УДК 621.316.974

А.А. МИНЧЕНКО, канд. техн. наук, В.И. ГУЛЬ, канд. техн. наук, С.К. БЕРЕЗКА

ПРОГРАММА РАСЧЕТА НАПРЯЖЕНИЯ ПРИКОСНОВЕНИЯ ПРИ РАБОТАХ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ В ЗОНАХ ДЕЙСТВИЯ НАВЕДЕННОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Розлянуто основні принципи, покладені у розроблену програму визначеня напруги дотику при роботах на вимкненій повітряній лінії електрпередачі в зонах дії наведеної напруги.

Обеспечение безопасности линейного персонала при работах на отключенной воздушной линии электропередачи (ВЛ) в зонах действия наведенного напряжения требует в первую очередь достоверной информации о расчетном значении напряжения прикосновения для произвольного варианта указанных работ, т.к. именно этот параметр используется в действующих нормах по электробезопасности. Практически единственным способом получения расчетных значений напряжения прикосновения вследствие наведенного напряжения при однофазном сквозном КЗ влияющей ВЛ в условиях действующей электрической сети является расчет. На протяжении ряда лет [1,2] в ХГПУ (ХПИ) выполнялась разработка алгоритма и программы определения наибольшего ожидаемого значения наведенного потенциала в отдельных точках по длине отключенной (пассивной - ПЛ) ВЛ из-за электромагнитного влияния близко трассируемых (активных - АЛ) ВЛ и напряжения прикосновения на многократных местах работ (МР) в наиболее полной постановке этой задачи. Основные принципы заложенные в алгоритм следующие.

Вся трасса прохождения ПЛ представляется участками деления (УД), которые ограничиваются местами изменения конструктивных и электрических параметров ПЛ и влияющих АЛ, а также МР на отключенной линии (см. рис.1).

Исходная информация для ПЛ включает длины УД, типы опор, транспозиции, режим заземления грозозащитного троса, размещение МР вдоль линии и по фазам ПЛ, расчетные значения сопротивления заземляющих устройств (ЗУ) МР. Исходная информация по АЛ включает: типы опор, расстояния (по осям) каждой из АЛ от ПЛ, расчетные токи (комплексные величины) нормального и аварийного режимов АЛ.

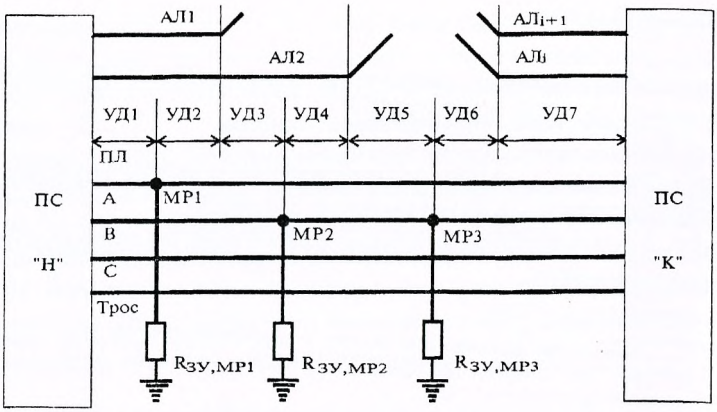

Рис. 1. Ситуационный план взаиморасположения ПЛ и АЛ

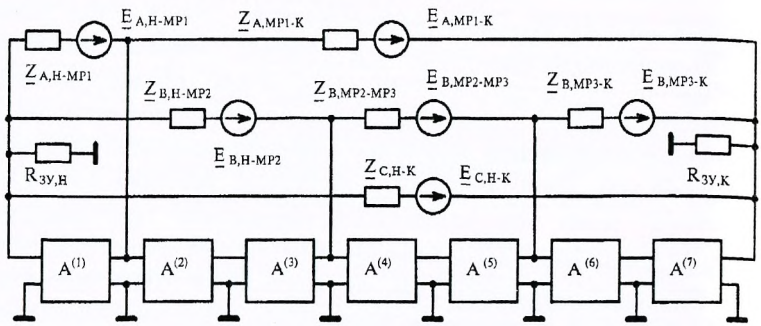

Рис. 2. Схема замещения

На УД ПЛ с заземленным грозозащитным тросом система "трос-опоры" представляется обобщенным активным четырехполюсником $A^{(1)}$, полученным как цепочечное соединение из n активных четырехполюсников, соответствующих числу пролетов участка ПЛ, число узлов схемы при этом резко сокращается. Схема замещения применительно к ситуационному плану (см. рис. 1) в случае заземления троса по всей длине имеет вид, показанный на рис.2. Для анализа многоконтурной схемы (см. рис.2) использован метод узловых уравнений :

$$\left[\underline{Y}^{(y)}\right]\left[\underline{\varphi}\right]=\left[\underline{J}^{(y)}\right] \quad , \qquad (1)$$

где $\left[\underline{Y}^{(y)}\right]$ - матрица узловых проводимостей;

$\left[\underline{\varphi}\right]$ - искомая матрица потенциалов узлов многоконтурной схемы;

$\left[\underline{J}^{(y)}\right]$ - матрица узловых токов.

Система линейных алгебраических уравнений (1) решается методом Гаусса. В уравнении (1) матрица узловых проводимостей $\left[\underline{Y}^{(y)}\right]$ не учитывает в явном виде взаимоиндукцию проводов фаз ПЛ. Поэтому составляется матрица сопротивлений ветвей расчетной схемы $\left[\underline{Z}^{(B)}\right]$, элементами главной диагонали которой являются комплексные сопротивления всех ветвей, а элементы вне главной диагонали - комплексные сопротивления индуктивной связи соответствующих ветвей. Далее производится преобразование матрицы $\left[\underline{Z}^{(B)}\right]$ в матрицу узловых проводимостей $\left[\underline{Y}^{(y)}\right]$.

На основе матрицы потенциалов $\left[\underline{\varphi}\right]$ производится расчет напряжения прикосновения в МР для распространенных систем естественных заземлителей опор ПЛ в однородном грунте (МР у опор), а также искусственных заземлителей для МР в середине пролета ПЛ.

При необходимости дополнительного учета электрического влияния ВЛ, в частности, для расчетного случая определения параметров электробезопасности при работах на проводах одной из цепей двухцепной ВЛ в нормальном режиме другой цепи линии, рассматривается раздельное решение электрического и электромагнитного влияния.

Описанный выше алгоритм реализован в ХГПУ в виде программы "Элина". Программа позволяет хранить информацию по ВЛ электрической сети в форме базы данных, вследствие чего расчет по отличающимся вариантам конкретной ВЛ не требует дополнительной подготовки исходной информации. Надежность расчетов по программе целесообразно оценивать в сопоставлении с данными контрольного эксперимента.

Список литературы:

1.*Мінченко А.А., Гуль В.І., Гуцайло А.Ю.* Алгоритм визначеня наведеного потенціялу в окремих місцях вздовж вимкненої ПЛ внаслідок електромагнетного впливу близько трасованих ПЛ // Тези. 1-а Міжнародна н.-техн. конфер. "Математичне моделювання в електротехніці й електроенергетиці", Україна, Львів, 1995. - С.255-256. 2.*Березка С.К., Минченко А.А, Гуль В.И.* Усовершенствованный алгоритм определения наведенного потенциала в отдельных точках по длине отключенной воздушной линии электропередачи // Тез. докл. пятой Украинской н.-техн. конфер. "Устройства преобразования информации для контроля и управления в энергетике", Харьков, 1996.- С.50-52.

Поступила в редколлегию 17.06.98.