

УДК 621.316

**Влияние продолжительности короткого замыкания  
на параметры электродинамической стойкости шинного пролета ОРУ 110 кВ  
с проводом 2×АС-500/64 без учета спусков к электрическим аппаратам**

Баран А. Г., Васильева А. А.

Научный руководитель – д.т.н., профессор СЕРГЕЙ И. И.,  
к.т.н., доцент ПОНОМАРЕНКО Е. Г.

Провода распределительных устройств (РУ) электростанций из-за их гибкой конструкции могут принимать форму, заданную приложенными электродинамическими усилиями (ЭДУ) при коротких замыканиях (КЗ). Вследствие этого действие ЭДУ приводит к сближению и даже к схлестыванию соседних фаз. При недопустимом сближении проводов РУ более вероятное первичное КЗ на воздушных ЛЭП, устраняемое, как правило, во время бестоковой паузы АПВ, сопровождается вторичным КЗ на гибких шинах РУ электростанций. Следующее за этим отключение системы шин РУ дифференциальной защитой ведет к тяжелым последствиям для энергосистемы в целом. Согласно ПУЭ [1] проверку гибких шин РУ на схлестывание необходимо выполнять при токах КЗ величиной 20 кА и более. Наибольшие уровни токов КЗ в энергосистеме Беларуси в РУ с гибкими проводами имеют место при  $U_{ном} = 110$  кВ. По данным института РУП «БелНИПИэнергопром» и ГПО «Белэнерго» они достигают 40–45 кА и ожидается их дальнейший рост до 50 кА. Поэтому проблема их электродинамического действия на провода РУ становится актуальной задачей для энергосистемы Беларуси.

С помощью компьютерной программы FleBus проведен вычислительный эксперимент по оценке электродинамической стойкости шинного пролета типовых конструкций РУ напряжением 110 кВ длиной 27 м без отпаек к конструктивным элементам РУ (рисунок 1) для различных сечений проводов.

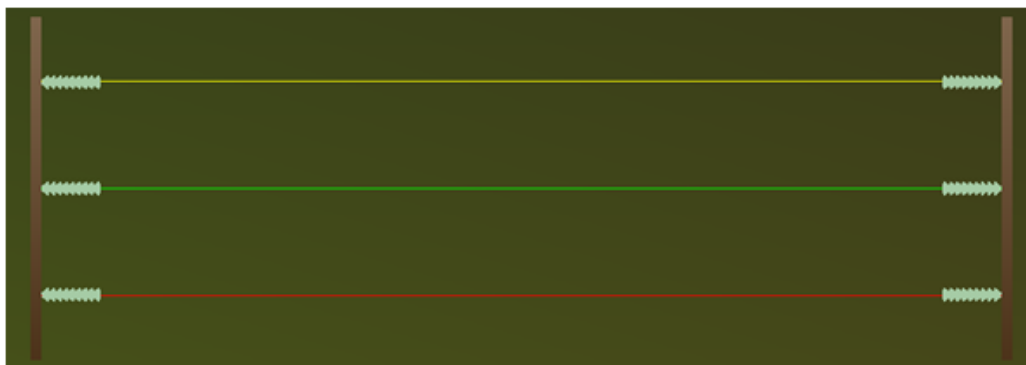


Рисунок 1 – Геометрия исследуемого шинного пролета

Параметры конструктивных элементов РУ приняты по типовому проекту 407-03-539.90 «Открытые распределительные устройства 110 кВ на унифицированных конструкциях».

Так как в исследуемом пролете (рисунках 1) движение проводов взаимодействующих при КЗ будет симметричным, то рассматривался только случай двухфазного КЗ между фазами А и В. Так же расчет проводился и для двухфазного КЗ между фазами А и С. В данном случае удаленность взаимодействующих фаз значительна и схлестывание их при исследуемых токах КЗ не произойдет.

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 [2]. Исходя из изложенного, вычислительный эксперимент выполнен путем проведения серии

расчетов для токов двухфазного КЗ от 5 кА до 60 кА с шагом 1 кА и для продолжительности КЗ от 0,05 с до 0,30 с с шагом 0,05 с.

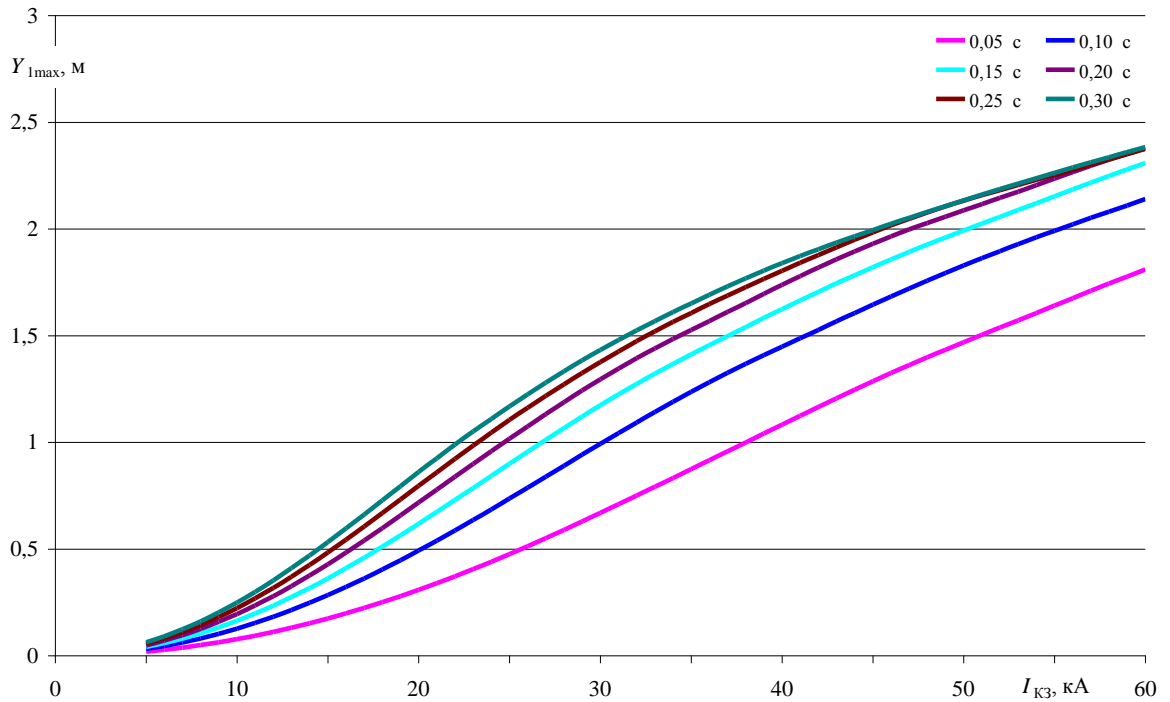


Рисунок 2 – Зависимости  $Y_{1max} = f(I_{кз})$  при различной продолжительности КЗ

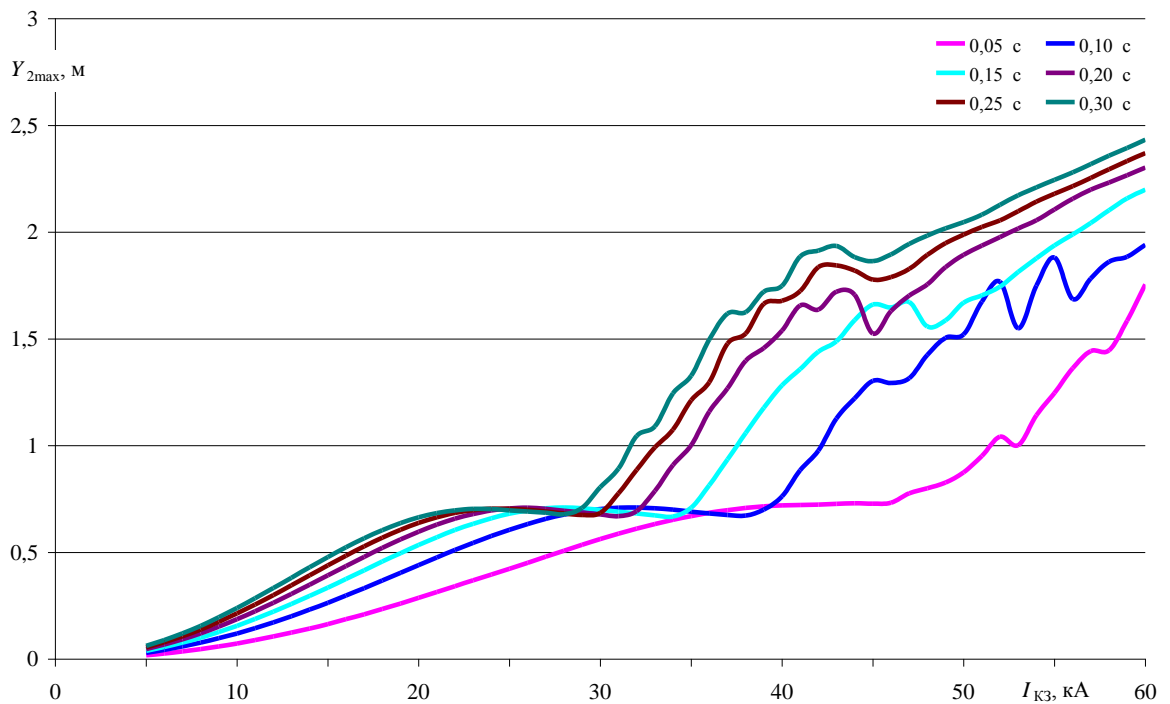


Рисунок 3 – Зависимости  $Y_{2max} = f(I_{кз})$  при различной продолжительности КЗ

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.

Для исследуемого пролета с расщепленной фазой 2×АС-500/64 построены семейства зависимостей от величины тока двухфазного КЗ для продолжительностей его воздействия:

- максимального отклонения проводов в момент их отталкивания ( $Y_{1max}$ ) и времени его наступления (рисунок 2);
- максимального отклонения проводов в момент их сближения ( $Y_{2max}$ ) и времени его наступления (рисунок 3);
- минимального расстояния между фазными проводниками ( $a_{min}$ ) и времени его наступления (рисунок 4 и 5);
- максимального тяжения ( $T_{max}$ ) и времени его наступления (рисунок 6).

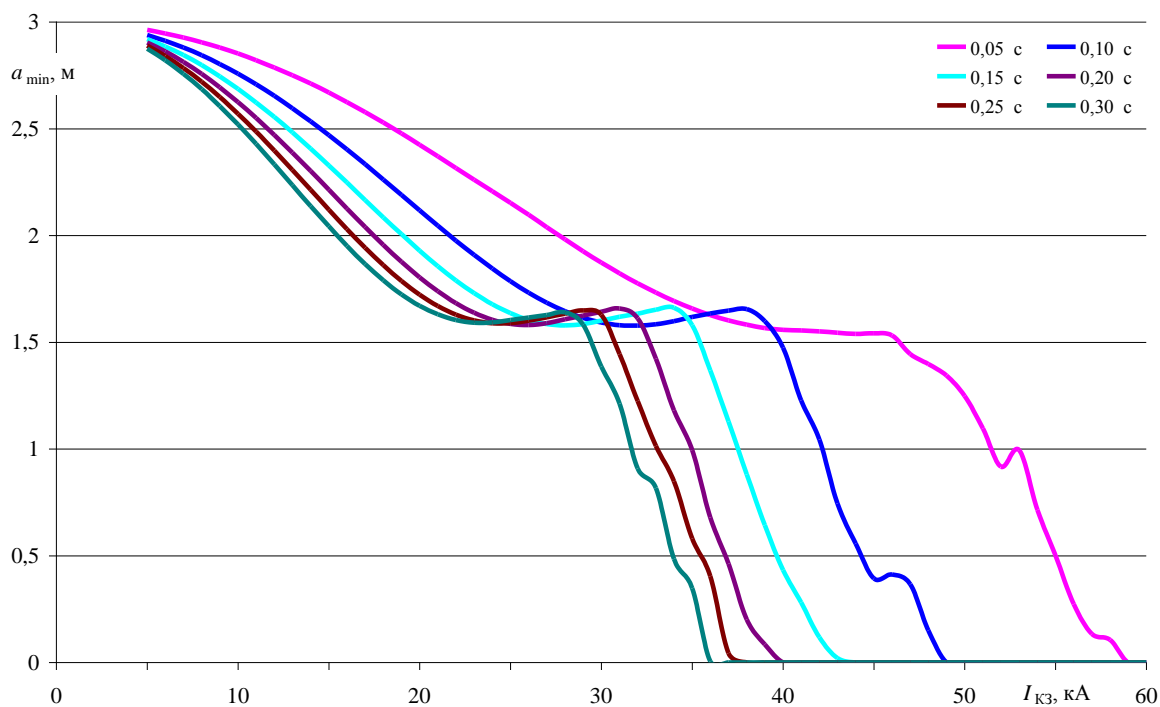


Рисунок 4 – Зависимости  $a_{min} = f(I_{кз})$  между фазами А и В при различной продолжительности КЗ

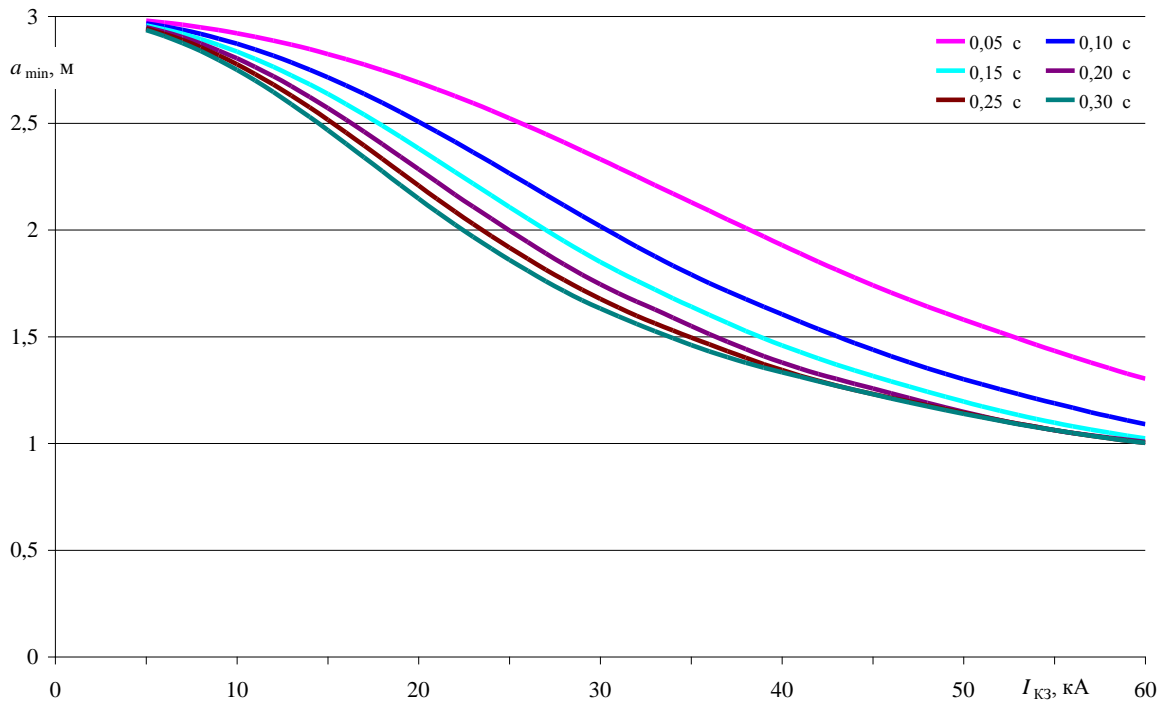


Рисунок 5 – Зависимости  $a_{\min} = f(I_{кз})$  между фазами В и С при различной продолжительности КЗ

Полученные зависимости (рисунок 4) позволяют определить ток электродинамической стойкости рассматриваемого шинного пролета в зависимости от продолжительности воздействия тока КЗ по условию допустимого сближения фаз, которое, согласно [1], для напряжения 110 кВ составляет 0,45 м. Зависимости (рисунок 6) позволяют определить ток электродинамической стойкости – по условию максимально допустимого тяжения.

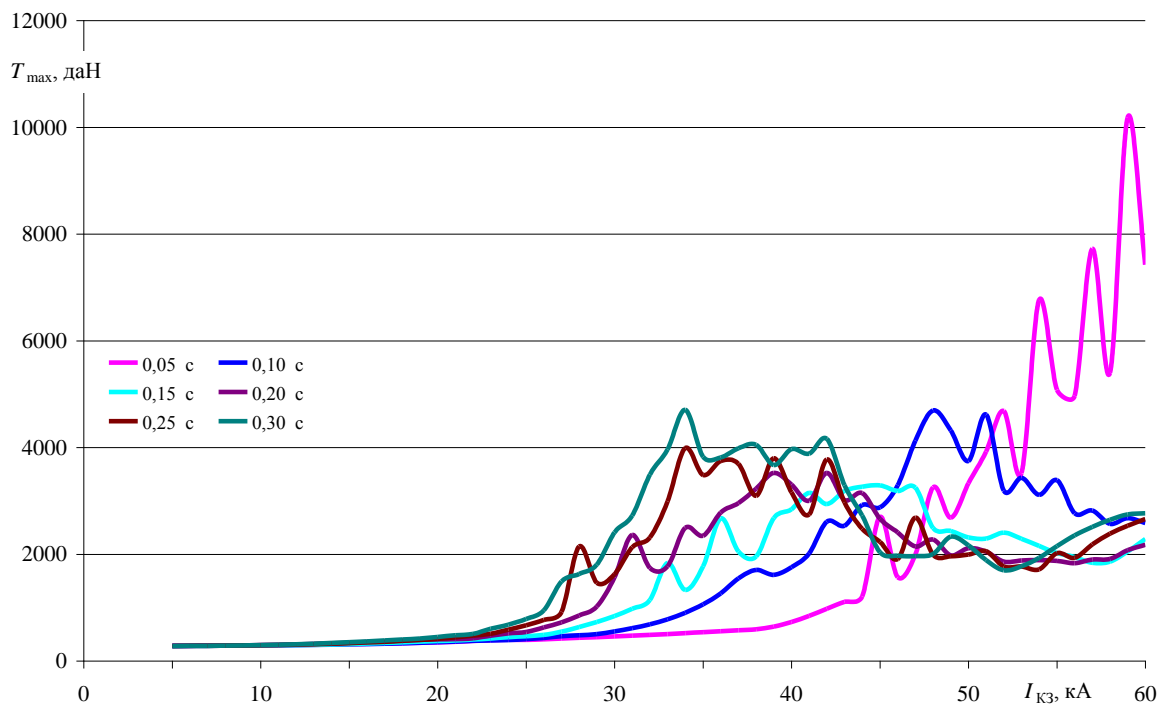


Рисунок 6 – Зависимости  $T_{\max} = f(I_{кз})$  при различной продолжительности КЗ

Результаты расчетов показывают, что по критерию сближения проводников фаз, ток электродинамической стойкости при возрастании продолжительности КЗ уменьшается от 56 кА (при  $t_{кз} = 0,5$  с) до 35 кА (при  $t_{кз} = 3,0$  с).

#### Литература

1. Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 648 с.
2. 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.
3. Сергей, И. И. Динамика проводов электроустановок энергосистем при коротких замыканиях: теория и вычислительный эксперимент / И. И. Сергей, М. И. Стрелюк. – Минск : ВУЗ-ЮНИТИ, 1999. – 252 с.