

УДК 621.3.022

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТОВ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ ТК315

Базыльчик В.С., Башаркевич Я.В., Зарихта К.С.

Научный руководитель – доцент БОБКО Н.Н.

В энергетических системах различают нормальный и ненормальный режимы работы. Ненормальные режимы работы вызваны преимущественно короткими замыканиями (КЗ). В электрической системе совпадают моменты выработки и потребления электрической энергии. При нормальном режиме существует баланс между потребляемой и производимой энергиями. Нормальный режим электрической системы характеризуется неизменностью параметров системы или медленным их изменением. Параметры энергосистем такие как: мощность, напряжение, ток, лежат в диапазоне заранее заданных значений. Отклонение от нормального режима связано с ухудшением качества энергии и с большими экономическими потерями. С резким изменением заданных параметров связаны аварийные режимы работы, их причиной, как правило, являются короткие замыкания (КЗ).

Короткое замыкание – это всякое непредусмотренное нормальными условиями работы замыкание между фазами, а в системах с заземленными нейтралями (четырёхпроводных) так же замыкание одной или несколько фаз на землю (или на нулевой провод). В системе с незаземленной нейтралью или с нейтралями заземленными через компенсирующее устройство, замыкание одной из фаз на землю называется простым замыканием. При этом повреждение прохождение тока обусловлено главным образом емкостью фаз относительно земли.

При возникновении короткого замыкания в электрической системе сопротивление цепи уменьшается (степень уменьшения сопротивления зависит от положения точки КЗ в системе), что приводит к увеличению токов в отдельных ветвях системы по сравнению с токами нормального режима. В свою очередь это вызывает снижение напряжений в системе, которое особенно велико вблизи места КЗ.

Надежный способ ликвидации аварии, это отключение поврежденного участка от электрической системы. Отключение происходит с помощью высоковольтных выключателей, которые срабатывают с помощью устройств релейной защиты и автоматики.

Виды коротких замыканий:

– трехфазное КЗ – является симметричным, так как сопротивления в трех фазах короткозамкнутой цепи будут одинаковыми. Трехфазное КЗ, как правило, является самым тяжелым видом короткого замыкания.

– двухфазное короткое замыкание – является несимметричным КЗ. Возникает между двумя фазами сети

– однофазное короткое замыкание - может происходить в сети с глухо-заземленной нейтралью (сети до 1 кВ) и с эффективно-заземленной нейтралью (сети 110 кВ и выше), когда один из проводов замкнут на землю.

– двухфазное КЗ на землю – это замыкание, когда два провода соединены между собой и замкнуты на землю.

Виды повреждения, которые сопровождаются многократной несимметрией (замыкание различных фаз в различных точках одновременно) называются сложными видами повреждений.

Основной причиной возникновения КЗ является нарушение изоляции линий, электрических аппаратов и др. электрооборудования.

Расчеты несимметричных КЗ, как и расчеты других несимметричных режимов выполняются при помощи метода симметричных составляющих, в соответствии с которым любую n -фазную систему несимметричных векторов можно разложить на n -симметричных n -фазных систем. Соответственно трехфазную систему несимметричных векторов можно разложить на три симметричные трехфазные системы, которые называются: система прямой последовательности (СПП), система обратной последовательности (СОП), система нулевой

последовательности (СНП). Считается, что токи и напряжения разных последовательностей не взаимодействуют между собой, а каждый элемент цепи имеет разные сопротивления прямой, обратной и нулевой последовательности. Системы параметров прямой и обратной последовательности являются уравновешенными, система нулевой последовательности – симметричная, но неуравновешенная. Нормальный режим работы энергосистемы и режим трехфазного КЗ являются симметричными; в этих режимах под действием симметричной трехфазной электродвижущей силы (ЭДС) по схеме протекают только токи прямой последовательности. В несимметричном режиме в месте несимметрии возникают токи и напряжения обратной и нулевой последовательностей, но физически единственным источником этих параметров является только ЭДС прямой последовательности, которая создается в генераторах благодаря току возбуждения и вращению ротора.

При расчете параметров несимметричных КЗ (двухфазных, однофазных, двухфазных на землю) пользуются правилом эквивалентности прямой последовательности: ток прямой последовательности при любом несимметричном КЗ можно определить, как ток при трехфазном КЗ в узле, отдаленном от настоящего узла КЗ на некоторое дополнительное сопротивление $x(n)$, которое зависит от результирующих сопротивлений обратной и нулевой последовательности схемы относительно узла КЗ.

Таким образом, расчет параметров несимметричного КЗ в заданном узле трехфазной электросистемы выполняется в следующем порядке:

Строятся схемы замещения прямой, обратной и нулевой последовательности, исполняется свертка этих схем к заданному узлу КЗ и рассчитываются результирующие ЭДС E , результирующие сопротивления x_1 , x_2 , x_0 относительно узла КЗ и по формуле токи прямой последовательности для разных видов несимметричных КЗ, а по вышеуказанной формуле рассчитывается полный ток в месте несимметричного КЗ. По формулам для симметричных составляющих ток КЗ рассчитываются симметричные составляющие токов в узле КЗ.

Расчет режимов коротких замыканий значительно проще рассчитывать на ЭВМ, так как она позволяет рассчитать токи с заданным параметром приближения. Одной из таких программ является программа ТКЗ15.

Программа ТКЗ для расчета токов несимметричных КЗ ориентирована на учебный процесс и предназначена для расчета токов КЗ при выполнении курсовых и дипломных работ. Программа дает возможность рассчитать полное значение периодической составляющей сверхпереходного тока трехфазного, двухфазного, однофазного и двухфазного на землю КЗ, симметричные составляющие этого тока и распределение их по ветвям схемы. Нагрузки и активные сопротивления не учитываются. Сопротивления ветвей СПП, СОП, СНП должны быть представлены в относительных единицах. Узлы СПП с нулевым потенциалом (нейтрали генераторов) обязательно должны иметь номер ноль. Остальные узлы СПП нумеруются целыми числами в возрастающем порядке. Один и тот же узел в СПП, СОП и СНП должен иметь одинаковый номер. Сопротивления элементов СОП приняты равными сопротивлениям СПП, потому СОП во входных данных не описывается.

Программа включает в себя главную программу ТКЗ и подпрограмму ZHORTKA. Текст программы ТКЗ обеспечен комментариями, которые дают возможность понять реализацию алгоритмов, порядок создания файла исходных данных и расшифровки файла результатов.

Литература

- 1 Веников, В.А. Переходные электромеханические процессы в электрических системах / В.А. Веников. – 2-е изд. – М. : Высшая школа, 1985. – 536 с.
- 2 Математические задачи энергетики : учеб.-метод. пособие : в 8 ч. / БНТУ ; авт.-сост. Н.Н. Бобко. – Минск ; БНТУ, 2000. – Ч. 4 : Программа для расчета токов короткого замыкания ТКЗ. – 34 с.