

УДК 621.314.224

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА НУЛЕВОЙ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ТИПА ТЗР С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПЕРВИЧНОЙ ОБМОТКОЙ

Свистун В.М., студент, Гребченко Н.В., доцент, к. т. н.

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Для модернизации защиты от замыканий на землю в [1] предложено использовать дополнительную м.д.с. в трансформаторе тока нулевой последовательности (ТТНП) по аналогии с подмагничиванием. Применение дополнительной м.д.с. позволяет существенно повысить чувствительность защиты от замыканий на землю. В отличие от подмагничивания ток, наводимый дополнительной м.д.с. во вторичной обмотке не компенсируется, а используется для работы защиты. В [1] описана математическая модель ТТНП типа ТЗЛМ с дополнительной обмоткой. Учитывая то, что во многих случаях для защиты от замыканий на землю используется ТТНП типа ТЗР, была поставлена задача создать математическую модель ТЗР с дополнительной обмоткой, что является целью этой работы.

За основу математической модели ТТНП типа ТЗР принята модель ТТНП типа ТЗЛМ и в ней дополнительно учтён воздушный зазор и реальные размеры магнитопровода ТЗР. Математическое моделирование режимов работы ТЗР выполняется с помощью системы автоматического проектирования. При этом была проанализирована аппроксимирующая функция для кривой зависимости удельной намагничивающей силы от индукции в магнитопроводе трансформатора, предложенная в [2], и в результате обнаружена неточность, которая приводит к появлению скачка в аппроксимирующей кривой. В связи с этим выполнено уточнение аппроксимирующей функции путём введения поправки $\Delta F_{yd} = 1,5$ при $B_{\max} > 0,04$ Тл. Благодаря этому повышается точность построения кривой и обеспечивается её соответствие реальной зависимости (рис.1).

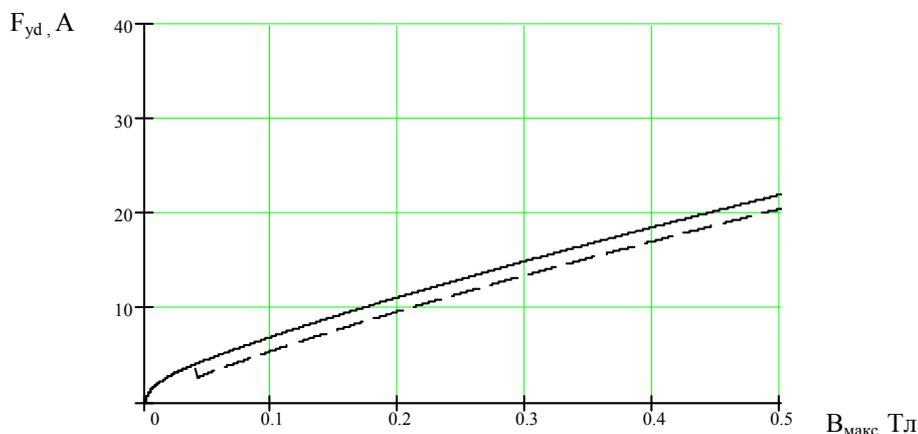


Рис 1. – Характеристика намагничивания стали марки 3411

На рис.1 приведены характеристики намагничивания стали марки 3411 без поправки (пунктирная линия) и после введения поправки (сплошная линия).

Адекватность разработанной математической модели подтверждена путём сравнения результатов расчёта и экспериментальных данных (рис 2). Наилучшее совпадение расчётной и экспериментальной зависимостей вторичного тока от первичного при сопротивлении нагрузки $R_n = 0,32$ Ом получено в диапазоне первичного тока $0 \div 0,6$ А, здесь погрешность не превышает 6%. В диапазоне первичного тока от 0,6 до 1,2 А максимальное значение погрешности достигает 18%.

Разработанная математическая модель ТТНП типа ТЗР позволяет выполнять расчёты режимов работы ТТ при различных значениях первичного тока нулевой последовательности с учётом изменения м.д.с., создаваемой дополнительной обмоткой. При этом также имеется возможность учёта величины и характера вторичной нагрузки трансформатора тока.

В дальнейшем предполагается использование разработанной математической модели не только для выполнения расчётов и исследования режимов работы ТТ, но и её включение в комплексную математическую модель узла системы с двигателями и её автоматики.

Выводы.

1. Разработана математическая модель ТТНП типа ТЗР с дополнительной обмоткой, которая позволяет выполнять расчёты различных рабочих режимов трансформаторов тока. Существенным отличием модели является возможность учёта воздушного зазора, который имеется в трансформаторе тока ТЗР.

2. Адекватность математической модели подтверждена на основании сравнения результатов расчётов с экспериментальными данными. Погрешность расчетов на модели в диапазоне первичных токов $0 - 0,5$ А не превышает 3%, а в остальном диапазоне – 18% .

Перечень ссылок.

1. Гребченко Н.В. Математическая модель трансформатора тока нулевой последовательности с дополнительной первичной обмоткой. Вісн. Нац. ун-ту “Львівська політехніка”.- 2003.- № 487.- С. 42-46.
2. Трансформаторы тока / В.В. Афанасьев, Н.М. Адоньев, В.М. Кибель и др. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 416 с.

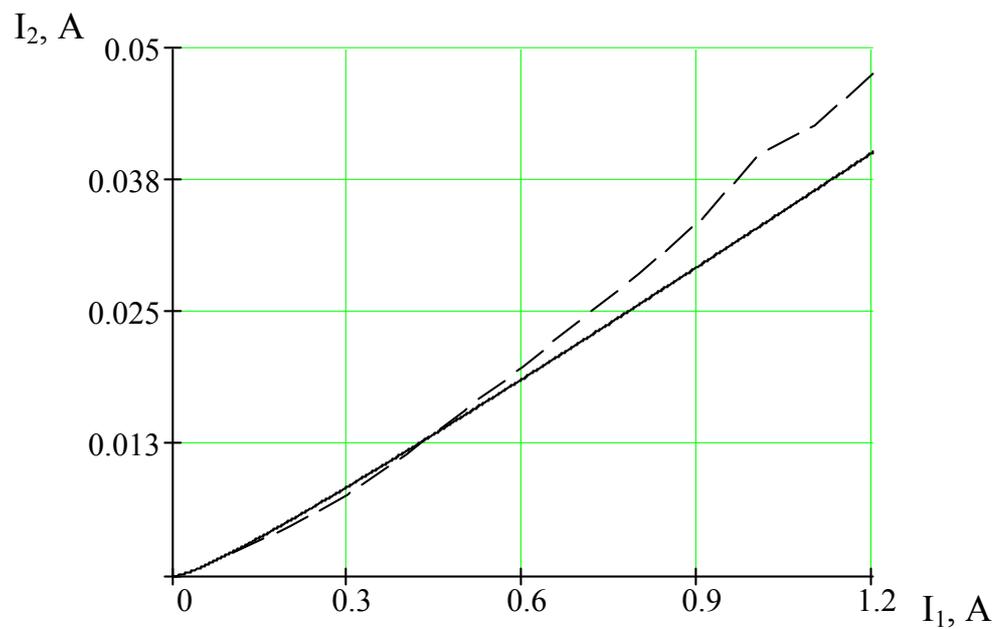


Рис 2. Экспериментальная и расчётная зависимости вторичного тока I_2 от первичного тока I_1 для ТТНП типа ТЗР при $R_n = 0,32$ Ом (— — — эксперимент; ————— расчёт).