

УДК 621.314

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЧАСТОТНОГО АНАЛИЗА СОСТОЯНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА

И. Л. ГРОМЫКО, В. Н. ГАЛУШКО

Белорусский государственный университет транспорта
Гомель, Беларусь

В работе представлено программное обеспечение для обнаружения неисправностей трансформаторов на основе амплитудно-частотных (импедансных) $Z(\omega)$ и фазочастотных $\varphi(\omega)$ характеристик для определения дефектных состояний с помощью сверточных нейронных сетей. Данное программное обеспечение основано на методе, который является продолжением методики, описанной в [1]. Неисправности создавались искусственно путем вмешательства в обмотки, выводы которых припаивались к проводникам, изолировались и выводились на внешнюю часть бака для управления и моделирования различных дефектов.

С помощью метода трех вольтметров (использовались мультиметры В7-68 и задающий генератор ГЗ-112) рассчитывались модуль и аргумент комплексного сопротивления в режиме холостого хода в диапазоне от 0 до 100 кГц. В основе способа обнаружения дефектов лежит сравнение частотных характеристик с бездефектным состоянием с помощью сверточных нейронных сетей LeNet.

В ходе тестирования программного обеспечения анализировались частотные характеристики для следующих дефектных состояний трехфазного трансформатора ТМ-50/6 с эмалевой изоляцией обмоток:

- бездефектное состояние трансформатора (рис. 1);
- межвитковое короткое замыкание первичной обмотки (рис. 2, а);
- межфазное короткое замыкание обмоток (рис. 2, б).

По характеру изменений на частотных характеристиках распознаются дефекты трансформатора. Полученные экспериментальные данные для различных дефектов трансформаторов с обмоткой, имеющей эмалевую изоляцию, позволяют на основе частотного анализа выявлять их путем сравнения с бездефектным состоянием обмоток.

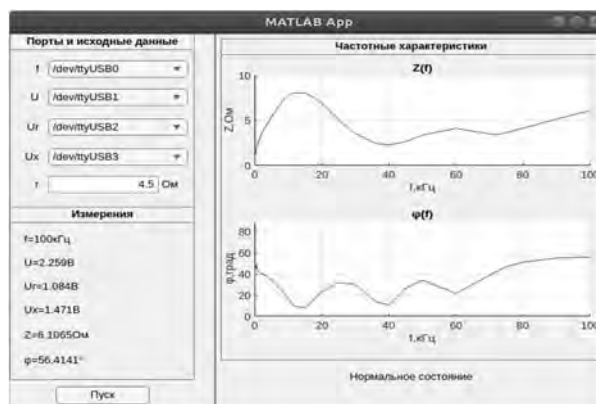
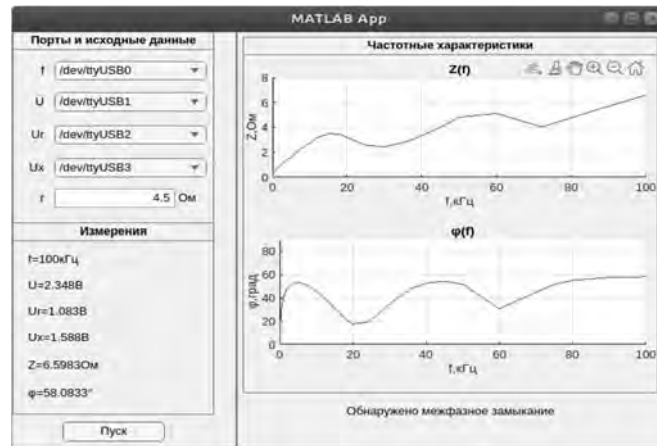


Рис. 1. Результаты работы программного комплекса обнаружения дефектов трансформатора для бездефектного состояния трансформатора

a)



б)

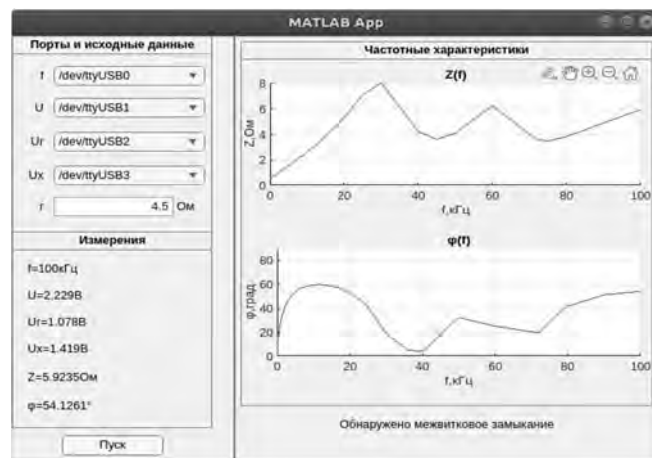


Рис. 2. Результаты работы программного комплекса обнаружения дефектов трансформатора: а – при межвитковом коротком замыкании; б – при межфазном коротком замыкании

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Громыко, И. Л. Метод неразрушающего контроля состояния однофазных и трехфазных трансформаторов на основе частотных характеристик / И. Л. Громыко, В. Н. Галушко // Приборы и методы измерений. – 2025. – Т. 16, № 2. – С. 158–167.