

К числу основных электродвигателей на ТЭЦ относятся следующие: электродвигатели мазутных, тягодутьевых, питательных, конденсатных, циркуляционных насосов. Все они являются ответственными механизмами и требуют наличия резервного источника питания.

С помощью программы SAMOSAPU, изменяя время перерыва питания секции 5РА (5РБ), исследовалась успешность самозапуска электродвигателей этих секций. Результаты исследования занесены в таблицу 1.

Таблица 1. Результаты испытаний

Время перерыва питания $t, \text{с}$	Максимальный рабочий ток секций 5РА/5РБ $I_{п \text{ max}}, \text{А}$	Секция 5РА	Секция 5РБ	ЦН-2 (яч. 143)	ДВ-5А (яч. 145)	ПЭН-5 (яч. 148)	ЦН-1 (яч. 161)	Д-5Б (яч. 165)	ДВ-5Б (яч. 167)
0,10	2,4/1,4	+	+	+	+	+	+	+	+
0,11	9,0/5,0	+	+	+	+	+	+	+	+
0,12	2,4/1,6	+	+	+	+	+	+	+	+
0,13	8,8/5,3	+	+	+	+	+	+	+	+
0,14	2,9/2,1	+	+	+	+	+	+	+	+
0,15	8,7/4,6	+	+	+	+	+	+	+	+
0,50	7,1/3,4	+	+	+	+	+	+	+	+
0,80	3,6/3,0	+	+	+	+	+	+	+	+
1,20	5,2/4,5	+	+	+	+	+	+	+	+
1,21	5,3/4,6	-	+	-	+	+	+	+	+

Примечание: + – самозапуск успешный; – – самозапуск неуспешный

Как видно из таблицы 1, наибольший скачок тока на секции наблюдается уже при перерыве питания на 0,11 с, что является следствием снижения частоты затухающего напряжения, которое быстро отстает по фазе от напряжения сети. За это время угол расхождения напряжения достигает 180° .

Предельное время отключения для исследуемых электродвигателей составило 1,21 с. При таком перерыве питания при КЗ на секции 5РА самозапуск электродвигателей циркуляционных насосов ЦН-2 оказывается неуспешным.

Литература

1. Инструкция по применению программы «Расчет самозапуска электродвигателей собственных нужд электростанций» / В.И. Новаш, Е.В. Глинский. – Минск: БГПА, 1995.
2. Ульянов, С.А. Электромагнитные переходные процессы. – М.: Энергия, 1970.
3. Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 640 с.

УДК 621.316.5

ВЫБОР ИНТЕРПОЛЯЦИОННЫХ ФОРМУЛ АППРОКСИМАЦИИ ОБОБЩЕННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКОЙ СТОЙКОСТИ ОТ КРИТЕРИЯ ПОДОБИЯ

Филипенко К.М., Давидович Е.Н.

Научный руководитель – д-р техн. наук, профессор СЕРГЕЙ И.И.

Уравнения движения проводов, представленных гибкой нитью, в математическом отношении являются нелинейными гиперболическими дифференциальными уравнениями второго порядка в частных производных и относятся к уравнениям математиче-

ской физики. Единственное решение гиперболических уравнений выделяются при помощи дополнительных условий: начальных и краевых. Указанная задача называется нестационарной краевой задачей Коши и требует двух начальных условий: начальных координат и скоростей провода, а также граничных векторов определяющих положение концов провода в пролете. Решить нелинейные уравнения движения провода классическими методами не удастся. Для этого чаще всего используется разностные методы. Однако численные методы позволяют найти только частное решение задачи динамики провода при КЗ, соответствующее конкретным граничным условиям. Обобщения частных решений движения провода, являющегося гибкой механической системой с распределенной массой является, сложной задачей.

На кафедре «Электрические станции» БНТУ предложен способ обобщения частных численных решений задачи динамики провода при КЗ путем решения его уравнения движения в безразмерной форме. В процессе преобразования уравнения к безразмерному виду выявляются сочетания и комбинации параметров провода, одинаковые для подобных решений задачи. В теории подобия их называют критериями подобия. В итоге были получены графические зависимости максимальных горизонтальных отклонений средней точки провода и максимальных тяжений для различных относительных продолжительностей КЗ в функции динамического критерия подобия (рисунок 1).

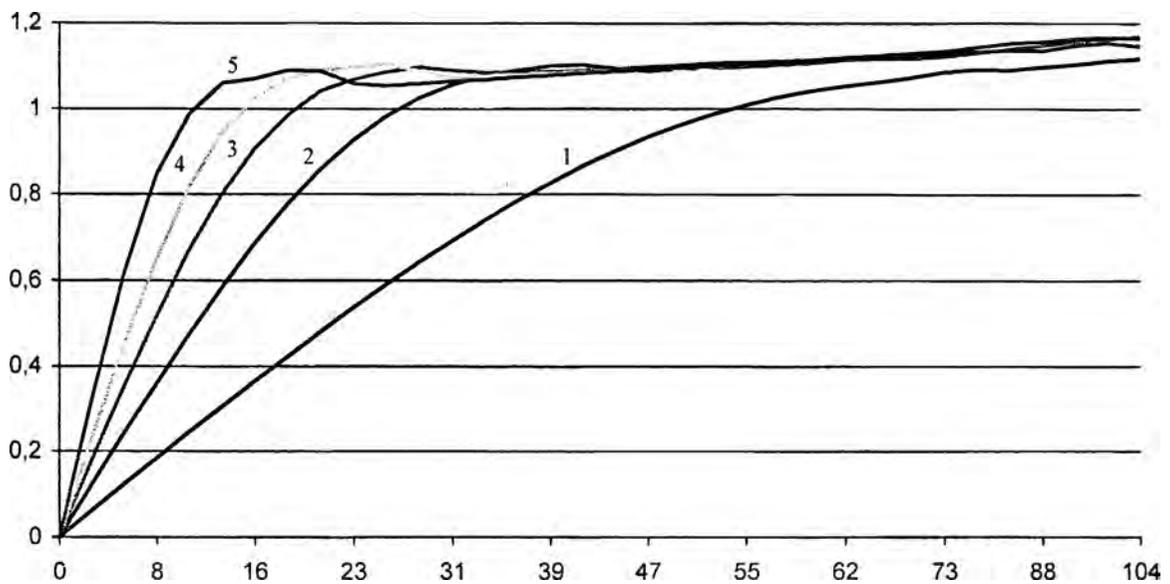


Рисунок 1. Максимальные горизонтальные относительные отклонения средней точки провода для различных относительных продолжительностей КЗ в функции динамического критерия подобия: 1 – $t_k = 0,05$ с; 2 – $t_k = 0,10$ с; 3 – $t_k = 0,15$ с; 4 – $t_k = 0,20$ с; 5 – $t_k = 0,30$ с

В данной работе рассматривается аппроксимация обобщенных зависимостей максимальных горизонтальных отклонений средней точки провода для различных относительных продолжительностей КЗ встроенными функциями программного комплекса Excel.

В программе Excel вводятся численные значения обобщенных зависимостей и по ним строятся графики. Графики встроенной функцией программы аппроксимируются полиномиальной линией тренда 6 степени. В итоге получается уравнение для каждой зависимости вида:

$$y = ax^6 + bx^5 + cx^4 + dx^3 + ex^2 + fx + g.$$

Для нахождения общего уравнения строятся графики изменения каждого коэффициента и аппроксимируются полученные графики полиномиальной линией тренда.

В итоге получается общее уравнение аппроксимирующей кривой для любого времени КЗ вида:

$$y = ax^6 + bx^5 + cx^4 + dx^3 + ex^2 + fx + g,$$

где

$$a = -0,0000003804t^4 + 0,0000002714t^3 - 0,0000000699t^2 + \\ + 0,00000000730t - 0,00000000228;$$

$$b = 0,000132935t^4 - 0,0000954901t^3 + 0,0000246285t^2 - \\ - 0,00000254824t + 0,0000000788358;$$

$$c = -0,017638472t^4 + 0,012755143t^3 - 0,003291021t^2 + \\ + 0,000335963t - 0,000010234;$$

$$d = 1,09424768t^4 - 0,79572716t^3 + 0,204729026t^2 - \\ - 0,020419617t + 0,000607059;$$

$$e = -30,86800267t^4 + 22,46889867t^3 - 5,709358433t^2 + \\ + 0,542025043t + 0,015557737;$$

$$f = 298,9965507t^4 - 214,0780353t^3 + 51,88750258t^2 - \\ - 4,231567382t + 0,131264545;$$

$$g = 1310,26602t^4 - 828,578046t^3 + 172,3341098t^2 - \\ - 13,75420953t + 0,351628036;$$

$$x = \frac{f_3}{\pi'_r};$$

f_3 – эквивалентное ЭДУ за промежутков времени t_k

$$f_3 = \frac{S^{(2)}}{lt_k};$$

π'_r – комплекс начальных параметров провода, который является составной частью критерия их геометрического подобия

$$\pi'_r = \frac{T_0 f_0}{l^2}.$$

Для проверки точности аппроксимации кривых выполнено сопоставление для различных продолжительностей короткого замыкания, приведенных на рисунке 2.

Вывод

Получена интерполяционная формула аппроксимации обобщенных зависимостей параметров электродинамической стойкости от динамического критерия подобия, погрешность которой не превышает 0,5 %. Разработан алгоритм в программе Excel построения кривой в зависимости для различных продолжительностей короткого замыкания. Наиболее точное совпадение результатов расчета по полученной формуле и численным методом имеет место для наиболее вероятной продолжительности короткого замыкания равной, 0,1–0,2 с.

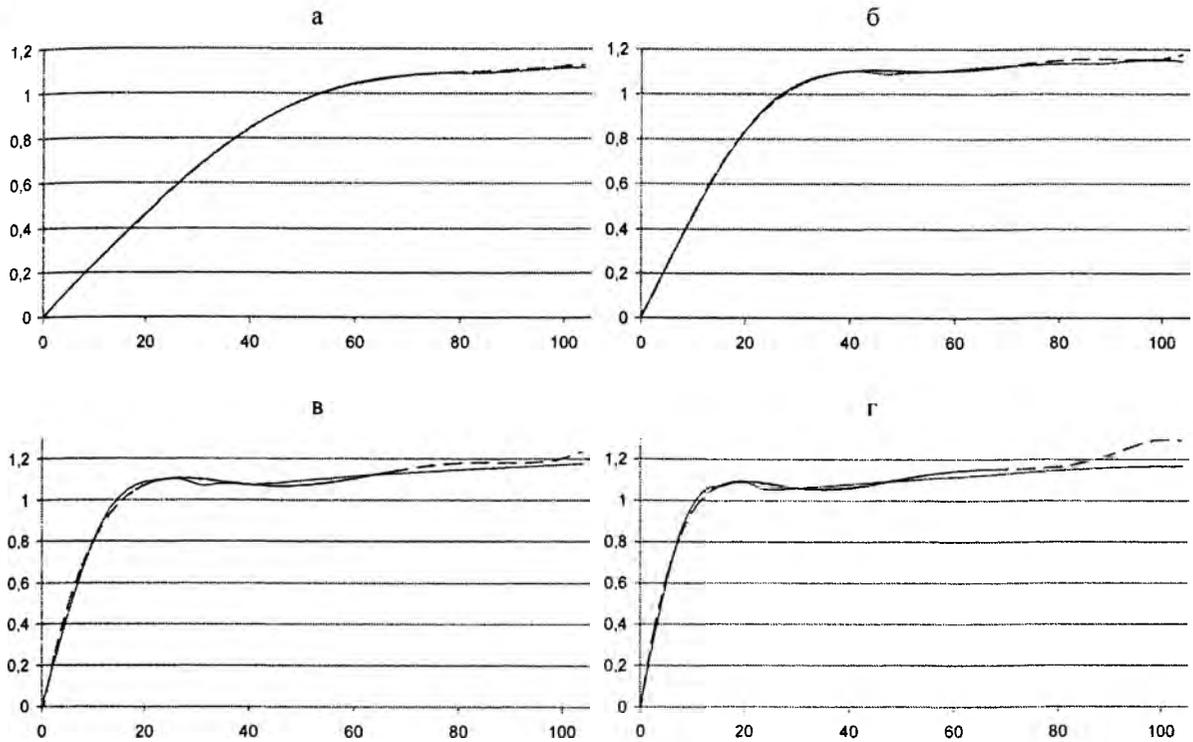


Рисунок 2. Сравнение результатов расчета по полученной формуле и численным методом: а – $t_k = 0,05$ с; б – $t_k = 0,10$ с; в – $t_k = 0,20$ с; г – $t_k = 0,30$ с:
 — истинная кривая; - - - - расчетная

Литература

1. Сергей, И.И., Пономаренко, Е.Г. Обобщение численных решений уравнений движения проводов при коротком замыкании с помощью критерия подобия // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2006. – № 2. – С. 13–19.

УДК 621.315

ВЫСОКОВОЛЬТНАЯ КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА

Карп А.Е., Шишко С.В.

Научный руководитель – ПОНОМАРЕНКО Е.Г.

Темой проведенной исследовательской работы стал обзор современных коммутационных аппаратов. В результате была создана база данных в приложении Microsoft Office, MS Access, расширяющая инструментарий инженера-проектировщика и упрощающая процесс выбора высоковольтных выключателей.

Информация в базе данных во многом организована аналогично таблице высоковольтных выключателей из [1].

Некоторые трудности в организации информации возникли из-за того, что на сегодняшний день значительная часть высоковольтных выключателей, предлагаемых для установки на местах, производится за рубежом или филиалами зарубежных фирм, что предполагает использование стандартов МЭК взамен более привычного стандарта ГОСТ. Так, например, номинальные напряжения высоковольтных выключателей, производимых фирмой АВВ, не соответствуют номинальным классам напряжения, принятым в республике Беларусь.