

ПРЕДОТВРАЩЕНИЕ ВЫХОДА ИЗ СТРОЯ И ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСФОРМАТОРОВ С ПОМОЩЬЮ НЕЙРОМОДЕЛИРОВАНИЯ

Д. В. Фриму, А. М. Шумай

*Учреждение образования «Белорусский государственный
университет транспорта», г. Гомель*

Научный руководитель В. Н. Галушко

Цель научного исследования – применение и обучение нейросетей для прогнозирования и предотвращения выхода из строя трансформаторов. В настоящее время из-за дорогостоящей модернизации оборудования многие компании вынуждены использовать старые его образцы, построенные в 1950–70-х гг. Применение искусственного интеллекта повысит безопасность и надежность используемого оборудования, и это потребует меньших вложений, чем покупка нового. Основной причиной выхода из строя трансформаторов являются замыкания между витками первичной или вторичной обмоток трансформатора. В силовых трансформаторах с масляным охлаждением данный дефект обнаруживается по выделению горючего газа в газовом реле и работе реле на сигнал или отключение. В сухих трансформаторах вопрос определения замыкания между витками обмоток актуален и может привести к unplanned выводу из строя трансформатора и отключению потребителей от системы электроснабжения. Данное повреждение может быть вызвано недостаточной изоляцией переходных соединений, продавливанием изоляции витков при опрессовке или из-за заусенцев на меди витка, механическими повреждениями изоляции, естественным износом, перенапряжениями, электродинамическими усилиями при коротких замыканиях и т. д. По замкнутым накоротко виткам проходит ток большей силы, причем ток в фазе может лишь незначительно возрасти; изоляция витков быстро сгорает, могут выгорать сами витки, причем возможно разрушение и соседних витков. При развитии замыкания между витками обмоток может перейти в междуфазное короткое замыкание. Если число замкнутых витков значительно, то в короткий промежуток времени обмотки и магнитопровод сильно нагреваются. Замыкание между витками также сопровождается уменьшением сопротивления фазы, где возникло замыкание.

В качестве объекта исследования использовался однофазный трансформатор. В качестве исходных данных анализировалось следующее: ток первичной и вторичной обмоток; напряжение на выходе вторичной обмотки; температура обмоток и магнитопровода. В ходе эксперимента с трансформатором под изменяющейся нагрузкой выполнялось межвитковое замыкание витков одной фазы. Для обучения искусственной нейронной сети (ИНС) использовались экспериментальные данные внешней характеристики при различном характере нагрузки. В командной строке ИНС, реализованной в программе Matlab 17, прописана команда `round(sim(net, [входные данные]))`, ответом может быть 0 – при коротком замыкании цепи, или 1 – при нормальной работе. Результаты моделирования во всех случаях регистрировали межвитковое замыкание, что позволяет в дальнейшем усложнить модель и использовать на практике.

В результате созданная ИНС позволяет с высокой точностью определять замыкания между витками первичной или вторичной обмоток трансформатора, а также отслеживать в режиме реального времени возможные текущие сбои, что существенно повысит безопасность и надежность работы электрического оборудования.