., Huang V.L., Sugunthan P.N. Differential evolution algorithm with strategy adaptation for global numerical optimization // IEEE Transactions on evolutionary computation. – 2009. – Vol. 13. – No 2. – Pp. 398-417. DOI: <https://doi.org/10.1109/TEVC.2008.927706>
10. Tziouvaras D.A., McLaren P., Alexander G., et al. Mathematical models for current, voltage and coupling capacitor voltage transformers // IEEE Transaction on power delivery. – 2000. – Vol. 15. – No 1. – Pp. 62-72. DOI: <https://doi.org/10.1109/61.847230>
11. Vesterstrom J., Thomsen R. A comparative study of differential evolution, particle swarm optimization, and evolutionary algorithms on numerical benchmark problems // CEC2004. Conference on Evolutionary computation (June 19-23, 2004); IEEE, 2004. – Pp. 1980-1987.

[PDF](#)