

отталкивания и сближения принимаются равными между собой и не могут превышать заданную стрелу провеса провода.

Изучение опытных траекторий движения и осциллограмм горизонтальных отклонений проводов показывает, что при их отталкивании токами КЗ отклонения могут превышать стрелу провеса на 20–30 %, а при сближении их отклонения меньше стрелы провеса. С учетом опытных данных в БНТУ на кафедре «Электрические станции» разработан упрощенный метод расчета, учитывающий указанные особенности деформации проводов с помощью коэффициентов формы (K_ϕ) и уменьшения (K_y). Зависимости указанных коэффициентов от характеристик КЗ и геометрических размеров гибких шин получены с помощью вычислительного эксперимента по компьютерной программе.

С учетом K_ϕ и K_y условие недопустимого сближения или схлестывания проводов запишется в следующем виде

$$A_{\phi-\phi} - 2(K_\phi \cdot K_y \cdot Y_{\max} + r_p) \geq A_{\phi-\phi \min \text{ доп}},$$

где $A_{\phi-\phi}$, $A_{\phi-\phi \min \text{ доп}}$ – соответственно установленные ПУЭ расстояния между фазами и их минимальные допустимые значения при сближении проводов по рабочему напряжению;

r_p – радиус провода или расщепленной фазы.

Входящее в (1) Y_{\max} определяется по следующей формуле

$$Y_{\max} = \sqrt{(h + h_k)(2f_o - h - h_k)},$$

где h – высота подъема средней точки провода после отключения КЗ;

h_k – то же в момент отключения КЗ.

При

$$h + h_k > f_o;$$

$$Y_{\max} = f_o.$$

Таким образом, с помощью вычислительного эксперимента модифицированы упрощенный метод расчета и условие проверки сближения или схлестывания гибких шин РУ.

УДК 621.316.35

ИЗМЕНЕНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ КАК СРЕДСТВО БОРЬБЫ С ПЛЯСКОЙ ПРОВОДОВ

Дерюгина Е.А., Андрукевич А.П.

Научный руководитель – КЛИМКОВИЧ П.И.

Явление пляски, представляющее собой колебания проводов и грозозащитных тросов воздушных линий электропередачи (ВЛ), возникает обычно при ветре и отложении на проводах гололеда. Особенностью пляски являются значительная амплитуда вертикальных колебаний (3–5 м и более) и их низкая частота. Провода могут колебаться длительное время (до нескольких суток).

Частота колебания грозозащитного троса обычно существенно отличается от частоты фазового провода. В результате несинхронных колебаний происходят опасные сближения проводов между собой или провода и грозозащитного троса, что приводит к перекрытиям и оплавлениям поверхности провода. Перекрытия наблюдаются в боль-

шом количестве, и при интенсивной пляске ВЛ выводится из работы. При пляске также повышаются динамические нагрузки на элементы ВЛ, которые в некоторых случаях повреждают опоры, изоляторы и провода.

Интенсивное развитие строительства линий электропередачи высокого напряжения, связанное с созданием крупных энергетических систем и их объединений, делает проблему изучения пляски проводов и разработки мер борьбы с этим явлением особенно острой. Энергетические системы в настоящее время представляют собой сложные и дорогостоящие комплексы, и обеспечение достаточного уровня их надежности является важной задачей для бесперебойного снабжения потребителей электроэнергией. Вопросы исследования пляски проводов являются одним из аспектов общей проблемы надежности. Существенные нарушения электроснабжения, возникающие при пляске проводов, выдвигают задачу борьбы с этим явлением на первый план.

При выборе тех или иных средств борьбы с пляской проводов необходимо учитывать не только возможную их эффективность с точки зрения воздействия на колебательный процесс, но и такие показатели, как их стоимость, возрастание ветровых и гололедных нагрузок на провода при установке гасителей и т. д.

Одним из методов борьбы с пляской проводов являются предложения по изменению конструктивных параметров линий с целью устранения опасных сближений проводов такие как: чередование пролетов различной длины; сокращение длины пролета; повышенная разноска проводов; междуфазные распорки.

Чередование пролетов различной длины. Известно, что частота колебания при пляске зависит от длины пролета, числа полувольт, тяжения и линейной плотности провода. Для конкретной линии частоту можно изменить сокращением или увеличением длины пролета. При этом в соседних пролетах колебания будут происходить с разной частотой, и в результате взаимного влияния через подвесные гирлянды изоляторов можно ожидать снижения интенсивности колебаний. Эффективность этого мероприятия была проверена на электрифицированной железной дороге. Пролеты нормальной длины чередовались с пролетами, сокращенными на 7–10 %.

Сокращение длины пролета приводит к уменьшению амплитуды колебаний и может быть использовано на некоторых участках линии, где часто наблюдается пляска, путем установки дополнительных опор. Для одновременной реализации эффекта от чередования пролетов дополнительные опоры необходимо устанавливать не в середине пролетов, а с некоторым смещением. Это мероприятие является дорогостоящим и может иметь практическое значение при решении общей задачи по усилению прочности линий для повышения надежности при ветровых и гололедных воздействиях.

Повышенная разноска проводов предусмотрена ПУЭ как средство устранения опасных сближений проводов. Для ее реализации требуются опоры повышенной прочности с удлиненными траверсами. Для предотвращения схлестывания при пляске рекомендуется, чтобы вертикальное расстояние между фазами равнялось стреле провеса.

Междуфазные распорки предполагают установку изолирующих связующих элементов между проводами в пролете (рис. 1а). Наличие таких связей не устраняет пляски, но может приводить к синхронным колебаниям всех проводов как единой колебательной системы. Возможность междуфазных замыканий практически исключается. Это предложение может рассматриваться как одна из реальных мер борьбы с пляской, однако необходимо провести детальные исследования для оценки необходимого количества и мест установки распорок в пролете, а также для установления достаточности прочности существующих конструкций опор для восприятия увеличенных динамических нагрузок.

Для линии электропередачи до 35 кВ предлагается устройство, которое может рассматриваться как модификация междуфазной распорки (рис. 1б). Дополнительно к

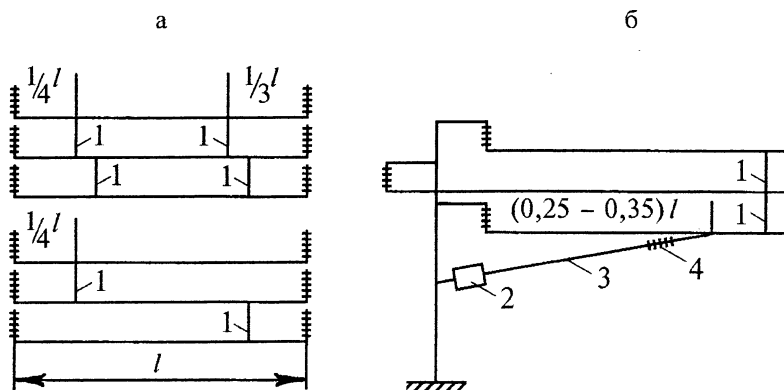


Рис. 1. Схемы установок изолирующих связей в пролетах ВЛ: а – междуфазные распорки; б – расчалка: 1 – распорки; 2 – демпфер; 3 – расчалка; 4 – изолятор

междуфазным распоркам, устанавливаемым в пролете, предлагается одну из фаз соединить через тросовую расчалку и изолятор к опоре. Между расчалкой и опорой помещается демпфирующий элемент для рассеяния энергии колебания. Расчалка крепится к фазовому проводу на расстоянии 0,25–0,35 длины пролета. Можно полагать, что узел колебания будет находиться в зоне крепления провода к расчалке. Это позволит избежать опасных одно- и двухполуволновых колебаний даже при отсутствии демпфирующего элемента. К недостаткам устройства следует отнести громоздкость конструкции и дополнительное возрастание ветровой и гололедной нагрузок.

Представленные способы борьбы с пляской проводов, за исключением установки междуфазных распорок, носят пассивный характер, не направлены непосредственно на подавление колебательного процесса, и их реализация связана с существенным удорожанием линии.

По сведениям СИГРЭ несмотря на выполненный большой комплекс исследований и положительный опыт применения различных средств подавления и ограничения пляски, отсутствует общее решение проблемы предотвращения пляски проводов. Поэтому в этой области требуются как теоретические, так и практические работы по применению устройств подавления пляски для ВЛ.

УДК 621.181

АНАЛИЗ ДАННЫХ ПО СОСТОЯНИЮ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ 110–330 КВ, ВВОДОВ 330 КВ СИЛОВЫХ АВТОТРАНСФОРМАТОРОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫМ ПУТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ТЕРМОГРАФА

Свистуленко А.В.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор СТЕПАНЧУК К.Ф.

Эффективным методом выявления возможных повреждений является применение тепловизионной аппаратуры и термографических методов. Тепловизионный контроль и тепловизионная диагностика основана на том, что наличие некоторых видов дефектов высоковольтного оборудования вызывает изменение температуры участков поверхности дефектных элементов и, как следствие, изменение интенсивности собственного инфракрасного (ИК) излучения, которое может быть зарегистрировано тепловизионными приборами [1].

С 2000 года по 2004 год проведен термографический контроль измерительных трансформаторов тока 330 кВ в количестве 129 шт., измерительных трансформаторов