

Т.Г. Поспелова, Е.Г. Поспелов, Ю.С. Петруша  
 К ОЦЕНКЕ ПОТЕРЬ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В  
 ПРОТЯЖЕННЫХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧАХ

Задача определения потерь активной мощности в протяженных электропередачах переменного тока имеет ряд особенностей вследствие распределенности параметров однородных участков линии, значительных емкостных токов, коронирования проводов. Специфика оценки потерь мощности в протяженных линиях усугубляется регулированием в них режима реактивной мощности с помощью компенсирующих устройств и нерегулярностью активных перетоков по межсистемным связям.

Большинство известных методик по определению потерь активной мощности использует детерминированный подход. Все они по существу представляют собой разновидности и модификации двух наиболее общих, известных методов [1, 2]. Первый из них базируется на уравнениях, выражающих зависимость в начале и конце электропередачи от обобщенных постоянных эквивалентного трехполюсника и угла сдвига векторов напряжений на передающих и на приемных шинах. Согласно этому методу потери мощности в протяженной линии электропередачи определяются [3]

$$\Delta P = \frac{1}{B} \left[ U_1^2 D \sin \alpha_{11} + U_2^2 A \sin \alpha_{22} - 2U_1 U_2 \sin \alpha_{12} \right. \\ \left. \times \cos \theta_{12} \right]. \quad (1)$$

Здесь и далее приняты обозначения в соответствии с [1, 2].

Второй метод в отличие от первого дает расчетное выражение потерь активной мощности [1]

$$\Delta P = \operatorname{Re}(A\hat{C})U_2^2 + \operatorname{Re} \left[ B\hat{D} \frac{P_2^2}{U_2^2} + (A\hat{D} + B\hat{C} - 1)P_2 \right] + \\ + \operatorname{Re} \left[ B\hat{D} \frac{Q_2^2}{U_2^2} + j(A\hat{D} - B\hat{C})Q_2 \right] \quad (2)$$

в виде суммы трех составляющих: потерь, не зависящих от передаваемой мощности, -- потерь холостого режима; потерь, зависящих от активной мощности передачи, и потерь от перетоков реактивной мощности или [2]

$$\Delta P = (A' C' + A'' C'') U_2^2 + (B' D' + B'' D'') I_2^2 + 2(A'' D'' + B' C') P_2 + 2(A'' D' - B' C'') Q_2 \quad (3)$$

в виде следующих слагающих: потерь холостого режима; потерь, прямо пропорциональных квадрату нагрузки и потерь пропорциональных первой степени нагрузки.

Следовательно, этот метод дает возможность исследования структуры потерь мощности в протяженной электропередаче, что весьма важно для оптимизации ее режимов и изыскания мер по уменьшению потерь мощности и энергии.

Рассматриваемый метод заслуживает внимания и по иным соображениям. К настоящему времени определилась тенденция к вероятностной оценке потерь активной мощности в протяженных электропередачах. Появились первые попытки в этом направлении. Однако, по нашему мнению, целесообразно ориентироваться на разумное сочетание детерминированного и вероятностного подходов.

Предположим, что допустимый режим напряжений вдоль линии обеспечен устройствами компенсации. Активную мощность в конце электропередачи  $P_2$  представим как сумму составляющей  $P_{2_0}$ , определяемой графиком нагрузки, и математического ожидания независимой случайной величины  $M[P_2^1]$ , вызванной нерегулярным активным перетоком по линии. Тогда значение реактивной мощности  $Q_2$  определится суммой составляющей  $Q_{2_0}$ , взятой по графику реактивной мощности, и математического ожидания  $M[Q_2^1]$  функции случайной величины  $Q_2^1 = \varphi(P_2^1)$ . Зная плотность распределения  $f(P_2^1)$  аргумента, можно найти математическое ожидание его функции

$$M[Q_2^1] = \int \varphi(P_2^1) f(P_2^1) dP_2^1. \quad (4)$$

Для определения соотношения детерминированного и вероятностного подходов при оценке потерь мощности в электропередаче обратимся к формулам (2) и (3). Потери мощности, обусловленные составляющими  $P_{2_0}$  и  $Q_{2_0}$ , а также потери хо-

лостого режима, очевидно, следует рассчитывать по выражениям соответствующих слагаемых этих формул. Определение потерь, обусловленных случайными составляющими нагрузки  $P_2'$  и  $Q_2'$ , требует вероятностного подхода и вполне возможно на основе известных теорем о числовых характеристиках функций. Действительно, как видно из формулы (3), случайные составляющие потерь активной мощности представляют собой линейную и квадратичную функции случайных аргументов  $P_2'$ ,  $Q_2'$ .

#### Л и т е р а т у р а

1. Электрические системы, т. 3. Под ред. В.А. Веникова, М., 1972. 2. Поспелов Г.Е. Элементы технико-экономических расчетов систем электропередач. Минск, 1967. 3. Поспелов Е.Г. Обобщенный метод определения потерь энергии в линиях электропередачи. -- В сб.: Механизация и электрификация сельского хозяйства. Вып. 19. Минск, 1976.

С.К. Гурский, В.П. Керного

#### ОПЕРАТИВНОЕ ОТОБРАЖЕНИЕ СОСТОЯНИЯ ОСНОВНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ ДЛЯ РАСЧЕТОВ ПОТОКОРАСПРЕДЕЛЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ МАТРИЦЫ КОЭФФИЦИЕНТОВ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ

Для организации приближенного ускоренного расчета потокораспределения наиболее целесообразно использовать метод коэффициентов распределения. Преимуществами этого метода, помимо простоты учета переменной режимной информации -- величин нагрузок узлов и коэффициентов трансформации регулируемых трансформаторов, -- являются также легкость формирования матрицы коэффициентов распределения  $\dot{C}$  с помощью специального метода наращивания и возможность ее быстрого пересчета при всех видах частичных изменений в схеме коммутации электрической сети. Соответствующие алгоритмы предлагаются в настоящей статье. Тем самым обеспечивается принципиальная возможность оперативного отображения режима основной электрической сети.

Выведем формулу, позволяющую произвести пересчет матрицы коэффициентов распределения при включении новой ветви между любой парой узлов. На этой формуле основывается пред-