

УДК 621.3

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ГИБКИХ ШИН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

Манцевич А.В.

Научный руководитель – д.т.н., профессор СЕРГЕЙ И.И.

Типовыми решениями в открытых распределительных устройствах (ОРУ) напряжением 35 кВ и выше в качестве токоведущих частей рекомендуются гибкие проводники тех же марок и сечений, что и для воздушных линий электропередачи ЛЭП. При указанных напряжениях в ОРУ с жесткой ошиновкой требуется большое количество опорных изоляторов. Опорные изоляторы и жесткие шины сравнительно дороги. Жесткие шины чувствительны к сейсмическим воздействиям, а также к просадкам и наклонам опорных конструкций, требуют точной установки изоляционных опор и высокого качества строительно-монтажных работ.

В проектной и эксплуатационной практике для системы подвешенных проводов распределительных устройств (РУ) применяется термин «гибкая ошиновка». Широкое применение гибкой ошиновки в ОРУ напряжением 35 кВ и выше объясняется ее универсальностью, простотой монтажа, высокой механической прочностью. Внедрение глубоких вводов 110–220 кВ в большие города и крупные промышленные предприятия и размещение ТЭЦ и ГРЭС на стесненных площадках, при неблагоприятных условиях работы изоляции, привели к необходимости применения закрытых РУ (ЗРУ), аппараты и ошиновка которых размещаются в специальном помещении. В настоящее время ЗРУ 110–220 кВ сооружаются, как правило, с применением оборудования и ошиновки, предназначенных для ОРУ.

Компьютерный расчет параметров электродинамической стойкости гибких шин РУ производится с помощью, разработанной на кафедре «Электрические станции» БНТУ КП FLEBUS. В программе FLEBUS применяется расчетная модель провода в виде гибкой упругой нити. Представление провода расчетной моделью с распределенной массой позволяет более точно выполнить расчет электродинамического взаимодействия и вычислить характеристики любой его точки. Пространственное движение провода в виде гибкой упругой нити при КЗ описывается нелинейными дифференциальными уравнениями второго порядка в частных производных с переменными коэффициентами.

С помощью программы можно рассчитывать пролеты с числом отпаек от одной до трех. Это соответствует большинству конструкций типовых пролетов РУ. В программу заложен алгоритм расчета длин спусков, поэтому если длины неизвестны, можно ввести нулевые значения. Для удобства пользования в программу встроены каталоги проводов и гирлянд изоляторов. Предусмотрена возможность добавления новых данных в каталоги. Имеется также расширенная справочная система, которая вызывается из программы. В ней приведен курс обучения пользованию приложением и описаны все его возможности. В программу заложен алгоритм анализа условий электродинамической стойкости пролета. Если электродинамическая стойкость будет нарушена, в файле результатов расчета будет сделана соответствующая запись. Выбор расчетных условий короткого замыкания и климатического режима остается в компетенции пользователя. Для оптимизации рабочего времени пользователя в программе предусмотрена возможность проведения серии расчетов с изменением тока в заданном диапазоне. Приложение производит серию расчетов без участия пользователя.

Токи электродинамической стойкости гибкой ошиновки $I_{\text{дин}}$ возрастают с увеличением сечения проводника. Это объясняется большей инерционностью тяжелых проводников. Однако это увеличение не столь значительно, поэтому выбор проводника большего сечения во вновь сооружаемых РУ приведет к росту затрат и не даст желаемого эффекта в долгосрочном периоде с учетом вероятного роста токов КЗ. В существующих РУ такое

решение вообще неприемлемо из экономических и технических соображений. Одним из мероприятий, ограничивающих размах колебаний, может стать уменьшение стрелы провеса. Однако это приводит к дополнительным нагрузкам на опорные и изоляционные конструкции.

Гибкие шины распределительных устройств (РУ) обладают существенной гибкостью и могут принимать форму, обусловленную действием распределенных электродинамических усилий (ЭДУ), возникающих при коротком замыкании. Поэтому динамика гибких шин в общем случае описывается с использованием расчетной модели гибкой нити с распределенной по длине массой. Движение гибкой нити под воздействием распределенных нагрузок описывается дифференциальными уравнениями второго порядка в частных производных. Получить решение таких уравнений можно лишь численными методами.

Гибкая ошиновка с расщепленной фазой моделируется одной нитью с эквивалентной массой, включающей в себя массы фазных проводников и дистанционных распорок, масса которых распределяется равномерно по всей длине проводов.

подавляющее большинство пролетов гибкой ошиновки распределительных устройств высокого напряжения расположены в горизонтальной плоскости. Для расчета их электродинамической стойкости широко применяются упрощенные методы расчета, основанные на представлении провода сосредоточенной массой или физическим маятником. Они положены в основу межгосударственного и республиканского стандартов на расчет электродинамической стойкости гибкой ошиновки распределительных устройств.

Наиболее действенным решением, не требующим больших материальных и временных затрат, является установка междуфазных распорок. Их можно применять как во вновь сооружаемых, так и в существующих РУ.

В ходе данной работе было рассмотрено электродинамическое действие токов КЗ на гибкие проводники, условия и параметры электродинамической стойкости гибкой ошиновки распределительных устройств, упрощенный расчет максимальных тяжений шин при коротком замыкании. Для того чтобы ограничить сближение сборных шин и спусков соседней фазы в шинных пролетах, наиболее действенным решением представляется установка дополнительных опорных изоляторов.

Литература

- 1 Сергей, И.И. Упрощенный расчет максимальных тяжений проводов на двух стадиях их движения при коротком замыкании / И.И. Сергей, А.П. Андрукевич, Е.Г. Пономаренко // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2006. – № 6. – С. 12–26.
- 2 Васильев, А.А. Электрическая часть станций и подстанций : учеб. пособие для вузов / А.А. Васильев, И.П. Крючков. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 576 с.