

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Ս. Ա. ՄԱՏԵՎՈՍՅԱՆ, Լ. Ա. ՕՏԱՐՅԱՆ, Դ. Լ. ԲԵԺՅԱՆՅԱՆ

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА УДЕЛЬНЫХ ПРИРОСТОВ
 ПОТЕРЬ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Решение задачи экономического распределения активных нагрузок между станциями энергосистемы с учетом потерь электрической энергии в линиях электропередач связано с определением удельных приростов потерь активной мощности.

В специализированных вычислительных машинах (СВМ) для экономического распределения нагрузок в энергосистеме [1, 2] вычисление удельных приростов потерь осуществляется с помощью моделей сетей постоянного тока, включенных в конструкцию СВМ. Такое сопряжение в значительной степени усложняет конструкцию машины, делает ее менее надежной. Представляет интерес расчет удельных приростов потерь на основе коэффициентов потерь [3]. Конструкция блока вычисления удельных приростов потерь в СВМ при этом несколько упрощается. Однако, при изменениях в сети электрической системы необходимо каждый раз вычислять и вводить в машину новые значения коэффициентов потерь.

В настоящей статье рассматриваются вопросы построения специализированного вычислительного устройства, предназначенного для оперативного расчета коэффициентов потерь, используемого в качестве отдельной приставки к СВМ. Рассматриваемый способ вычисления позволяет определять значения коэффициентов потерь независимо от работы СВМ и делает конструкцию СВМ более универсальной.

Уравнения, положенные в основу построения приставки к СВМ [3], следующие:

$$\alpha_i = 2x_i \sum_{j=1}^n B_{ij} P_j; \quad (1)$$

$$B_{ij} = B_{ji} \beta_{ij}; \quad (2)$$

$$B_{ij} = \frac{r_{ij}}{U_i U_j}. \quad (3)$$

$$\beta_{ij} = (1 + \operatorname{tg} \varphi_i \operatorname{tg} \varphi_j) \cos \varphi_{ij} + (\operatorname{tg} \varphi_j - \operatorname{tg} \varphi_i) \sin \varphi_{ij}; \quad (4)$$

$$\alpha_i = \left(\sum_{j=1}^n B_{ij} P_j \right); \left(\sum_{j=1}^n B_{ij} P_j \right), \quad (5)$$

где α_i — удельный прирост потерь активной мощности;

P_j — активная мощность, вырабатываемая j -ой станцией;

B_{ij} — коэффициент потерь активной мощности;

r_{ij} — взаимное (или собственное при $i=j$) активное сопротивление между узловыми точками i и j электрической сети;

U_i, U_j — напряжения в узловых точках сети;

φ_{ij} — разность фаз между напряжениями U_i, U_j ;

φ_i — угол сдвига фаз между напряжением и током в i -ой узловой точке;

τ_i — коэффициент, учитывающий влияние нагрузок энергосистемы

g — число станций системы;

n — число станций и нагрузочных узлов энергосистемы.

Таким образом, при расчете удельных приростов потерь с помощью формул (1) и (2) учитываются сдвиги фаз между напряжениями и токами в сети энергосистемы.

Согласно [3], а также выполненных нами исследований с помощью СВМ, некоторые результаты которых приведены в настоящей статье, при расчете коэффициентов потерь активной мощности существенное значение имеет учет значений β_{ij} .

При создании специализированного вычислительного устройства, предназначенного для оперативного расчета коэффициентов потерь B_{ij} , можно принять значения β_{ij} и τ_i постоянными, заведомо вычисленными для определенной группы режимов. Кроме того, в практических расчетах принимают значения напряжений U_i и U_j равными U_{cp} [2].

Таким образом, задача вычисления B_{ij} сводится, в основном, к определению собственных и взаимных сопротивлений r_{ij} между узловыми точками моделирующего устройства сети, с последующим умножением их согласно (2) и (3) на коэффициенты вида β_{ij}/U_{cp}^2 . Исходя из вышеизложенного, для вычисления коэффициентов β_{ij} можно построить аналоговое устройство, включающее в себя: моделирующее устройство сети постоянного тока, которое соответствует эквивалентной схеме сети исследуемой энергосистемы; источник единичного тока; вычислительный блок для умножения на коэффициенты β_{ij}/U_{cp}^2 .

При подключении источника единичного тока в цепь j -ой узловой точки моделирующего устройства электрической сети на i -ой узловой точке появится напряжение, пропорциональное по величине сопротивлению r_{ij} . Таким образом, путем поочередного включения источника единичного тока в каждый из внешних контуров моделирующего устройства, можно установить все значения r_{ij} формулы (3), пропорциональные напряжениям соответствующих узлов. Подавая поочередно эти напряжения на вход вычислительного блока, предназначенного для умножения на коэффициент

Таблица 2

Матрица коэффициентов $B_{ij} \times 10^4 \text{ ом} \cdot \text{км}^2$

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	9,42	7,17	5,27	2,89	2,99	2,97	2,37	0
3	0	7,11	207,42	28,97	10,26	10,23	10,49	7,94	0
4	0	5,27	28,97	44,40	13,14	11,45	11,40	9,16	0
5	0	2,89	10,26	13,14	9,12	3,08	3,01	7,32	0
6	0	2,99	10,23	11,45	3,08	19,30	12,64	6,60	0
7	0	2,97	10,49	11,40	3,01	12,64	13,10	6,91	0
8	0	2,37	7,94	9,16	7,32	6,60	6,91	9,45	0
9	0	0	0	0	0	0	0	0	9,10

В табл. (2) приведены значения $B_{ij} \cdot 10^4$, полученные по формуле (2).

Из сравнения данных таблиц 1 и 2 видно, что при учете коэффициентов B_{ij} значение коэффициентов потерь B_{ij} могут существенно изменяться.

Описанная выше методика расчета коэффициентов потерь и удельных приростов потерь активной мощности была реализована в созданной в АрмНИИЭ МЭиЭ СССР специализированной вычислительной машине, предназначенной для экономического распределения активных нагрузок между станциями энергосистемы [4].

Вывод. При решении задачи экономического распределения нагрузок в энергосистеме с учетом потерь активной мощности в линиях электропередач с целью упрощения конструкции СВМ представляется целесообразным расчет удельных приростов потерь активной мощности производить по коэффициентам потерь, вычисление которых удобно осуществлять с помощью специализированного аналогового устройства, изготовленного в виде отдельной приставки к СВМ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ворпизнец Б. В., Гинзбург С. А., Шлимович В. Д. Схема, конструкция и эксплуатационные показатели вычислительной машины РЭР для ОДУЭС. Труды ВНИИЭ, вып. XVIII, изд. «Энергия», 1964.
2. Усов С. В., Павлов Г. М., Кинган В. В., Петрова С. С., Степанов Б. Н. Решение задачи наивыгоднейшего распределения нагрузок на машине «АНРАН-IV». «Электричество», 1964, № 2.
3. Адоцк Г. Т. Многополюсник. Изд. АН АрмССР, Ереван, 1965.
4. Матевосян П. А., Огарян Л. А. Аналоговая вычислительная машина для оперативного расчета экономического режима распределения нагрузок между станциями энергосистемы. «Промышленность Армении», 1971, № 1.
5. Адоцк Г. Т., Гамбуриан К. А., Мурадян С. Г. Об одной тестовой задаче расчета установившегося режима энергосистемы. «Электрические станции», 1971, № 12.