

Разработка датчика тока утечки как конструкторское решение в методах борьбы с потерями электроэнергии в подвесных изоляторах воздушных линий электропередач
Д.К. Абишева (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург)
Научный руководитель - К.С. Горшков (Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, г. Санкт-Петербург)

На сегодняшний день технологические потери при передаче электроэнергии по воздушным линиям электропередач (ВЛЭП) представляют собой различные виды, такие как нагрузочные, потери в трансформаторах, потери на корону, потери в компенсирующих устройствах и шунтирующих ректорах, потери в трансформаторах тока, напряжения и потери от токов утечки. Потери электроэнергии в сетях из-за токов утечки по изоляторам ВЛЭП обусловлены тем, что увлажнение загрязненного изолятора создает на его поверхности проводящую среду (электролит), что приводит к существенному возрастанию тока утечки. Такие потери происходят в основном во время влажной погоды. Токи утечки имеют две составляющие: фоновый ток и ток частичных разрядов. Фоновый ток представляет собой ток промышленной частоты 50 Гц, который идет на нагрев самого изолятора. Частичные разряды представляют собой электродуговые разряды по поверхности изолятора, энергия которых расходуется на ионизацию поверхности изолятора и воздуха окружающей среды, которые ведут к снижению его электрической прочности и увеличению активных потерь электроэнергии.

Целью работы заключалась в проведении теоретических и экспериментальных исследований токов частичных разрядов и разработке датчика тока утечки в качестве конструкторского решения для метода борьбы. При проведении теоретических исследований был изучен процесс возникновения частичных разрядов в изоляции, его моделирование и характеристики. В рамках экспериментальных исследований был разработан стенд подвешенного изолятора и получены осциллограммы напряжения и тока утечки, которые позволили получить плотность распределения импульсов частичных разрядов относительно синусоиды напряжения и выявить, что максимальное их количество сосредоточено в первой и третьей полупериодах. Разложение сигнала и проведение спектрального анализа позволило определить частоту, на которую нужно настроить фильтр для выявления сигнала импульсов частичных разрядов. Структурная схема датчика частичных разрядов включает в себя первичный преобразователь, масштабирующий усилитель, фильтр, выпрямитель, микроконтроллер и блок с антенной. Первичный преобразователь выполнен на базе трансформатора тока с воздушным магнитопроводом, далее выходной сигнал первичного преобразователя поступает с масштабирующий усилитель. Фильтр выберем активным, так как такие фильтры обеспечивают более качественное разделение полос пропускания и затухания. В них сравнительно просто можно регулировать неравномерности частотной характеристики в области пропускания и затухания, не предъявляется жестких требований к согласованию нагрузки с фильтром. В качестве выпрямителя используем диодный мост, принцип работы которого основан на выпрямлении переменного сигнала, в результате которого выходной сигнал будет иметь частоту в двое больше от входной, но всегда будет иметь положительную полярность. В блоке микроконтроллер дистанционное управление можно обеспечить используя RF модули вместе с Arduino, которые позволяют передавать данные от передатчика к приемнику без проводов, так как в среде Arduino для этого есть специальная библиотека с примерами программ для работы с такими радиомодулями. В качестве антенны можно использовать медный провод длиной $1/4$ длины волны, то есть, около 17 сантиметров, это будет так называемая штыревая антенна. Основным результатом работы является реализация датчика тока утечки для выявления импульсов частичных разрядов с целью снижения их негативного влияния и сокращения активных потерь электроэнергии.