

2. Сергей И. И., Андрукевич А. П., Пономаренко Е. Г. Упрощенный расчет максимальных тяжений проводов на двух стадиях их движения при коротком замыкании // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2006. – № 6. – С. 12–16.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЛЯСКИ ОДИНОЧНЫХ ПРОВОДОВ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП С УЧЕТОМ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ

Сергей И.И., Климкович П.И.,

УО «Белорусский национальный технический университет», г. Минск

Пляска проводов возникает при сочетании односторонних гололедных отложений на проводах толщиной от 3 до 20 мм и скоростей ветра 6–20 м/с [1]. Около 40 % всех гололедных аварий на ЛЭП обусловлено воздействием пляски проводов. Наибольшее число случаев пляски приходится на ВЛ 35 и 110 кВ в пролетах от 100 до 200 м с двойной амплитудой колебаний не более 4 м.

Для ограничения и гашения колебаний используются механические гасители пляски, оснащенные устройствами демпфирования [2]. Наиболее простыми из них является эксцентричные грузы. Исследования эффективности механических гасителей пляски проводятся в странах Европейского Союза, США (EPRI) и в Канаде (Ontario Hydro). Метод эксцентричных грузов был успешно использован в энергосистемах Японии специалистами фирмы Fujikura Ltd. [2].

В докладе излагается численный метод оценки эффективности механических гасителей колебаний, пригодный для постановки вычислительного эксперимента пляски проводов воздушных ЛЭП. На основе принципов математического моделирования динамики токоведущих конструкций, предложенных в [3], получены уравнения пляски проводов и динамики механического гасителя с маятником и упруго-вязким демпфером для одиночного провода. Гасители разбивают провода на участки. Положение концов участка провода и зажимов гасителей колебаний совпадают. Поэтому их координаты и углы поворота бу-

дут равны. Таким образом, ставится нестационарная краевая задача пляски одиночных проводов с установленными механическими гасителями колебаний. Численное решение краевой задачи производится разностным методом по явной схеме. Начальные условия определяются положением фазы в момент, предшествующий колебаниям.

Вычислительный эксперимент проводится с помощью разработанной компьютерной программы (КП), в которой реализован численный метод расчета пляски одиночных проводов воздушных ЛЭП. Он позволяет найти амплитуды, максимальные и минимальные тяжения, а также определить развитие автоколебаний или их затухание для различных схем установки механических гасителей и их параметров. Определение аэродинамических коэффициентов производится из каталогов опытных аэродинамических характеристик (АДХ). Оценка достоверности компьютерных расчетов производилась их сравнением с литературными данными [4] (табл. 1). С учетом рекомендаций для выбора схем установки гасителей проведены многочисленные расчеты пляски одиночных проводов в пролетах ЛЭП 100, 200 и 300 м, оборудованных эксцентричными грузами.

Таблица 1 – Сравнение результатов расчета колебаний провода АС–95/16 при наличии механических гасителей: $l = 100$ м, $V = 20$ м/с

Демпфер				Характер колебательного процесса	Примечание
Вес, кг	Момент инерции, кг м ²	Количество	Схема установки		
20	0,00924	2	1/4; 3/4	Затухание	
12	0,00885	2	1/4; 3/4	Пляска	$Z_{\max} = 0,65/0,6$ м
3	0,00687	2	1/4; 3/4	Пляска	$Z_{\max} = 1,06/1,0$ м
3	0,00687	2	1/4; 15/24	Пляска	$Z_{\max} = 0,64/0,6$ м
3	0,00687	2	5/12, 15/24	Затухание	
3	0,00687	2	1/3, 2/3	Затухание	

Примечание: в числителе расчет по КП; в знаменателе – расчет [4]

Выполненный численный анализ влияния угла установки механических гасителей на параметры пляски проводов для пролетов различной длины пока-

зал, что при углах установки в 15° достигается полное затухание колебаний в рассмотренных случаях (рис. 1).

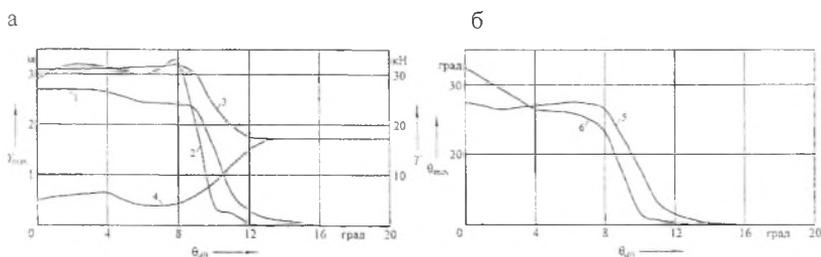


Рисунок 1 – Влияние θ_{d0} на динамические характеристики пляски: АС-240/56; $l = 200$ м; $V = 20$ м/с; два гасителя по $W_d = 12$ даН; $l_d = 0,05$ м; 1 – Y_{\max} ($1/3, 2/3$ пролета); 2 – Y_{\max} ($1/4, 3/4$ пролета); 3 – T_{\max} ($1/3, 2/3$ пролета); 4 – T_{\min} ($1/4, 3/4$ пролета); 5 – θ_{\max} ($1/3, 2/3$ пролета); 6 – θ_{\max} ($1/4, 3/4$ пролета)

Таким образом, разработанный численный метод расчета пляски с учетом гасителей колебаний пригоден для исследования конкретных схем их установки на воздушных ЛЭП с различными физико-механическими параметрами и геометрическими характеристиками.

Литература

1. Ловецкая Е.М., Савваитов Д.С., Шкапцов В.А. Анализ случаев пляски проводов ВЛ 10–750 кВ // Электрические станции. – 1987. – № 2. – С. 36–40.
2. The Simulation Method of Galloping of Overhead Transmission Line. – Technical Laboratory of the Hokkaido Electric Power Co. Ltd. – Joint Meeting of UNIPED, CORECH – Galloping, 1983, Kyoto, Japan.
3. Сергей И.И., Климович П.И. Численное моделирование пляски одиночных проводов воздушных ЛЭП и средств ее ограничения // Вестник БГПА. – 2002. – № 1. – С. 58–60.