

УДК 621.316.99

## ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Лукьянюк М.С.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Пономаренко Е.Г.

Анализ методов расчета электродинамической стойкости электроустановок с гибкими проводниками.

Дифференциальный принцип позволяет получить точную оценку смещений и тяжений проводов в функции пространства и времени.

Необходимо решить задачу динамики гибких проводов под воздействием электродинамических усилий от токов КЗ.

Наиболее часто применяемым на практике упрощенным методом является метод физического маятника, что регламентировано в нормативных документах СИГРЭ.

К методам, приближенно учитывающим распределенные параметры провода, можно отнести метод веревочного многоугольника.

Для каждого узла провода в виде такого многоугольника составляются уравнения движения массы под действием ЭДУ и внутренних упругих сил.

Максимальные расчетные отклонения проводов определяются из траекторий их движения при КЗ в точках максимального размаха колебаний.

Необходимо также проверять возможность недопустимого сближения отклоненных фаз с заземленными конструкциями РУ.

Допустимые тяжения проводов определяются допустимыми механическими напряжениями в них.

Наиболее слабыми по механической прочности элементами являются опорные конструкции и аппараты РУ.

В разработанном на кафедре «Электрические станции» БНТУ методе расчета провод представляется гибкой упругой нитью.

На кафедре «Электрические станции» БНТУ были разработаны компьютерные программы EDY4 и BUSEF, которые по своим характеристикам не уступали зарубежным аналогам.

Провода и гирлянды изоляторов описываются уравнениями гибкой упругой нити с равномерно-распределенной по длине массой. Опорные конструкции представлены в виде сосредоточенной массы, закрепленной на пружинах, жесткости которых определяются жесткостями стойки и траверсы.

Разработанный метод численного решения дифференциальных уравнений по неявной схеме был использован при составлении компьютерной программы BUSEF(IS), которая предназначена для расчета динамики проводов по уравнениям гибкой упругой нити с малой стрелой провеса.

В общем виде математическое описание движения гибких проводников производится по точным уравнениям упругой нити.

Более точным способом выбора расчетных сочетаний комбинаций параметров КЗ и геометрических характеристик пролетов воздушных ЛЭП является их определение из решения уравнений динамики проводов, записанных в безразмерной форме, что позволяет определить критерий динамического подобия решений гиперболических уравнений динамики гибкой упругой нити в режиме КЗ. С помощью критерия динамического подобия обобщены результаты частных численных решений, полученных по компьютерной программе BUSEF для проводов, закрепленных в одной горизонтальной плоскости.

При выборе расчетного вида КЗ, следует отметить, что максимальные отклонения, а, соответственно, и сближения проводников могут наблюдаться как при двухфазном, так и при

трехфазном КЗ. Влияющих факторов очень много. Поэтому в каждом конкретном случае для определения расчетного вида КЗ необходимо проводить вычислительный эксперимент.

Анализ методов расчёта электродинамической стойкости токоведущих конструкций с гибкими проводниками выявил существование двух принципов оценки недопустимого сближения фаз и максимальных тяжений в них: дифференциального и интегрального (энергетического).

Проанализирован численный векторно-параметрический метод расчёта электродинамической стойкости проводов воздушных ЛЭП, использующий неявную схему, обладающей абсолютной устойчивостью решений, и позволяющий проводить расчёты электродинамической стойкости с учётом динамики опорных конструкций ЛЭП и других конструктивных элементов.

Получено дополнительное условие электродинамической стойкости проводов ЛЭП по допустимой длине пролёта с использованием разработанной диаграммы отклонений проводов.

Оценка электродинамической стойкости гибких проводников электроустановок производится по двум условиям: недопустимого сближения фазных проводников по критерию электрической прочности воздушного промежутка и недопустимых максимальных тяжений проводов при КЗ.

Максимальные тяжения в проводах наблюдаются, как правило, при трехфазном КЗ. Его и следует принять в качестве расчетного вида при определении механической прочности элементов токоведущих конструкций с гибкими проводниками.

#### **Литература**

Проверка на схлестывание гибкой ошиновки распределительных устройств электростанций: методические указания / И.И. Сергей, Е.Г. Пономаренко. – Минск: Изд-во БНТУ, 2008. – 32 с.