

УДК 621.3

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ГИБКИХ ШИН РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ

Плешко Д.Ю.

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

Гибкая ошиновка вместе с порталами образует анкерованные пролеты, расположенные рядами (пролеты ячеек). Ниже перпендикулярно к ним находятся пролеты сборных шин (шинные пролеты). Электрическая связь между анкерованными пролетами выполняется в виде свободно висящих петель (шлейфов). К гибким шинам ОРУ посредством ответвительных зажимов присоединяются спуски к электрическим аппаратам. Они монтируются практически без натяжения и имеют, как правило, значительную разность высот подвеса. В ряде случаев они представляют собой вертикально расположенные отпайки.

Под гибкой ошиновкой ОРУ понимается система подвешенных гибких проводов, которые крепятся к несущим конструкциям порталного типа с помощью натяжных гирлянд изоляторов. Гирлянды собирают из стеклянных изоляторов типа ПС или фарфоровых типа ПФ. В качестве основных принимаются более прочные и удобные в эксплуатации стеклянные изоляторы. Длина гирлянд изоляторов в зависимости от напряжения составляет от 0,9 м на 35 кВ до 9,5 м на 750 кВ, и их вес соизмерим с весом проводов в пролете. Все соединения в гирлянде, а также ее крепление к порталам выполняются шарнирно, поэтому гирлянда изоляторов представляет собой гибкую цепь элементов.

Обычно в пролете гибких шин ОРУ имеется не более трех спусков к электрическим аппаратам. Для подвески гибкой ошиновки ОРУ применяются сборные железобетонные или стальные порталы. В отдельных случаях стойки порталов выполняются железобетонными, а траверсы – металлическими. Высота порталов для ячейковых пролетов составляет от 7,86 м на 35 кВ до 26 м на 750 кВ, соответственно для шинных пролетов – от 6,1 до 17 м. Таким образом, гибкая ошиновка ОРУ является неоднородной по составу механической системой, которая под действием ЭДУ при КЗ совершает сложное колебательное движение. При больших токах КЗ оно сопровождается недопустимым сближением проводов соседних фаз и значительными динамическими усилиями на порталы и электрические аппараты. Поэтому в соответствии с указаниями ПУЭ и ГОСТ при проектировании ОРУ необходимо проверять электродинамическую стойкость гибкой ошиновки к большим токам КЗ.

Для оценки электродинамической стойкости гибкой ошиновки по условиям необходимо выполнить расчет ее динамики с учетом конструктивных элементов ОРУ. Расчетным является один пролет гибкой ошиновки ОРУ. Влияние на него смежных участков заменяется динамическими силами, являющимися зеркальным отображением тяжений расчетного пролета.

Считается, что рядом расположенные пролеты идентичны и обтекаются одинаковыми по величине токами КЗ. В местах присоединения к гибким шинам спусков, гирлянд изоляторов, шлейфов, распорок, коромысел действуют сосредоточенные нагрузки, поэтому динамика гибкой ошиновки не может быть описана только уравнениями гибкой упругой нити. Эту систему необходимо дополнить уравнениями движения конструктивных элементов (гирлянд изоляторов, порталов, отпаяк к аппаратам, аппаратов, зажимов, коромысел и распорок). Гирлянда изоляторов является гибкой цепью элементов, состоящей из чередующихся изоляционных и металлических компонентов.

Однако для упрощения модели она, как и провод, представляется гибкой упругой нитью с равномерно распределенной по длине массой. Этот подход очевиден и используется в работах, посвященных механическому расчету гибкой ошиновки ОРУ и воздушных ЛЭП. Упругие свойства расчетной модели гирлянды определяются параметрами стальных стержней изоляторов, составляющих более 90 % всей ее длины. Поэтому расчетная модель

гибкой ошиновки состоит из последовательно связанных между собой участков однородных гибких упругих нитей. Динамика участков расчетной модели, заменяющих гирлянды, провода шин и спусков, описывается системой уравнений.

Для гибкой ошиновки с расщепленными проводами в местах присоединения спусков устанавливаются дистанционные распорки жесткого типа. Согласно принципу связей механики, они освобождаются от последних, и рассматривается их динамика под действием сил от шин и спусков по уравнениям жесткой распорки.

Эти уравнения используются также для описания динамики коромысла, соединяющего гирлянду с расщепленными проводами гибкой ошиновки. Динамика концов гирлянд и спусков зависит от упругих и инерционных характеристик порталов, электрических аппаратов и шинных изолирующих опор.

При КЗ в ячейке путь протекания тока КЗ включает в себя провода ответвлений. Их электродинамические взаимодействия между собой и с шинами ОРУ обуславливают изгибающие нагрузки по трем взаимноперпендикулярным направлениям. Динамические прогибы шинных изолирующих опор и электрических аппаратов находят из уравнений колебаний упругого стержня с заземленным концом (консоли). Электрические аппараты представляются эквивалентной консолью. Соответствие динамических характеристик консоли и реального электрического аппарата обеспечивается при использовании его экспериментальной жесткости в целом.