

УДК

Модификация программы *TKZdo1kV* для расчета токов короткого замыкания в сетях до 1 кВ

Мельянчук А.А., Горячко М.Г.

Научный руководитель – доцент БОБКО Н.Н.

Назначение программы

Программа *TKZdo1kV* предназначена для расчета токов короткого замыкания (КЗ) в схемах собственных нужд электрических станций и подстанций напряжением до 1 кВ. Программа применяется в операционной среде Windows XP с SP2 и выше и с Microsoft Office 2002 и выше. Программа обеспечивает расчет токов КЗ в соответствии с требованиями:

– ГОСТ 28249-93 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета в электроустановках переменного тока напряжением до 1 кВ.

– ГОСТ 30323-95 Короткие замыкания в электроустановках. Методы расчета электродинамического и термического действия тока короткого замыкания.

Алгоритм расчета токов короткого замыкания

Исходя из требований к расчету токов КЗ, изложенных в стандартах, можно выделить особенности, которыми должны обладать алгоритмы расчета тока КЗ:

– учет активных сопротивлений элементов схемы замещения;
– учет дуги в месте повреждения для расчета минимальных значений токов короткого замыкания;

– учет подпитки места КЗ от асинхронных электродвигателей (АД);

– учет термического эффекта тока КЗ.

Требования стандартов учтены в алгоритме разработанной компьютерной программы *TKZdo1kV*.

Все параметры схемы замещения и все параметры режима КЗ представляются в комплексной форме.

Исходная информация для расчетного алгоритма

Формирование расчетной схемы энергосистемы в графической форме и задание параметров ее элементов выполняется оператором на экране дисплея. Одновременно программой производится формирование схемы замещения, расчет ее параметров и формирование файла исходных данных для расчета. Автоматическое формирование схемы замещения позволяет избежать ошибок, возникающих при ручном составлении схемы замещения.

Алгоритм расчета тока КЗ в месте повреждения и токов КЗ в ветвях схемы

В разработанной программе *TKZdo1kV* для расчета тока КЗ в месте повреждения и для расчета токов КЗ в ветвях схемы использован универсальный алгоритм расчета режима на основе преобразования многолучевых звезд в полные многоугольники. Этот алгоритм используется в компьютерных программах для расчета нормальных и аварийных режимов энергосистем.

Алгоритм основан на решении системы узловых уравнений методом Гаусса. Формулы преобразования имеет простой вид для случая, когда ветви представлены своими проводимостями и токами источников тока.

Программа также проводит расчет токов несимметричных КЗ, расчет токов дуговых КЗ путем умножения тока металлического КЗ на коэффициент снижения тока дугового КЗ, расчет периодической составляющей тока КЗ от АД, расчет термического действия тока КЗ.

Модификация программы TKZdo1kV.

Для модификации программы TKZdo1kV и использования ее для расчета токов короткого замыкания в любых сетях до 1 кВ необходимо в алгоритм программы внести следующие дополнения:

- учет воздушных линий до 1 кВ;
- учет влияния дуги путем введения переходного сопротивления дуги в схему замещения;
- учет синхронных электродвигателей при расчете токов КЗ;
- учет комплексной нагрузки при расчетах токов короткого замыкания.

Также необходимо внести соответствующие изменения в интерфейс программы.
Учет синхронных электродвигателей при расчете токов КЗ

При расчете начального значения периодической составляющей тока КЗ синхронные электродвигатели следует учитывать сверхпереходным сопротивлением по продольной оси ротора (X_d''), а при определении постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ – индуктивным сопротивлением для токов обратной последовательности X_2 и активным сопротивлением обмотки статора $R_{сд}$. При приближенных расчетах допустимо принимать

$$X_{d\text{ ном}}'' = 0,15; X_2 = X_d''; R_{сд} = 0,15X_d''.$$

Ударный ток трехфазного КЗ от синхронного электродвигателя следует рассчитывать так же, как и от автономного источника.

Точный расчет действующего значения периодической составляющей тока КЗ от электродвигателей в произвольный момент времени выполняют путем решения соответствующей системы дифференциальных уравнений переходных процессов и выделения периодической составляющей тока. При приближенных расчетах этой составляющей тока КЗ в радиальной схеме используют типовые кривые.

Учет комплексной нагрузки при расчетах токов короткого замыкания

В состав комплексной нагрузки могут входить асинхронные и синхронные электродвигатели, преобразователи, электротермические установки, конденсаторные батареи, лампы накаливания и газоразрядные источники света. Значения модулей полных сопротивлений $Z_{1нг}$, $Z_{2нг}$ и $Z_{0нг}$, а также эквивалентной сверхпереходной ЭДС комплексной нагрузки $E_{нг}''$ в относительных единицах при отсутствии других, более полных данных, могут быть определены по кривым зависимости параметров комплексной нагрузки от ее состава. Метод учета комплексной нагрузки зависит от характера исходной схемы замещения комплексной нагрузки (рисунок 1) и положения расчетной точки КЗ.

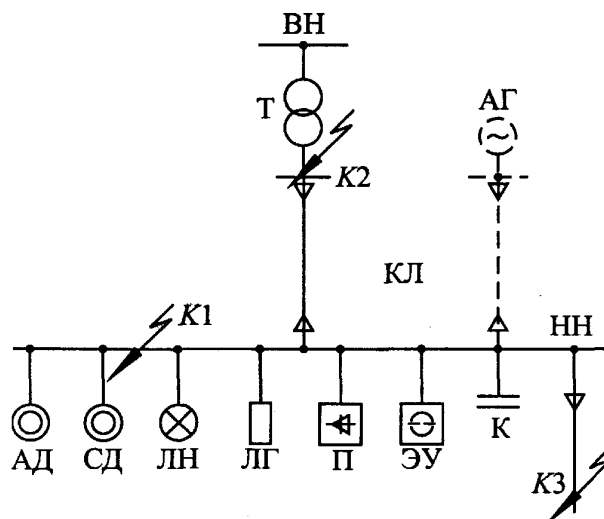


Рис. 1. Типовая расчетная схема узла комплексной нагрузки

Учет воздушных линий до 1 кВ

Активные сопротивления прямой последовательности воздушных линий электропередачи, выполненных медными или алюминиевыми проводами, взятые из методических указаний по расчету токов короткого замыкания в сети напряжением до 1 кВ.

Индуктивные сопротивления прямой последовательности воздушных линий, выполненных медными и алюминиевыми проводами, взятые также из методических указаний. Индуктивные сопротивления даются в зависимости от среднегеометрического расстояния между проводами фаз, которое определяется конструкцией воздушной линии.

Активные и индуктивные сопротивления обратной последовательности воздушных линий принимаются равными активным и индуктивным сопротивлениям прямой последовательности.

Активные и индуктивные сопротивления нулевой последовательности воздушных линий напряжением 0,4 кВ зависят от конструкции линии, наличия и количества повторных заземлений на ней, конструкции устройств повторных заземлений и климатической зоны, в которой находится воздушная линия.

Учет влияния дуги путем введения переходного сопротивления дуги в схему замещения

Учет электрической дуги в месте КЗ рекомендуется производить введением в расчетную схему активного сопротивления дуги R_d , которое определяется на базе вероятностных характеристик влияния устойчивой (непогасающей) дуги на ток КЗ.