

УДК 621.316

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТОКА ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ГИБКОЙ ОШИНОВКИ ШИННЫХ ПРОЛЕТОВ ТИПОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ УСТРОЙСТВ 110 кВ

Баран А.Г.

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

В электроустановках высокого напряжения энергосистем широко применяются токоведущие конструкции с гибкими проводами [1–3]. Особенностью их динамики является недопустимое сближение и даже схлестывание соседних фаз в результате электродинамического действия токов короткого замыкания (КЗ), сопровождающегося ударными нагрузками на конструктивные элементы распределительных устройств (РУ) и воздушных ЛЭП [3–5]. Электродинамические воздействия больших токов КЗ – ключевые факторы, влияющие на выбор геометрических размеров и механической прочности токоведущих конструкций с гибкими проводами.

При выполнении работы использованы типовые материалы для проектирования 407-03-539.90 «Открытые распределительные устройства 110 кВ на унифицированных конструкциях». Проведен вычислительный эксперимент по оценке электродинамической стойкости шинных пролетов типовых конструкций распределительного устройства 110 кВ длиной 18 и 27 м с различным количеством и сочетанием отпаек к конструктивным элементам РУ (рисунок 1 и 2). Количество отпаек в исследуемых пролетах (не более трех) ограничивается техническими особенностями используемого инструмента исследования – компьютерной программы FleBus [5]. Вычисления проводились для пролетов с проводом АС-500/27. Подвес провода выполнен гирляндами изоляторов 9×ПС6-А. Стрела провеса провода составляет 5 % от длины пролета. Расчеты выполнены для климатического режима: температура воздуха 25 °С, отсутствие ветра и гололедного отложения.

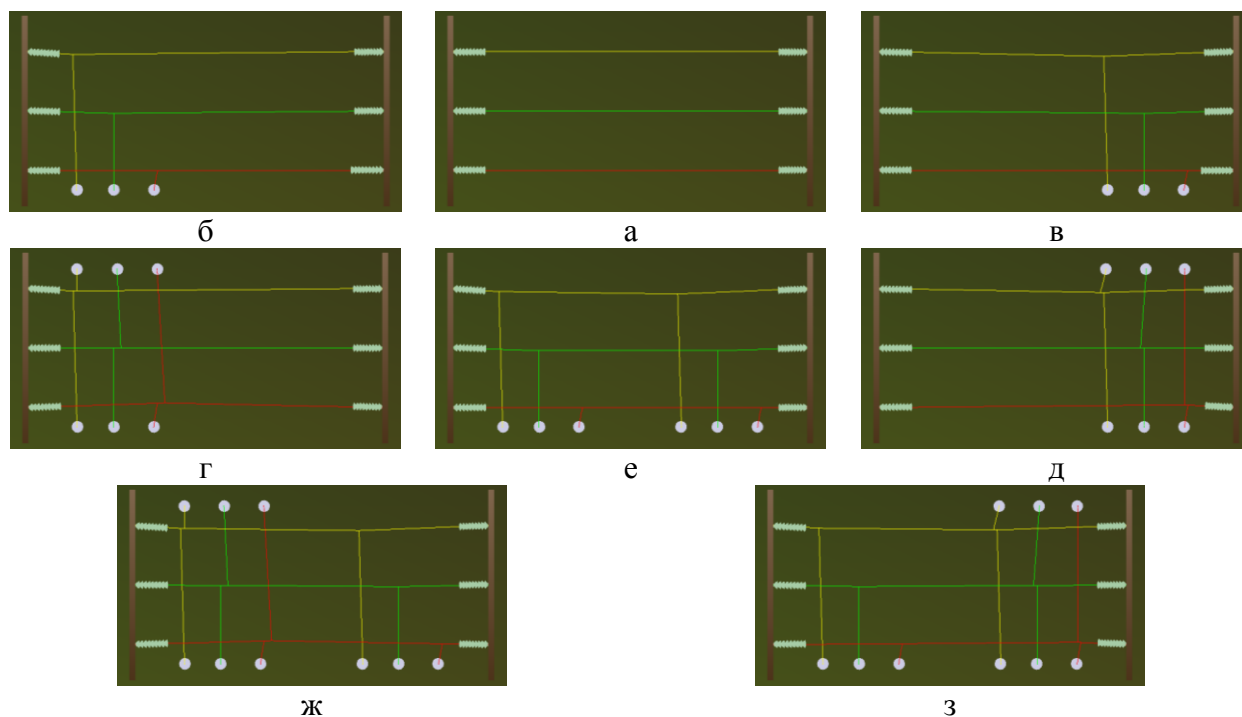


Рисунок 1 – Шинные пролеты длиной 18 м

Механический расчет проводников шинных пролетов распределительного устройства выполнен по компьютерной программе MR215, а расчет электродинамической стойкости – по компьютерной программе FleBus [5].

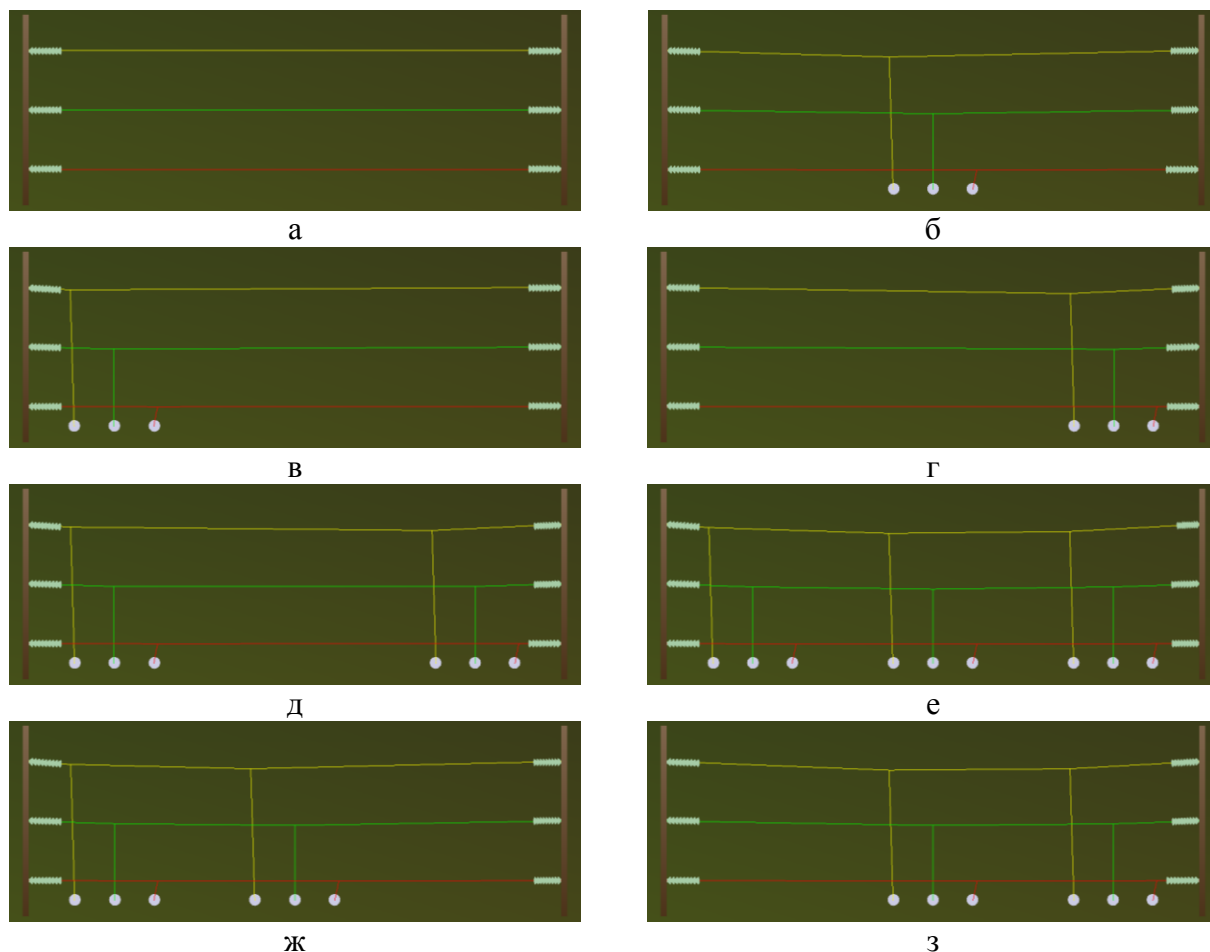


Рисунок 2 – Шинные пролеты длиной 27 м

В проектной практике при оценке электродинамической стойкости токоведущих конструкций нельзя полагаться на результаты одного расчета [5]. Необходимо выполнить серию расчетов с подбором наиболее тяжелых условий КЗ, изменяя величину тока, продолжительность, вид и место КЗ, климатические условия и другие параметры [5]. 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.

Таблица 1 – Ток электродинамической стойкости шинных пролетов длиной 18 м по критерию – схлестывание проводов фаз

Пролет	КЗ между фазами		
	А и В	В и С	А и С
рисунок 1а	43 кА	43 кА	> 50 кА
рисунок 1б	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1в	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1г	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1д	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1е	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1ж	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1з	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА

Результаты вычислительного эксперимента для шинных пролетов длиной 18 м приведены в таблицах 1 и 2, анализ которых показывает, что:

– по критерию схлестывания проводов фаз (таблица 1) наименьший ток электродинамической стойкости в 43 кА имеет пролет без отпаек (рисунок 1а);

– по критерию схлестывания спусков отпайки с проводниками шин (таблица 2) – наименьший ток электродинамической стойкости в 26 кА имеет пролет с двумя отпайками (рисунок 1е);

– по критерию схлестывания спусков отпайки (таблица 2) – каждый пролет (рисунок 1) имеет ток электродинамической стойкости более 50 кА.

Таблица 2 – Ток электродинамической стойкости шинных пролетов длиной 18 м

Пролет	Отпайка	Схлестывание спусков отпайки с проводниками шин			Схлестывание спусков отпайки		
		КЗ между фазами			КЗ между фазами		
		А и В	В и С	А и С	А и В	В и С	А и С
рисунок 1а	–	–	–	–	–	–	–
рисунок 1б	1	29 кА	31 кА	40 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1в	1	27 кА	42 кА	41 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1г	1	31 кА	> 50 кА	45 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	> 50 кА	27 кА	40 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1д	1	> 50 кА	30 кА	45 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	28 кА	> 50 кА	42 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1е	1	35 кА	41 кА	46 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	26 кА	32 кА	40 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1ж	1	38 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	> 50 кА	27 кА	40 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	3	29 кА	> 50 кА	46 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 1з	1	36 кА	50 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	> 50 кА	30 кА	45 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	3	29 кА	> 50 кА	46 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА

Результаты вычислительного эксперимента для шинных пролетов длиной 27 м приведены в таблицах 3 и 4, анализ которых показывает, что:

– по критерию схлестывания проводов фаз (таблица 3) наименьший ток электродинамической стойкости в 26 кА имеет пролет без отпайки (рисунок 2а);

– по критерию схлестывания спусков отпайки с проводниками шин (таблица 4) – наименьший ток электродинамической стойкости в 23 кА имеют пролет с одной отпайкой (рисунок 2б) и пролеты с двумя отпайками (рисунок 2ж и 2з);

– по критерию схлестывания спусков отпайки (таблица 4) – каждый пролет (рисунок 2) имеет ток электродинамической стойкости более 50 кА.

Таблица 3 – Ток электродинамической стойкости шинных пролетов длиной 27 м по критерию – схлестывание проводов фаз

Пролет	КЗ между фазами		
	А и В	В и С	А и С
рисунок 2а	26 кА	26 кА	> 50 кА
рисунок 2б	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2в	33 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2г	31 кА	29 кА	> 50 кА
рисунок 2д	33 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2е	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2ж	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2з	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА

Таблица 4 – Ток электродинамической стойкости шинных пролетов длиной 27 м

Пролет	Отпайка	Схлестывание спусков отпайки с проводниками шин			Схлестывание спусков отпайки		
		КЗ между фазами			КЗ между фазами		
		А и В	В и С	А и С	А и В	В и С	А и С
рисунок 2а	–	–	–	–	–	–	–
рисунок 2б	1	23 кА	30 кА	32 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2в	1	27 кА	29 кА	38 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2г	1	29 кА	33 кА	32 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2д	1	29 кА	32 кА	41 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	29 кА	30 кА	37 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2е	1	36 кА	31 кА	38 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	24 кА	27 кА	38 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	3	26 кА	30 кА	32 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2ж	1	31 кА	40 кА	41 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	23 кА	30 кА	33 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
рисунок 2з	1	23 кА	31 кА	34 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА
	2	25 кА	40 кА	34 кА	> 50 кА	> 50 кА	> 50 кА

В ходе вычислительного эксперимента установлено, что наличие отпаек в пролетах ограничивает свободные движения гибких шин, увеличивая ток электродинамической стойкости исследуемого пролета по критерию схлестывания проводов фаз. Однако, наличие отпаек также может привести к снижению тока электродинамической стойкости связанным со схлестыванием спусков отпаек с проводами шин, что наблюдается для каждого из пролетов длиной 18 м, а также для ряда рассмотренных пролетов длиной 27 м (рисунок 2б, 2е–з)

Литература

- 1 Рожкова, Л.Д. Электрооборудование станций и подстанций : учебник для техникумов / Л.Д. Рожкова, В.С. Козулин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1987. – 648 с.
- 2 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.
- 3 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.
- 4 Правила устройства электроустановок / Минэнерго СССР. – 6-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 1986. – 648 с.
- 5 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.