

УДК 621.316

ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ ГИБКОЙ ОШИНОВКИ ШИННЫХ ПРОЛЕТОВ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 110 кВ

Баран А.Г., Васильева А.А.

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

В электроустановках высокого напряжения широко применяются токоведущие конструкции с гибкими проводами [1–4]. Особенностью их динамики является недопустимое сближение и даже схлестывание соседних фаз в результате электродинамического действия токов короткого замыкания (КЗ) [2–4]. Электродинамические воздействия токов КЗ – ключевые факторы, влияющие на выбор геометрических размеров и механической прочности токоведущих конструкций с гибкими проводами.

С помощью компьютерной программы (КП) FleBus проведен вычислительный эксперимент по оценке электродинамической стойкости шинных пролетов типовых конструкций распределительного устройства (РУ) 110 кВ длиной 27 м с различным количеством и сочетанием отпаек к конструктивным элементам РУ (рисунок 1). Количество отпаек в исследуемых пролетах (не более трех) ограничивается техническими особенностями используемого инструмента исследования – КП FleBus [4]. Исследования выполнены для пролетов с одним проводом в фазе АС-150/19, АС-185/25, АС-240/32, АС-300/39, АС-400/51, АС-500/27, АС-500/64 и с расщепленной фазой с проводами 2×АС-300/39, 2×АС-400/51, 2×АС-500/27, 2×АС-500/64. Параметры конструктивных элементов РУ приняты по типовому проекту 407-03-539.90 «Открытые распределительные устройства 110 кВ на унифицированных конструкциях». Расчеты выполнены для климатического режима: температура воздуха 25 °С, отсутствие ветра и гололедного отложения.

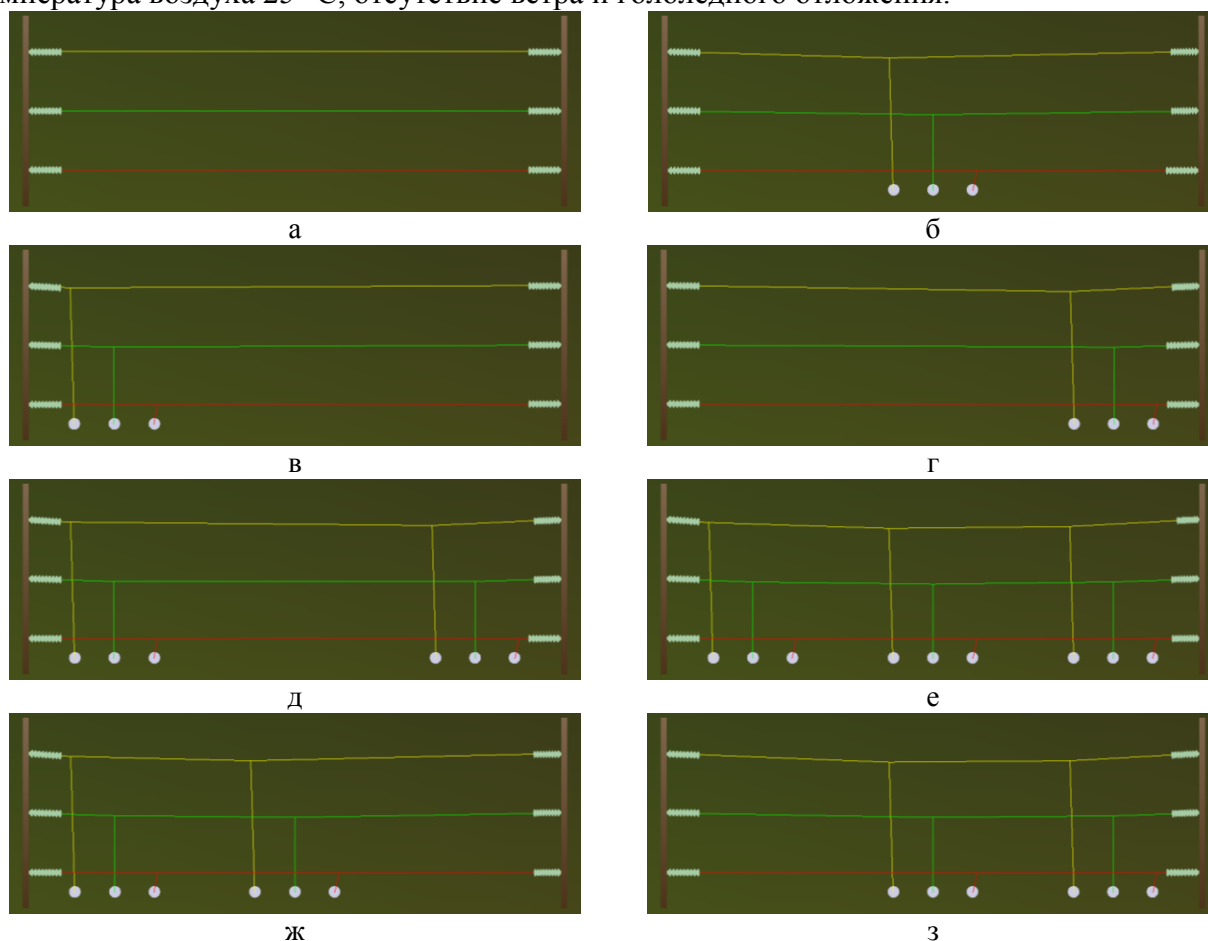


Рисунок 1. Геометрия шинных пролетов длиной 27 м типовой конструкции ОРУ 110 кВ

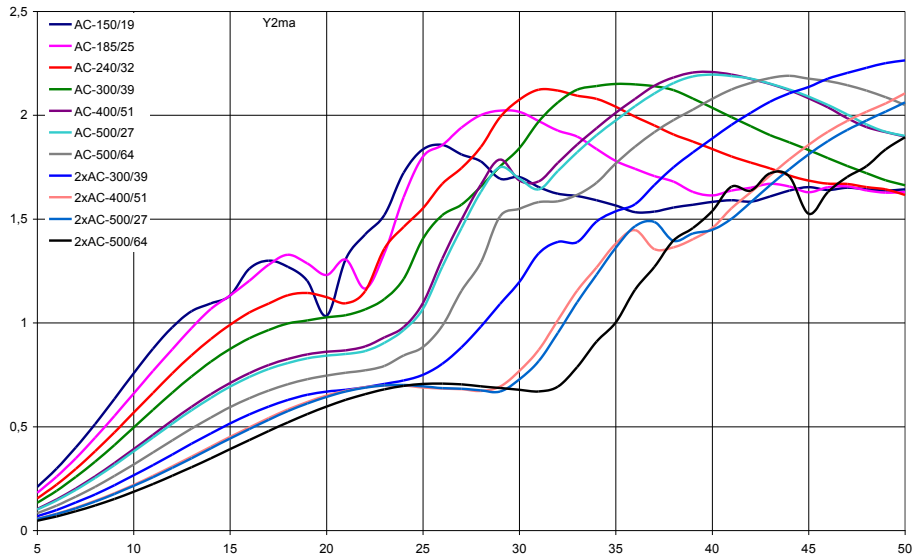


Рисунок 2. Зависимости $Y_{2max} = f(I_{K3})$ для проводов различных сечений (пролет рисунок 1а) при продолжительности КЗ 0,2 с

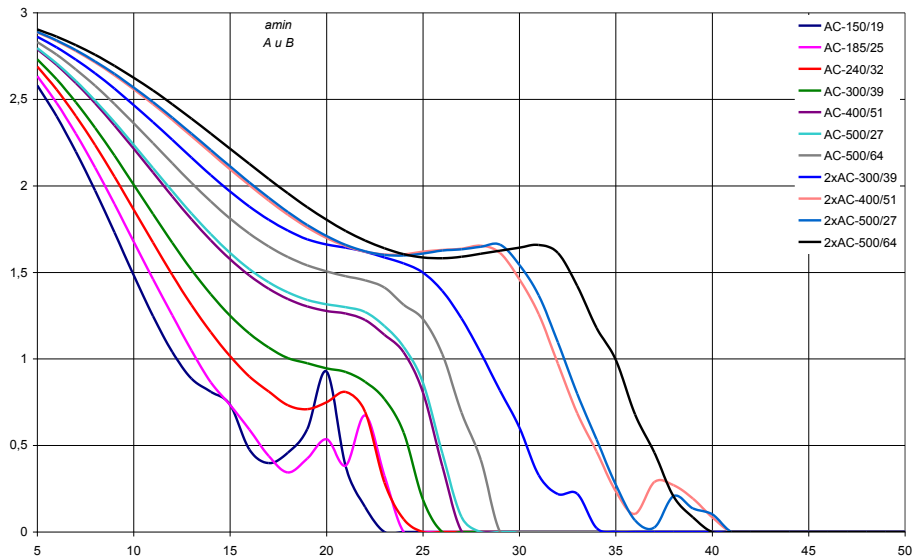


Рисунок 3. Зависимости $a_{min} = f(I_{K3})$ между фазами A и B для проводов различных сечений (пролет рисунок 1а) при продолжительности КЗ 0,2 с

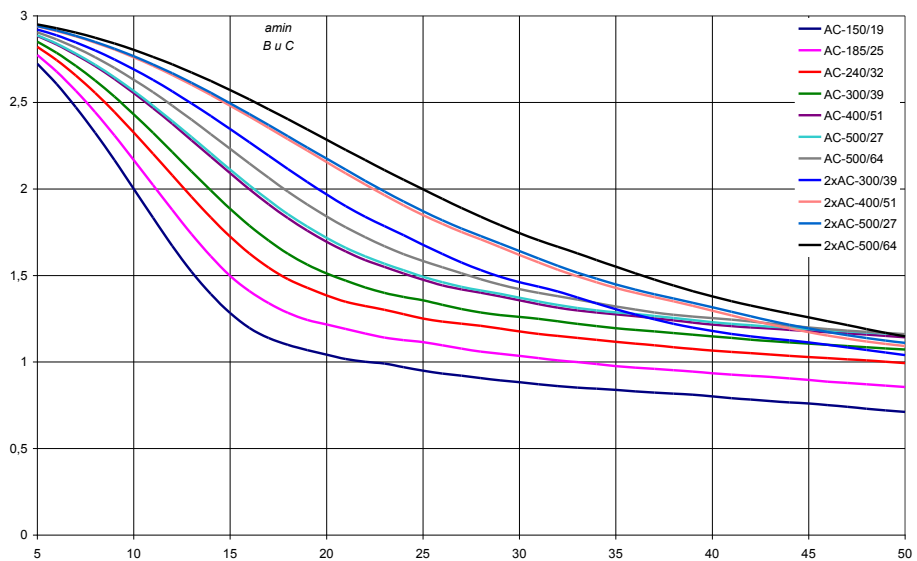


Рисунок 4. Зависимости $a_{min} = f(I_{K3})$ между фазами B и C для проводов различных сечений (пролет рисунок 1а) при продолжительности КЗ 0,2 с

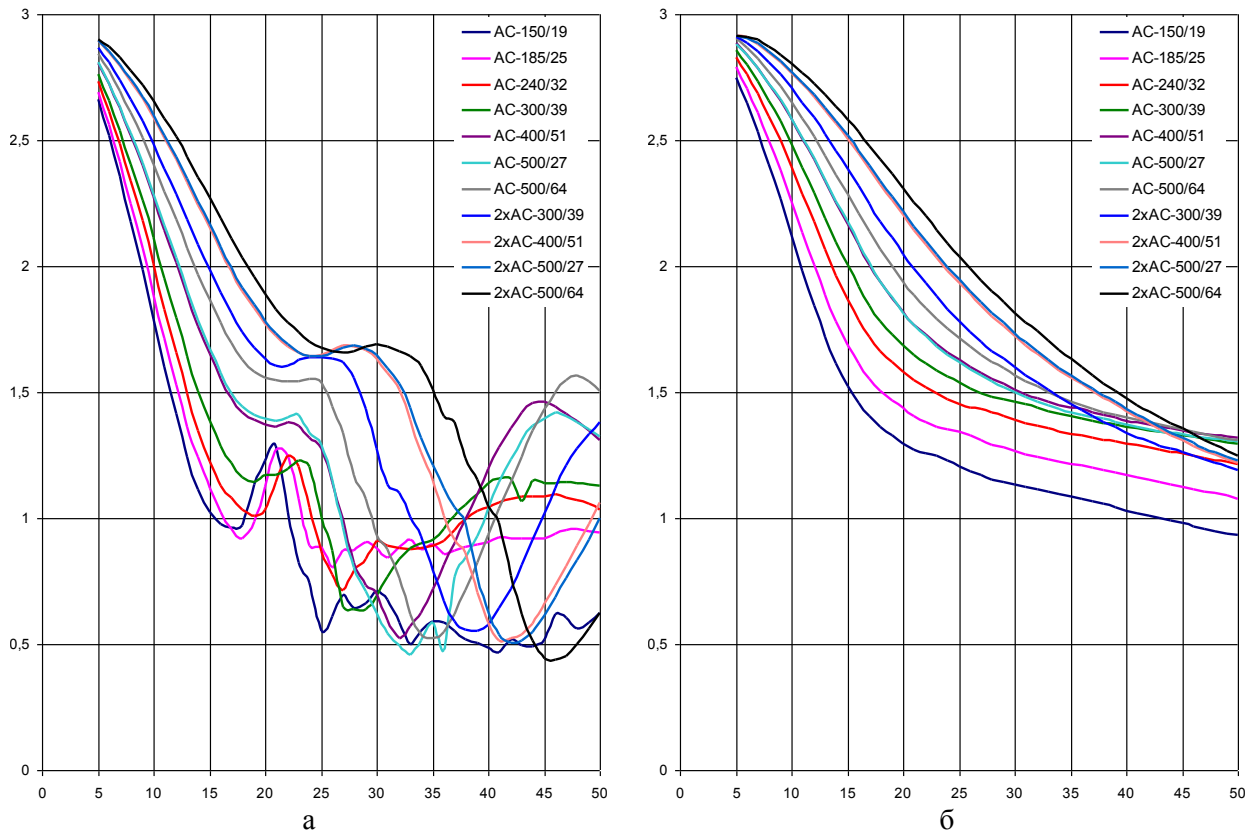


Рисунок 5. Зависимости $a_{\min} = f(I_{K3})$ между фазами *A* и *B* для проводов различных сечений (пролет рисунок 1в) при продолжительности КЗ 0,2 с: а – КЗ между фазами *A* и *B*; б – КЗ между фазами *B* и *C*

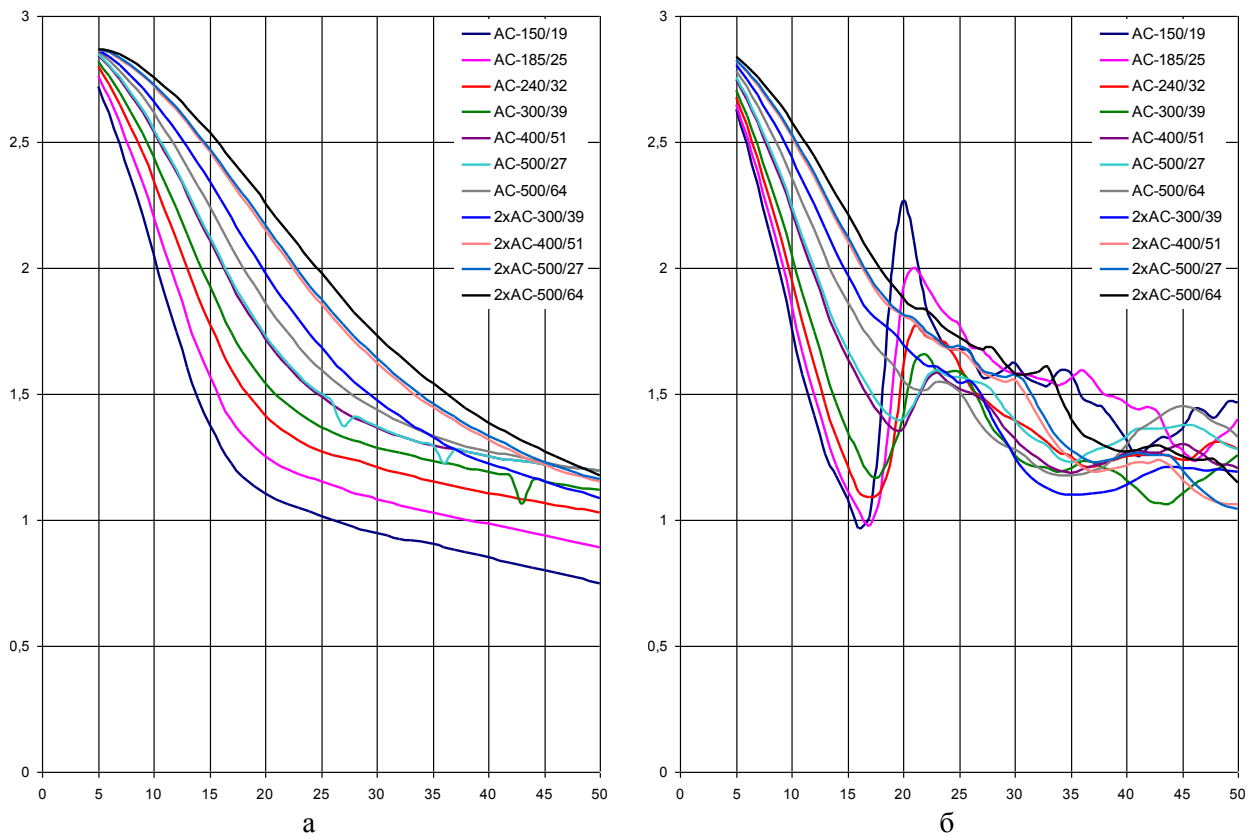


Рисунок 6. Зависимости $a_{\min} = f(I_{K3})$ между фазами *B* и *C* для проводов различных сечений (пролет рисунок 1в) при продолжительности КЗ 0,2 с: а – КЗ между фазами *A* и *B*; б – КЗ между фазами *B* и *C*

При оценке электродинамической стойкости токоведущих конструкций необходимо выполнить серию расчетов с подбором наиболее тяжелых условий КЗ, изменяя величину тока, продолжительность, вид и место КЗ, климатические условия и другие параметры [4]. Исходя из изложенного, вычислительный эксперимент выполнен путем проведения серийных расчетов для токов двухфазного КЗ от 0 кА до 50 кА с шагом 0,5 кА.

При проведении вычислительного эксперимента для проводов различного сечения построены зависимости максимального отклонения проводов в момент их сближения (Y_{2max}) и минимального расстояния между фазными проводниками (a_{min}) от величины тока двухфазного КЗ между фазами А и В, В и С, А и С. Расчеты выполнялись для продолжительности КЗ от 0,05 с до 0,30 с с шагом 0,05 с.

В качестве примера на рисунках 2–4 приведены результаты вычислительного эксперимента для пролета без отпаяк к аппаратам, представленного на рисунке 1а, и на рисунках 5 и 6 приведены зависимости для пролета с одной отпайкой (рисунок 1в).

Согласно [3] максимально допустимого сближения фаз для напряжения 110 кВ составляет 0,4 м. Как видно из представленных зависимостей наличие отпайки существенно увеличивает ток электродинамической стойкости. Если для пролета без отпаяк с проводом любого сечения существует минимальный ток электродинамической стойкости (например, для провода АС-150/19 он составляет около 16 кА, а для 2×АС-500/64 – около 37 кА), то при наличии отпайки в пролете (рисунок 1в) по критерию сближения фазных проводников рассматриваемый пролет, вне зависимости от сечения провода, электродинамически устойчив (рисунок 5а и 6б). Даже для самого тяжелого случая при КЗ между фазами А и В (рисунок 5а) минимальное расстояние между фазами составляет не менее 0,45 м.

В ходе вычислительного эксперимента установлено, что наличие отпаяк в пролетах ограничивает свободные движения гибких шин, увеличивая ток электродинамической стойкости исследуемого пролета по критерию схлестывания проводов фаз. Однако, наличие отпаяк также может привести к снижению тока электродинамической стойкости связанным со схлестыванием спусков отпаяк с проводами шин.

Литература

1. Электротехнический справочник: В 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии / Под общ. ред. В.Г. Герасимова и др. – 9-е изд., стер. – М. : Издательство МЭИ, 2004. – 964 с.
2. Токоведущие части электростанций и подстанций: методическое пособие для студентов специальностей 1-43 01 01 «Электрические станции», 1-43 01 03 «Электроснабжение» и 1-43 01 02 «Электроэнергетические системы и сети» / И.И. Сергей [и др.]. – Минск : БНТУ, 2011. – 82 с.
3. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 648 с.
4. Сергей, И.И. Проверка на схлестывание гибкой ошиновки распределительных устройств электростанций: методические указания для студентов специальностей 1-43 01 01 «Электрические станции», 1-43 01 02 «Электроснабжение» и 1-43 01 03 «Электрические системы и сети» / И.И. Сергей, Е.Г. Пономаренко. – Минск : БНТУ, 2008. – 44 с.