

В. С. ХАЧАТРЯН

К ВОПРОСУ ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ ПОТЕРЬ МОЩНОСТИ В ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЯХ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ

В существующих формулах потерь активной мощности в высоковольтных сетях фигурируют так называемые сетевые коэффициенты, или коэффициенты формулы потерь, число которых в общем случае зависит как от числа электрических станций, так и от числа нагрузочных подстанций [1—5]. С целью сокращения числа этих коэффициентов принимается ряд допущений, в том числе замена отдельных нагрузок суммарной нагрузкой системы. В случае такого допущения число сетевых коэффициентов оказывается зависящим только от числа электрических станций. При этом принимается, что каждый ток индивидуальной нагрузки является фиксированной долей тока суммарной нагрузки [6—8]. В [1] дана формула для расчета потерь с использованием наименьшего числа сетевых коэффициентов. Данное предположение [6—8] очень ограничивает применение формулы потерь и в некоторых случаях приводит к грубым ошибкам. Исследование этих коэффициентов показало, что они не являются постоянными и изменяются при изменении режима рассматриваемой энергосистемы [9].

Целью настоящей статьи является разработка такого подхода к построению формулы потерь, который предполагает непрерывный учет изменения мощности в нагрузочных узлах. Непрерывный учет изменения нагрузки при определении коэффициентов формулы потерь повышает точность и строгость формулы потерь.

Формула потерь активной мощности

Для вывода формулы потерь мощности в сетях наиболее удобным является представление схемы замещения системы в форме многополюсника, на входных зажимах которого действуют эквивалентные источники э.д.с. системы, а на выходных—эквивалентные нагрузки, как показано на рис. 1 [1].

После выбора базисного узла, энергосистема характеризуется следующим уравнением, записанным в матричной форме.

$$\vec{U} = \vec{U}_i - \vec{U}_b = Z\vec{I}, \quad (1)$$

где $\vec{U}$ —многомерный вектор комплексных напряжений в узлах энергосистемы относительно базисного напряжения $\vec{U}_b = U_b$;

- $\vec{I}$ — многомерный вектор комплексных токов для всех узлов энергосистемы, за исключением тока базисного узла;
- Z — неособая, квадратичная симметричная матрица комплексных сопротивлений узлов энергосистемы относительно базисного узла.

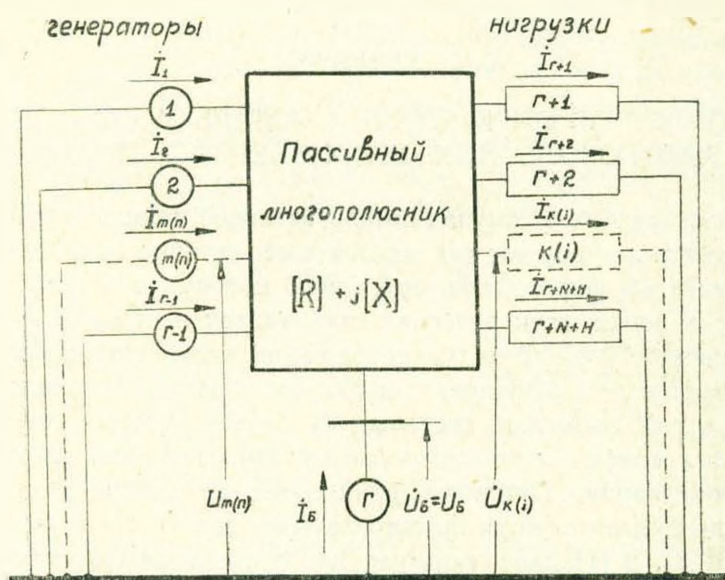


Рис. 1. Изображение энергосистемы в виде многополюсника.

В дальнейшем изложении принимается следующая система индексов: $m, n = 1, 2, \dots, \Gamma$ — индексы станционных узлов схемы замещения, Γ — число электрических станций.

В состав этих индексов включаются и индексы узлов синхронных компенсаторов, которые рассматриваются как электрические станции с нулевой активной мощностью.

$k, j = \Gamma + 1, \Gamma + 2, \dots, \Gamma + N, \Gamma + N + 1, \dots, \Gamma + N + H$ — индексы нагрузочных узлов,

$N + H$ — число нагрузок.

Индексы нагрузочных узлов приняты двух типов:

$k, j = \Gamma + 1, \Gamma + 2, \dots, \Gamma + N$ — индексы тех нагрузочных узлов, в которых мощности остаются постоянными по времени;

N — число соответствующих узлов;

$k, j = \Gamma + N + 1, \dots, \Gamma + N + H$ — индексы тех нагрузочных узлов, в которых мощности изменяются в течение времени;

H — число данных узлов.

В качестве базисного узла выбрана электрическая станция с индексом Б. В соответствии с принятой системой индексов, многомерный вектор $\vec{U}$ может быть выражен в виде двух составляющих многомерных

векторов: вектора $\dot{U}_{мБ}$ — для станционных узлов и $\dot{U}_{кБ}$ — для нагрузочных узлов:

$$\dot{U} = (\dot{U}_{мБ}, \dot{U}_{кБ}) = (\dot{U}_м - \dot{U}_Б, \dot{U}_к - \dot{U}_Б). \quad (2)$$

Одновременно матрицу Z делим на четыре блока в соответствии с многомерными векторами токов стационарных и нагрузочных узлов. Тогда вместо (1) получаем:

$$\begin{vmatrix} \dot{U}_{мБ} \\ \dot{U}_{кБ} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} Z_{mn} & Z_{mk} \\ Z_{ja} & Z_{jk} \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} \dot{I}_n \\ \dot{I}_k \end{vmatrix}. \quad (3)$$

После разделения станционных и нагрузочных узлов производим эквивалентирование всех нагрузок в одну суммарную, т. е. вместо отдельных нагрузочных узлов рассматриваем один узел эквивалентной

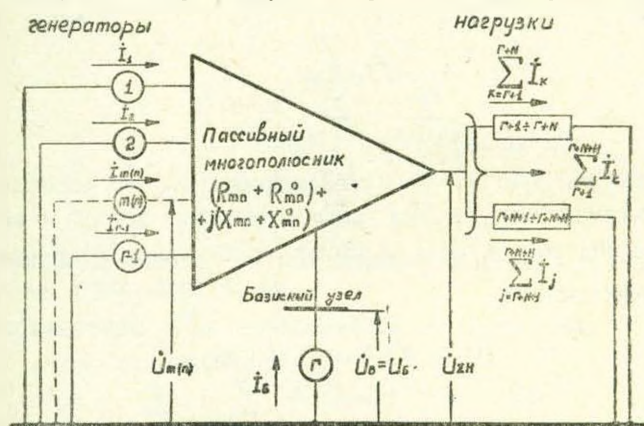


Рис. 2. Изображение энергосистемы с двумя суммарными нагрузочными узлами.

нагрузки (рис. 2). Следует отметить, что в отличие от существующих методов эквивалентирование отдельных нагрузок в одну при решении такого рода задач [6—8] здесь производится по совершенно иной методике, которая обеспечивает достаточную точность и строгость.

Матричное уравнение, характеризующее преобразованную систему, будет иметь следующий вид:

$$\begin{vmatrix} \dot{U}_{мБ} \\ \dot{U}_{ΣН, Б} \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} Z_{mn} & Z_{m, ΣН} \\ Z_{ΣН, n} & Z_{ΣН, ΣН} \end{vmatrix} \begin{vmatrix} \dot{I}_n \\ \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k \end{vmatrix}. \quad (4)$$

Здесь $\dot{U}_{ΣН, Б}$; $\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k$ — комплексные напряжения и ток для узла эк-

вивалентной нагрузки;

$Z_{m, ΣН}$, $Z_{ΣН, n}$ — взаимные комплексные сопротивления между узлами станций и эквивалентной нагрузкой;

$Z_{\Sigma H, \Sigma H}$ — собственное комплексное сопротивление узла эквивалентной нагрузки.

Значения этих сопротивлений определяются из условия инвариантного преобразования схемы замещения рассматриваемой энергосистемы. Величина $Z_{m, \Sigma H}$ определяется из условия

$$\sum_{m=1}^{\Gamma} (P_m + jQ_m) = \sum_{m=1}^{\Gamma} (P'_m + jQ'_m). \quad (5)$$

Условие (5) учитывает инвариантность генерируемых мощностей до (P_m, Q_m) и после (P'_m, Q'_m) преобразования схемы и в раскрытом виде будет

$$\dot{I}_m \left(\sum_{n=1}^{\Gamma} \dot{I}_n Z_{nm} + \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k Z_{mk} \right) = \dot{I}_m \left(\sum_{n=1}^{\Gamma} \dot{I}_n Z_{nm} + \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k Z_{m, \Sigma H} \right).$$

Откуда

$$Z_{m, \Sigma H} = \frac{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k Z_{mk} \dot{I}_j}{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k \dot{I}_j}. \quad (6)$$

Значения $Z_{\Sigma H, n}$ и $Z_{\Sigma H, \Sigma H}$ определяются из условия инвариантности нагрузочных мощностей:

$$\sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} (P_j + jQ_j) = P_{\Sigma H} + jQ_{\Sigma H}, \quad (7)$$

где $P_{\Sigma H}$, $Q_{\Sigma H}$ — активная и реактивная мощности эквивалентной нагрузки.

Откуда для каждого $n = 1, 2, 3, \dots, \Gamma$, находим

$$Z_{\Sigma H, n} = \frac{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k Z_{jn} \dot{I}_j}{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k \dot{I}_j}; \quad (8)$$

$$Z_{\Sigma H, \Sigma H} = \frac{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k Z_{kj} \dot{I}_j}{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \dot{I}_k \dot{I}_j}. \quad (9)$$

Нетрудно заметить, что сопротивления (6), (8) и (9) зависят только от нагрузочных токов. Следовательно, эти сопротивления необходимо вычислять для каждого режима.

Таким образом, для каждого режима можно однозначно определить величины сопротивлений (6), (8) и (9), после чего, зная токи в станционных узлах по (4) можно определить напряжения станционных узлов и эквивалентного нагрузочного узла:

$$\left. \begin{aligned} \dot{U}_{m\delta} &= \sum_{n=1}^{\Gamma-1} Z_{mn} I_n + Z_{m, \Sigma H} \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} I_k; \\ \dot{U}_{\Sigma H, \delta} &= \sum_{n=1}^{\Gamma-1} Z_{\Sigma H, n} I_n + Z_{\Sigma H, \Sigma H} \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} I_k. \end{aligned} \right\} \quad (10)$$

Общие потери в сетях при этом будут:

$$P_n + jQ_n = \Delta \dot{U}_{m\Sigma H} \cdot \hat{I}_m, \quad (11)$$

где

$$\Delta \dot{U}_{m, \Sigma H} = \dot{U}_{m\delta} - \dot{U}_{\Sigma H, \delta} = \dot{U}_m - \dot{U}_{\Sigma H}. \quad (12)$$

Учитывая, что сумма токов, входящих в систему (с учетом тока базисного узла) и выходящих из нее, равно нулю, получим

$$P_n + jQ_n = \sum_{m=1}^{\Gamma} \sum_{n=1}^{\Gamma} I_n Z_{m-n} \hat{I}_m, \quad (13)$$

где

$$Z_{m-n} = Z_{mn} + Z_{mn}^0. \quad (14)$$

В (13) индексы m и n равноправны и пробегают все значения от 1 до Γ , включая и индекс базисного узла. Но следует отметить, что в матрице Z_{mn} элементы строки и столбца, соответствующие номеру базисного узла, равняются нулю.

Сопротивление Z_{mn}^0 определяется по формуле:

$$Z_{mn}^0 = \frac{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} I_k (R_{kj} - R_{mk} - R_{jn}) \cdot \hat{I}_j}{\sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \hat{I}_k \hat{I}_j}. \quad (15)$$

Потери активной мощности находим из (13):

$$P_n = \sum_{m=1}^{\Gamma} \sum_{n=1}^{\Gamma} [(I_{am} I_{an} + I_{pm} I_{pn}) R_{m-n}^0 + (I_{am} I_{pn} - I_{pm} I_{an}) X_{m-n}^0]. \quad (16)$$

Формула (16) дает возможность определить потери активной мощности, когда известны активные и реактивные составляющие токов $(I_{am}, I_{an}, I_{pm}, I_{pn})$ во всех узлах данной системы.

В формуле (16)

$$R_{m-n}^0 = R_{mn} + \alpha \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} [(I_{ak} I_{aj} + I_{pk} I_{pj}) (R_{kj} - R_{mk} - R_{jn})]; \quad (17)$$

$$X_{m-n}^0 = \alpha \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} [(I_{ak} I_{pj} - I_{pk} I_{aj}) (R_{kn} - R_{mk})]; \quad (18)$$

где

$$\alpha = 1 : \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N+H} (I_{ak} I_{aj} + I_{pk} I_{pj}); \quad (19)$$

Для определения переменных сопротивлений нужно знать активные и реактивные составляющие токов в нагрузочных узлах. Для определения этих токов необходимо в свою очередь знать активные и реактивные мощности и комплексные напряжения в соответствующих узлах.

Определение значений сопротивлений R_{m-n}^0 и X_{m-n}^0 для каждого режима связано с громоздкими вычислениями. Поэтому, для сокращения числа вычислительных операций производится следующее. В выражениях сопротивлений, определяющихся по формулам (17) и (18), отделяются два типа узла. Первый тип узлов включает в себя узлы тех нагрузок, которые работают в постоянном режиме, т. е. мощности этих узлов в течение времени не изменяются (индексы $\Gamma+1, \Gamma+2, \dots, \Gamma+N$). Второй тип узлов включает в себя узлы тех нагрузок, мощности которых изменяются в течение времени — индексы $(\Gamma+N+1, \Gamma+N+2, \dots, \Gamma+N+H)$.

Отметим, что в состав узлов первого типа можно включить и станционные узлы, которые работают в базисе графика нагрузки, так как мощности их поддерживаются постоянными. Это в свою очередь также приводит к уменьшению числа сетевых коэффициентов. В соответствии с этим разделением и принятой системой индексов сопротивления определяются следующими формулами:

$$R_{m-n}^0 = R_{mn} + \alpha \left\{ \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+N+1}^{\Gamma+H+H} (I_{ak} I_{aj} + I_{pk} I_{pj}) (R_{kj} - R_{mk} - R_{jn}) + \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} [I_{ak} (V_{ak}^{mn})_j + I_{pk} (V_{pk}^{mn})_l] + \Pi_1^{mn} \right\};$$

$$X_{m-n}^0 = \alpha \left\{ \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} (I_{ak} I_{pj} - I_{pk} I_{aj}) (R_{nk} - R_{mk}) + \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} [I_{ak} (V_{pk}^{(mn)})_l + I_{pk} (V_{ak}^{(mn)})_j] + \Pi_2^{mn} \right\}, \quad (20)$$

где

$$\alpha = 1: \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} (I_{ak} I_{aj} + I_{pk} I_{pj}) + \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} (I_{ak} V_{aj} + I_{pk} V_{pj}) + \Pi_3. \quad (21)$$

$$\Pi_1^{mn} = \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} [(I_{ak} I_{aj} + I_{pk} I_{pj}) (R_{kj} - R_{mk} - R_{jn})];$$

$$\Pi_2^{mn} = \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} [(I_{ak} I_{pj} - I_{pk} I_{aj}) (R_{nk} - R_{mk})];$$

$$\Pi_3 = \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} (I_{ak} I_{aj} + I_{pk} I_{pj}). \quad (22)$$

$$(V_{ak}^{mn})_j = \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} I_{aj} (2R_{kj} - R_{mk} - R_n - R_{mj} - R_{nj});$$

$$(V_{pk}^{mn})_j = \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} I_{pj} (2R_{kj} - R_{mk} - R_{nk} - R_{mj} - R_{nj});$$

$$(V_{ak}^{(mn)})_j = \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} I_{aj} (R_{nj} - R_{mj} - R_{nk} + R_{mk});$$

$$(V_{pk}^{(mn)})_j = \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} I_{pj} (R_{nk} - R_{mk} - R_{nj} + R_{mj})$$

$$V_{aj} = 2 \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} I_{aj};$$

$$V_{pj} = 3 \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} I_{pj}.$$

Величины, определяющиеся по формулам (22)–(25), являются постоянными слагающими, и их необходимо вычислять для рассматриваемой энергосистемы только один раз. Переменные слагающие необходимо определять для каждого режима.

Представление формулы потерь через мощности

Практическое использование формулы потерь, выраженной через узловые токи, встречает затруднения. Это объясняется тем, что в экономических расчетах искомыми величинами являются мощности станций при заданных мощностях нагрузок. Поэтому, практически более употребительным является формула потерь, выраженная через активные мощности и комплексные напряжения узлов. Известно, что

$$I_{ai} = \frac{1}{U_i} (P_i \cos \psi_i + Q_i \sin \psi_i);$$

$$I_{pi} = \frac{1}{U_i} (P_i \sin \psi_i - Q_i \cos \psi_i),$$

где индекс i пробегает все значения от 1 до $(\Gamma + N + H)$. После подстановки (26) в (16) и (20)–(25) получены следующие выражения.

Потери активной мощности:

$$P_n = \sum_{m=1}^{\Gamma} \sum_{n=1}^{\Gamma} P_m B_{mn} P_n.$$

Здесь

$$B_{mn} = K_{mn} R_{m-n}^0 + H_{mn} X_{m-n}^0$$

$$K_{mn} = \frac{1}{U_m U_n} \cdot \frac{\cos \theta_{mn}}{\cos \varphi_m \cos \varphi_n}; \quad (29)$$

$$H_{mn} = K_{mn} \operatorname{tg} \theta_{mn}. \quad (30)$$

В выражениях (29) и (30)

$$\theta_{mn} = \varphi_m - \varphi_n - \psi_m + \psi_n; \quad (31)$$

$$\varphi_m = \operatorname{arctg} \frac{Q_m}{P_m}; \quad \varphi_n = \operatorname{arctg} \frac{Q_n}{P_n}. \quad (31a)$$

Сопротивления R_{m-n}^0 и X_{m-n}^0 определяются по следующим формулам

$$\begin{aligned} R_{m-n}^0 &= R_{mn} + \alpha \left(\sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} P_k B_{kj}^{mn} P_j + \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} P_k B_{k0}^{mn} + \Pi_1^{mn} \right); \\ X_{m-n}^0 &= \alpha \left(\sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} P_k C_{kj}^{mn} P_j + \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} P_k C_{k0}^{mn} + \Pi_2^{mn} \right); \\ \alpha &= 1: \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} \sum_{j=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} P_k K_{kj} P_j + \sum_{k=\Gamma+N+1}^{\Gamma+N+H} P_k K_{k0} + \Pi_3. \end{aligned} \quad (32)$$

Здесь

$$\begin{aligned} \Pi_1^{mn} &= \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} P_k B_{kj}^{mn} P_j; \\ \Pi_2^{mn} &= \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} P_k C_{kj}^{mn} P_j; \\ \Pi_3 &= \sum_{k=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} P_k K_{kj} P_j; \\ B_{kj}^{mn} &= (R_{kj} - R_{mk} - R_{jn}) K_{kj}; \\ C_{kj}^{mn} &= (R_{nk} - R_{mk}) H_{kj}; \end{aligned} \quad (33)$$

$$K_{kj} = \frac{1}{U_k U_j} \cdot \frac{\cos \theta_{kj}}{\cos \varphi_k \cos \varphi_j}; \quad (35)$$

$$H_{kj} = K_{kj} \operatorname{tg} \theta_{kj}; \quad (36)$$

где

$$\theta_{kj} = \varphi_k - \varphi_j - \psi_k + \psi_j; \quad (37)$$

$$\varphi_k = \operatorname{arctg} \frac{Q_k}{P_k}; \quad \varphi_j = \operatorname{arctg} \frac{Q_j}{P_j}. \quad (38)$$

Величины B_{k0}^{mn} , C_{k0}^{mn} , и K_{k0}^{mn} определяются по следующим формулам:

$$B_{k0}^{mn} = \frac{1}{U_k} \cdot \frac{(V_{\alpha k}^{mn})_i \cos \theta_k - (V_{\beta k}^{mn})_i \sin \theta_k}{\cos \varphi_k}; \quad (39)$$

$$C_{k0}^{mn} = \frac{1}{U_k} \frac{(V_{pk}^{1(mn)})_i \cos \theta_k - (V_{\alpha k}^{1(mn)})_i \sin \theta_k}{\cos \varphi_k}; \quad (40)$$

$$K_{k0} = \frac{1}{U_k} \cdot \frac{V_{aj}^* \cos \theta_k - V_{pj}^* \sin \theta_k}{\cos \varphi_k}. \quad (41)$$

В выражениях (39), (40), (41)

$$(V_{ak}^{mn}) = \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} P_j \cdot \frac{2R_{kj} - R_{mk} - R_{nk} - R_{mj} - R_{nj}}{U_j} \cdot \frac{\cos \theta_j}{\cos \varphi_j}; \quad (42)$$

$$(V_{pk}^{mn})_i = - \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} P_j \cdot \frac{2R_{kj} - R_{mk} - R_{nk} - R_{mj} - R_{nj}}{U_j} \cdot \frac{\sin \theta_j}{\cos \varphi_j}; \quad (43)$$

$$(V_{uk}^{(mn)})_j = \sum_{i=\Gamma+1}^{\Gamma+N} P_i \cdot \frac{R_{nj} - R_{mj} - R_{nk} + R_{mk}}{U_j} \cdot \frac{\cos \theta_j}{\cos \varphi_j}; \quad (44)$$

$$(V_{pk}^{(mn)})_i = - \sum_{j=\Gamma+1}^{\Gamma+N} P_j \cdot \frac{R_{nk} - R_{mk} - R_{nj} + R_{mj}}{U_j} \cdot \frac{\sin \theta_j}{\cos \varphi_j}; \quad (45)$$

$$V_{aj}^* = 2 \sum_{i=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \frac{P_i}{U_j} \cdot \frac{\cos \theta_i}{\cos \varphi_j}; \quad (46)$$

$$V_{pj}^* = -2 \sum_{i=\Gamma+1}^{\Gamma+N} \frac{P_i}{U_j} \cdot \frac{\sin \theta_i}{\cos \varphi_j}; \quad (47)$$

$$\theta_j = \varphi_j - \psi_j. \quad (48)$$

Следует отметить, что величины, определяющиеся по формулам (33), (42)–(47), являются постоянными слагающими и для рассматриваемой энергосистемы определяются всего один раз. Переменные слагающие требуется определять для каждого режима. Необходимые данные, характеризующие режимы (P , Q , U , ψ_u), определяются после установления потокораспределения для рассматриваемой энергосистемы. При этом принимаются заданными активные и реактивные мощности в нагрузочных узлах. Однако, для определения сопротивлений R_{m-n}^0 и X_{m-n}^0 необходимо также знание комплексных напряжений в соответствующих узлах. Для некоторого облегчения решения вопроса можно принять, что напряжения в нагрузочных узлах не зависят от режима. Это допущение относится только к нагрузочным узлам второго типа. Данное допущение дает возможность независимо от станционных узлов определить переменные сопротивления (при заданных активных и реактивных мощностях в соответствующих узлах).

При этом формула потерь представляется в зависимости только от характеризующих величин станционных узлов.

Վ. Ս. ԽԱՉԱՏՐՅԱՆ

ԷՆԵՐԳՈՍԻՍՏԵՄԻ ԲԱՐՁՐԱՎՈՂՏ ԶԱՆՅՈՒՄ ՀՂՈՐՈՒԹՅԱՆ ԿՈՐՈՒՍԻ
ՈՐՈՇՄԱՆ ՀԱՐՑԻ ՎԵՐԱԲԵՐՅԱԼ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում տրված է էներգոսիստեմի բարձրավոլտ ցանցում գոյություն ունեցող հզորության կորուստի հաշվման մեթոդ: Մինչ հզորության կորուստի որոշումը անհրաժեշտ է գտնել, այսպես կոչված, ցանցային B_{mn} գործակիցները: Կատարված հետազոտությունները ցույց տվեցին, որ այդ գործակիցները սեփական փոփոխության հետ փոփոխվում են և սովալ էներգոսիստեմի համար նրանց միարժեք որոշումը ճիշտ չէ: Այդ իսկ պատճառով, հողվածում կառուցված է հզորության կորուստի հաշվման այնպիսի մի բանաձև, որը հնարավորություն է տալիս հաշվի առնել B_{mn} ցանցային գործակիցների հետ տեղի ունեցող փոփոխությունները: Այդ նպատակով ենթակայանային (բեռային) հանգույցները բաժանվում են երկու խմբի. առաջին խումբն իր մեջ ընդգրկում է այն հանգույցները, որոնցում հզորությունները (ակտիվ ու ռեակտիվ) ժամանակի ընթացքում մնում են հաստատուն, իսկ երկրորդ խումբը՝ բոլոր ժամանակի փոփոխվող հզորություն ունեցող հանգույցները:

Պայմանավորված հանգույցների այդպիսի բաժանումով, R_{m-n}^0 և X_{m-n}^0 դիմադրությունները ներկայացվում են որպես հաստատուն և փոփոխական բաղադրիչների գումար:

Դիտարկվող էներգոսիստեմի համար դիմադրության մեջ մտնող հաստատուն բաղադրիչը անհրաժեշտ է հաշվել մեկ անգամ, իսկ փոփոխական բաղադրիչը՝ միայն սեփական փոփոխման դեպքում: Ցանցում առաջացող հզորության կորուստի հաշվումն համար, այդպիսի բանաձևի կառուցումը ապահովում է անհրաժեշտ ճշտություն և իշեցնում է հաշվային աշխատանքների ծավալը:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Адонц Г. Т. К методам расчета потерь мощности в электрических сетях энергосистемы. Журн. "Электричество", № 11, 1962.
2. Мельников Н. А. Учет потерь в сети при определении наивыгоднейшего режима энергосистемы. Журн. "Электричество", № 2, 1960.
3. Маркович И. М. Общая формула потерь мощности в сетях и вычисление удельных приростов потерь. Журн. "Электричество", № 2, 1962.
4. George E. E., Intrasytem transmission losses, AIEE Trans., vol. 62, March 1943, p. 153—158.
5. Ward J. B., Eutson J. R. and Hale H. W., Total and incremental losses in power transmission networks, AIEE Trans., vol. pt. I, 1950, p. 626—632.
6. Kron G., Tensorial analysis of integrated transmission Systems, Part I. The six basic reference frames. AIEE Trans. vol. 70, 1951, p.p. 1239—48.
7. George E. E., A new method of making transmission loss formulas by means of eigenvalues and modal matrices, Power App. and Systems, 1960, № 48.
8. Kirchmayer L. K., Economic operation of power Systems, (book), New Jork, 1958.
9. Хачатрян В. С., Методика расчета потерь мощности в сетях энергосистемы. "Известия АН Армянской ССР" (серия Т. Н.), № 1, 1962.