***Гольдштейн В.Г., Кудрявцев А.С., Фатеева К.С.***

***(СамГТУ, г. Самара)***

**РАСЧЕТ РЕЖИМОВ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В УЗЛАХ И ПРИ ИХ ПЕРЕМЕЩЕНИИ ПО ВЕТВЯМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ**

В практических расчетах условий работы устройств релейной защиты и автоматики одной часто встречающихся задач является расчет токов коротких замыканий (КЗ), когда их расчетными точками являются конкретные узловые точки эквивалентной схемы замещения сети (СЗС), а также при искусственном перемещении вдоль протяженной линии электропередачи, то есть при движении по конкретной ветви.

В качестве математического описания режимов КЗ обычно используются уравнения узловых напряжений $\dot{Y\_{y}}∙\dot{U\_{y}}=\dot{J\_{y}}$ [1], где $\dot{Y\_{y}}$ комплексные матрицы узловых проводимостей, $\dot{U\_{y}}$, вектора-столбцы неизвестных узловых напряжений и $\dot{J\_{y}}$- узловых задающих токов [1].

Матрица $\dot{Y\_{y}}$ слабо заполнена, т. е. имеет большое число нулевых элементов [2, 3]. Для работы только с ненулевыми элементами и минимизации появления новых ненулевых элементов, используется, так называемое *LU* разложение, для симметричных вещественных матриц по Холецкому и симметричных комплексных - по Гауссу [1].

Методы, основаны на идее представления основной матрицы $\dot{A}$ системы линейных алгебраических уравнений $\dot{A}∙\dot{C}=\dot{B}$. С учетом симметрии матрицы $\dot{Y\_{y}}$, имеющей выше обобщенное название $\dot{A}$, можно получить это представление в виде $\dot{L}∙\dot{L\_{m}}∙\dot{C}=\dot{B}$.

где $\dot{L}$ – треугольная матрица; $\dot{L\_{m}}$ – транспонированная матрица.

Обратим внимание на то, что после выполнения разложения (определение элементов матрицы $\dot{L}$), решение системы можно заменить последовательным решением двух треугольных систем

$\dot{L}∙\dot{U}=\dot{B } \dot{L}\_{m}∙\dot{C}=\dot{U}$ , (1)

которое с учетом треугольности матриц выполняется минимальным числом арифметических операций, достигающим при учете слабого заполнения матриц *~*4·*М* комплексных арифметических операций или с учетом увеличения количества вещественных операций, эквивалентных комплексным, ~(12-13)·*М*, где *М* - число ненулевых элементов в матрицах $\dot{L}$ и $\dot{U}$. Это же число операций потребуется при любом последующем решении системы (3.2.3) при разложении *LU*, если будет изменен вектор правых частей $\dot{B}$.

Рассмотрим методику расчета режимов КЗ в узлах и на ветвях линиях электропередачи в рамках и принципа наложения [2] аварийного режима на предшествующий доаварийный [1].

Случай КЗ в произвольном узле СЗС можно считать тривиальным, поскольку в аварийном режиме в этот узел включается искусственный единичный источник тока. Далее задается вектор правых частей $\dot{B}$, в котором все элементы равны 0, кроме элемента с номером *к* узла КЗ и решается система (1).

После этого определяется *Кп* - коэффициент перехода от парциального режима с единичным источником тока к расчетному аварийному.

Умножая теперь все узловые напряжения на коэффициент *Кп*, накладываем их с обратным знаком на напряжения доаварийного режима для получения узловых напряжений, а затем по закону Ома и токов ветвей в режиме КЗ в *к* узловой точке. При этом по определению, как граничное условие, в этой точке узловое напряжение будет равно нулю.

Выводы

1. Предложена методика многовариантного расчета КЗ в электрических сетях с неизменной матрицей узловых проводимостей при повреждениях в любых узлах и в любых точках линий электропередачи.
2. При искусственном перемещении точки КЗ вдоль протяженной линии электропередачи в рамках предложенной методики нет необходимости в формальном вводе дополнительного узла, как фиксированного топологического элемента СЗС.
3. Используется общепринятый метод треугольного разложения матрицы основной системы уравнений опорного режима электрической сети.
4. Этап подготовки - треугольное разложение производится один раз для неограниченного количества рассчитываемых режимов КЗ.
5. Метод распространяется на симметричные и несимметричные КЗ.

**Библиографический список**

1. Ульянов С.А. Электромагнитные переходные процессы. -М., Энергия,1970. 520 с. с илл.
2. Теоретические основы электротехники. В 3-х т. Учебник для вузов. Том 1/ К.С. Демирчян, Л.Р. Нейман, Н.В. Коровкин, В.Л. Чечурин. – Спб.: ПИТЕР, 2006. – 576 с.
3. Дудиков Ю.С. Методика расчета подрежимов коротких замыканий с неизменной матрицей узловых проводимостей / Ю.С. Дудиков // Изв. вузов. Электромеханика. – 2007. - №6. – С.83-87.