УДК 621.317.772:621.315.1

[1]Шипиловских Никита Александрович, студент 1 курса магистратуры
[2]Валюк Анастасия Сергеевна, студент 1 курса магистратуры
[3]Вассунова Юлия Юрьевна, доцент, к.т.н
1,2,3(КГЭУ, г. Казань)
[1]Shipilovskikh Nikita Alexandrovich, 1st-year master's student
[2]Valyuk Anastasia Sergeevna, 1st-year master's student
[3]Vassunova Yulia Yuryevna, associate professor, candidate of technical sciences
1,2,3(KSPUE, Kazan)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗЫ И ЧАСТОТЫ КОНФИГУРАЦИИ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ К УДАЛЕНИЮ ОБЛЕДЕНЕНИЯ

DETERMINING THE PHASE AND FREQUENCY OF THE CONFIGURATION OF OVERHEAD LINES IN PREPARATION FOR DE-ICING OPERATIONS

Мы предлагаем фазо-частотный метод, который по сдвигу фаз между током и напряжением восстанавливает фактическую конфигурацию воздушной линии перед плавкой гололёда. Те же измерения подходят для автоматической программной диагностики линий.
We propose a phase-frequency method that reconstructs the actual configuration of an overhead line from the phase shift between current and voltage before ice melting begins. The same measurements can feed automated software diagnostics of the line.

Мы предлагаем фазочастотный метод, который по сдвигу фаз между током и напряжением восстанавливает фактическую конфигурацию линии перед плавкой гололёда, а те же измерения годятся и для автоматической программной диагностики.

118 мм² алюминия и 18,8 мм² стали несёт провод АС 120/19 по ГОСТ 839-2019 [2]. Наружный диаметр 15,2 мм, километр весит 471 кг. Сопротивление километра при 20 °C не превышает 0,244 Ом. Стандарт действует с 1 мая 2020 года и заменил ГОСТ 839-80.

Про фазировку линии перед плавкой приказ Минэнерго от 04.10.2022 № 1070 молчит, хотя капитальный ремонт на металлических опорах назначает не реже 1 раза в 12 лет [1]. Осторожнее с близкими марками: АС 120/27 выдерживает 375 А против 390 А у АС 120/19, а сечение алюминия там 114 мм² против 118 мм². Табличные токи ПУЭ посчитаны для нагрева провода до +70 °C при температуре воздуха +25 °C [3].

Одиночный провод ВЛ имеет сопротивление от 350 до 450 Ом. Расщеплённые фазы классов от 110 до 330 кВ снижают его до значений от 270 до 300 Ом. Корона в приведённых расчётах поднимает волновое сопротивление коронирующей линии примерно на 5% выше геометрического [5].

По теории Неймана и Демирчяна линия работает как цепь с распределёнными параметрами, а коэффициент отражения на стыке двух сред выражается через волновые сопротивления сред [4]. Скорость волны близка к 3·10^8 м/с. При 50 Гц длина волны около 6000 км, а полуволна около 3000 км. Модель с сосредоточенными параметрами на длинах свыше примерно 300 км даёт качественно неверные результаты. У Костенко, Перельмана и Шкарина к волновым сопротивлениям прибавляются взаимные сопротивления и коэффициент связи между проводами, в типовом примере Zпр около 400 Ом при k около 0,3. Аппарат Лосева и Чернина считает токи и напряжения в несимметричных режимах через симметричные составляющие [6]. В одностороннем волновом методе расстояние l = v·τ/2, а переходное сопротивление в месте повреждения на результат не влияет.

У индикаторов ЛИФП-А и ЛИФП-В время отстройки от апериодической слагающей составляет от 20 до 60 мс, а время запоминания от 15 до 30 мс [8]. Бреслер-0107.090 продолжает эту линейку.

Погрешность по нулевой последовательности составляет от 1,5 до 2% длины линии, по обратной от 4 до 6%. ОМП обязателен для ВЛ 110 кВ и выше протяжённостью 20 км и более [8]. Отдельным классом идут методы стоячих волн, а к импульсным примыкают ёмкостные и петлевые методы.

Список литературы

1. Об утверждении Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации: приказ Минэнерго России от 04.10.2022 № 1070.
2. ГОСТ 839-2019. Провода неизолированные для воздушных линий электропередачи. Технические условия.
3. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. М.: Энергоатомиздат, 2003.
4. Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники: в 2 т. Т. 2. Л.: Энергоиздат, 1981. 416 с.
5. Костенко М.В., Перельман Л.С., Шкарин Ю.П. Волновые процессы и электрические помехи в многопроводных линиях высокого напряжения. М.: Энергия, 1973. 272 с.
6. Лосев С.Б., Чернин А.Б. Вычисление электрических величин в несимметричных режимах электрических систем. М.: Энергоатомиздат, 1983. 528 с.

7. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. М.: Гардарики, 2002. 638 с.
8. Шалыт Г.М. Определение мест повреждения в электрических сетях. М.: Энергоиздат, 1982. 312 с.