

Уточненный расчет составляющих потерь в энергосистеме, вызванных реактивной мощностью отдельного электропотребителя

Предложены уточненные аналитические зависимости для расчета составляющих потерь активной мощности в энергосистеме (с последовательным или последовательно-параллельным соединением в ней участков), вызванных реактивной мощностью отдельного электропотребителя. Данные зависимости учитывают текущую загрузку участков энергосистемы реактивной мощностью, распределение последней в узлах и участках энергосистемы, а также — взаимокompенсацию потребляемой и генерируемой реактивных мощностей соседних электропотребителей в узлах энергосистемы.

Запропоновано уточнені аналітичні залежності для розрахунку складових втрат активної потужності в енергосистемі (з послідовним або послідовно-паралельним з'єднанням у ній ділянок), спричинених реактивною потужністю окремого електроспоживача. Дані залежності враховують поточні завантаження ділянок енергосистеми реактивною потужністю, розподіл останньої у вузлах та ділянках енергосистеми, а також — взаємодкомпенсацію спожитої та генерованої реактивних потужностей сусідніх електроспоживачів у вузлах енергосистеми.

В последние годы в отечественной научно-технической литературе возросло внимание к анализу потерь в энергосистеме (ЭС), вызванных реактивной мощностью (РМ) отдельного электропотребителя (ЭП) [1–3]. Это обусловлено, очевидно, как происшедшим в эти годы удорожанием электроэнергии, так и свершившимся переходом предприятий на рыночные условия хозяйствования и взаимоконкуренции. В статьях [2, 3] показано, что действующая в Украине методика оплаты [4] за реактивную электроэнергию (базирующаяся на возмещении каждым ЭП ущерба энергосистеме, наносимого своей РМ в виде потерь активной электроэнергии) несовершенна. В ней при определении потерь активной электроэнергии в ЭС, вызываемых РМ отдельного ЭП, не принимается во внимание влияние, во-первых, текущей загрузки реактивной мощностью всех участков энергосистемы и текущих значений РМ соседних электропотребителей; во-вторых, возможной взаимокompенсации потребляемой и генерируемой РМ в узлах энергосистемы; в-третьих, возможного изменения схемной конфигурации энергосистемы в процессе ее функционирования.

Наиболее точный расчет составляющих потерь активной мощности (ПАМ) в энергосистеме, вызванных РМ отдельного ЭП, предложен в статье [1]. В нем учитывается текущая загрузка РМ для всех участков энергосистемы и электропотребителей, а также возможное изменение схемной конфигурации ЭС при ее функционировании. При этом во всех упомянутых известных расчетах [1–4] не учитывается фактически возможная в узлах энергосистемы взаимная компенсация потребляемой и генерируемой реактивных мощностей соседних

ЭП, которая на практике уменьшает значение ПАМ в энергосистеме.

Данная статья посвящена уточненному расчету составляющих потерь в энергосистеме, вызванных РМ отдельного ЭП, в котором одновременно учитываются: текущая загрузка РМ всех участков энергосистемы и электропотребителей, пропорциональное распределение реактивной мощности каждого ЭП в узлах и участках энергосистемы, а также возможная взаимная компенсация потребляемой и генерируемой реактивных мощностей соседних ЭП в узлах энергосистемы.

При дальнейшем анализе энергосистема рассматривается как совокупность узлов и участков. Под участком энергосистемы (УЭС) будем понимать ее составные элементы: электропередающую линию, трансформатор или автотрансформатор. Условимся под подходящими УЭС понимать участки, по которым (в нормальном режиме работы энергосистемы) к рассматриваемому узлу передается активная мощность, а под отходящими УЭС — наоборот, участки, по которым активная мощность передается от рассматриваемого узла. Также условимся за положительное направление протекания реактивной мощности в подходящих УЭС принимать направление — к узлу, а в отходящих УЭС — наоборот, от узла.

При последующем анализе будем полагать, что в подходящих и отходящих УЭС значение Q потребляемой РМ положительно, а генерируемой РМ — отрицательно

$$\begin{aligned} Q > 0 \text{ и } \text{sign } Q = 1 & \text{ — при потреблении РМ,} \\ Q < 0 \text{ и } \text{sign } Q = -1 & \text{ — при генерации РМ.} \end{aligned} \quad (1)$$

При этом учет знака РМ позволяет в последующем унифицировать формулы для расчета ПАМ, вызываемых потребляемой и генерируемой РМ.

На первом этапе определим распределение реактивной мощности отдельного ЭП в произвольных участках энергосистемы. Вначале найдем значение $Q_{k(n)}^1$ реактивной мощности, передаваемой в узле энергосистемы (рис. 1, а) к n -му ЭП через произвольный подходящий k -ый из K участков энергосистемы, когда от данного узла непосредственно получают питание N потребителей.

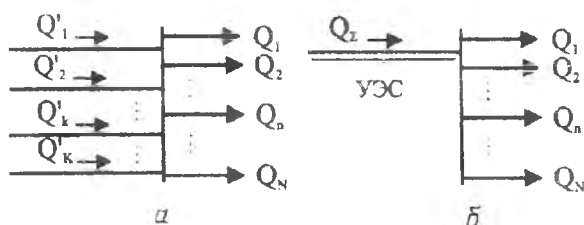


Рис. 1

Предварительно зададимся ранее упомянутым важным допущением (подробно рассмотренным в работе [1]) — прямо пропорциональной зависимостью распределения долей реактивных мощностей $Q_{k(n)}^1$, создаваемых в каждом k -ом подходящем УЭС действием реактивной мощности Q_n произвольного n -го электропотребителя, от текущего значения РМ Q_n указанного ЭП и от текущего значения РМ Q_k^1 данного k -го подходящего УЭС

$$Q_{k(n)}^1 = \xi_k Q_n, \quad (2)$$

$$\xi_k = \frac{0,5 \left[(\text{sign } Q_k^1) + (\text{sign } \sum_{n=1}^N Q_n) \right] |Q_k^1|}{\sum_{n=1}^N Q_n + \sum_{k=1}^K 0,5 \left[(\text{sign } \sum_{n=1}^N Q_n) - (\text{sign } Q_k^1) \right] |Q_k^1|},$$

где ξ_k — коэффициент распределения реактивной мощности k -го подходящего УЭС.

Полученными соотношениями учитывается следующее [1]. Во-первых, через k -ый подходящий УЭС не происходит поступление РМ ни к одному из N ЭП, подключенных к рассматриваемому узлу, если суммарная $\sum_{n=1}^N Q_n$ всех ЭП противоположна по знаку РМ Q_k^1 данного подходящего УЭС. Во-вторых через k -ый подходящий УЭС происходит поступление РМ к ЭП, если суммарная РМ $\sum_{n=1}^N Q_n$ всех ЭП совпадает со знаком РМ Q_k^1 . В-третьих, через k -ый подходящий УЭС не происходит поступление РМ к

соседнему УЭС, если знак РМ в соседнем подходящем УЭС совпадает со знаком РМ Q_k^1 . В-четвертых, через k -ый подходящий УЭС происходит поступление РМ к соседнему УЭС, если знак РМ в соседнем подходящем УЭС противоположен знаку РМ Q_k^1 . В-пятых, через k -ый подходящий УЭС не происходит поступление РМ ни к одному из $1..N$ ЭП, если значения РМ Q_k^1 или $\sum_{n=1}^N Q_n$ равны нулю.

Найдем значение РМ в произвольном m -ом УЭС, передаваемой через него к рассматриваемому n -му ЭП, когда данный m -ый УЭС не соединен непосредственно с тем узлом энергосистемы, от которого получает питание указанный n -ый ЭП. Рассмотрим два наиболее общих и характерных типовых схемных исполнения существующих энергосистем, показанных на рис. 2, в виде: последовательного (а) или последовательно-параллельного (б) соединения участков и узлов энергосистемы. Последняя схема (б) на рис. 2 образована из идентичного вида Ф фрагментов Φ_1, \dots, Φ_G первой схемы (а). В обеих рассматриваемых схемах в скобках указана нумерация узлов энергосистемы.

Исходя из пропорционального распределения долей реактивной мощности n -го ЭП в подходящих к узлу участках энергосистемы, рассчитаем для схемы на рис. 2, а значения реактивных мощностей

$$Q_{(2-1)n} = \eta_{(2-1)} Q_n = \eta_{(2)} Q_n,$$

$$Q_{(3-2)n} = \eta_{(3-2)} Q_{(2-1)n} = \eta_{(3-2)} \eta_{(2-1)} Q_n = \eta_{(3)} Q_n, \quad (3)$$

$$Q_{[(s+1)-(s)]n} = \eta_{[(s+1)-(s)]} Q_{[(s)-(s-1)]n} = \eta_{(3-2)} \eta_{(2-1)} \dots \eta_{[(s+1)-(s)]} Q_n = \eta_{(s+1)} Q_n,$$

передаваемых соответственно: между вторым и первым, третьим и вторым, ..., $(s+1)$ -м и (s) -м узлами в энергосистеме.

Данные значения РМ $Q_{(2-1)n}, Q_{(3-2)n}, Q_{[(s+1)-(s)]n}$ связаны с вызывающей их РМ Q_n рассматриваемого отдельного n -го ЭП через результирующие в узлах $\eta_{(2)}, \eta_{(3)}, \dots, \eta_{(s+1)}$ и междуузловые $\eta_{(2-1)}, \eta_{(3-2)}, \dots, \eta_{[(s+1)-(s)]}$ передаточные коэффициенты по реактивной мощности, рассчитываемые (на примере s -го и $(s+1)$ узлов) из соотношений

$$\eta_{[(s+1)-(s)]} = \left[\sum_{z=1}^z \left(0,5 |(\text{sign } Q_{(s)z}) + (\text{sign } \sum_{v=1}^{V+V^*} Q_{(s)v}) |Q_{(s)z}| \right) \cdot \left\{ \sum_{v=1}^{V+V^*} Q_{(s)v} \right\} \right] \quad (4)$$

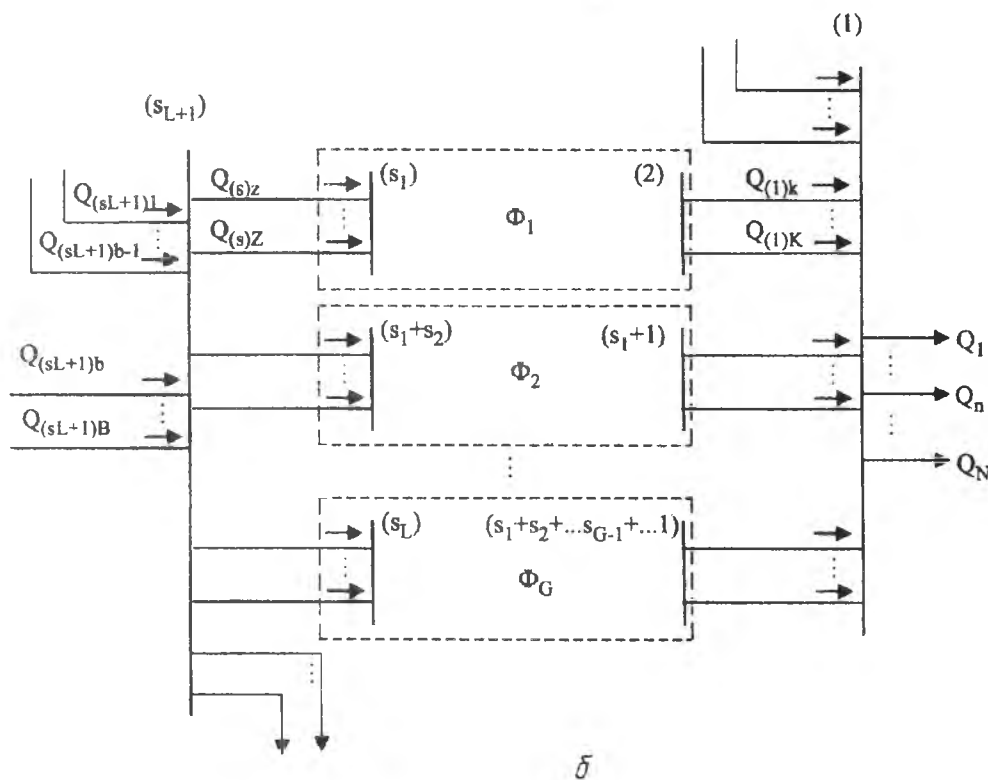
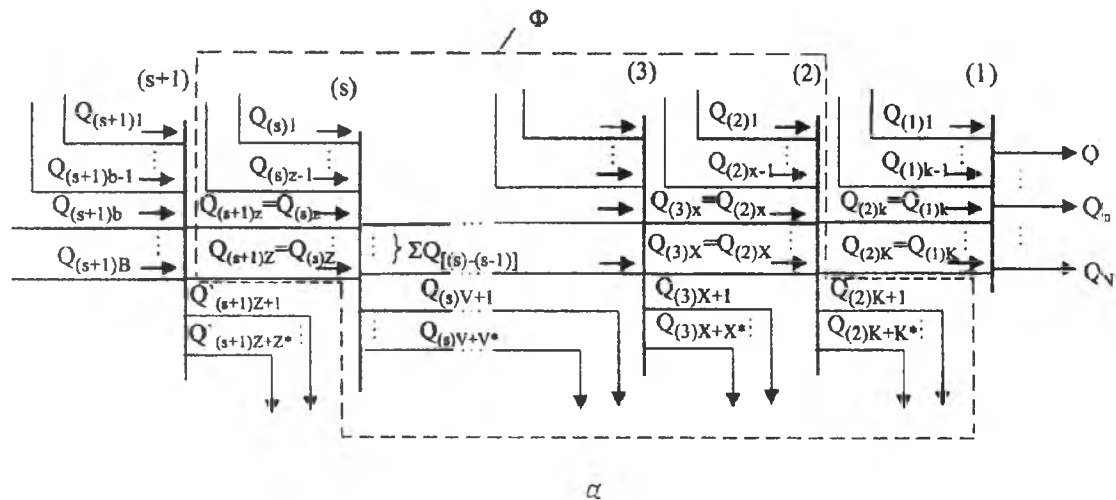


Рис. 2

$$\begin{aligned}
 & + \sum_{z=1}^Z \left[0,5 \left(\sum_{v=v^*}^{V+V^*} (\text{sign } Q_{(s)v}) - (\text{sign } Q_{(s)z}) \right) Q_{(s)z} \right]^{-1}, \\
 \eta_{(s+1)} &= \eta_{(2-1)} \cdot \eta_{(3-2)} \cdot \dots \cdot \eta_{[(s+1)-(s)]} = \prod_{s=1}^s \eta_{[(s+1)-(s)]} + \eta_{[(s_L+1)-(s_1+s_2)]} \eta_{(s_1+s_2)} + \dots + \eta_{[(s_L+1)-s_L]} \eta_{(s_L)} \Big) Q_n = \\
 & = \sum_1^G \left(\prod_{s=1}^{s_1+1} \eta_{[(s+1)-(s)]} \right) Q_n = \eta_{(s_L+1)} Q_n, \quad (5)
 \end{aligned}$$

Для схемы энергосистемы на рис. 2, б результирующая (суммарная) реактивная мощность $Q_{[(s_L+1)\Sigma]n}$, передаваемая от (s_L+1) -го узла к рассматриваемому n -му ЭП, находится в виде

$$\begin{aligned}
 Q_{[(s_L+1)\Sigma]n} &= Q_{[(s_L+1)-s_1]n} + Q_{[(s_L+1)-(s_1+s_2)]n} + \dots \\
 & \dots + Q_{[(s_L+1)-s_L]n} = \left(\eta_{[(s_L+1)-s_1]} \eta_{(s_1)} + \dots \right)
 \end{aligned}$$

где $\eta_{(s_L+1)}$ — результирующий (эквивалентный) передаточный коэффициент по реактивной мощности для параллельно соединенных УЭС; G — количество параллельно соединенных фрагментов Φ в схеме ЭС на рис. 2, б.

Таким образом, при последовательном соединении участков энергосистемы результирующий передаточный коэффициент по РМ находится

в виде произведения соответствующих междузловых передаточных коэффициентов, а при параллельном — в виде их суммы.

Чтобы найти реактивную мощность $Q_{m(n)}$ в m -ом участке энергосистемы (заметим, непосредственно не связанном в схемах на рис. 2, а, б с узлом, к которому подключен рассматриваемый n -ый ЭП), вызванную исключительно влиянием РМ Q_n этого ЭП, необходимо поступающую к узлу (к которому подключен рассматриваемый m -ый УЭС) РМ, равную $Q_{|(s+1)-(s)|n}$ на рис. 2, а или $Q_{|(s_L+1)\Sigma|n}$ на рис. 2, б, умножить согласно (2) на свой коэффициент распределения $\xi_{|(s+1)m|}$ или $\xi_{|(s_L+1)m|}$ в соответствующем узле для m -го УЭС

$$\begin{aligned} Q_{m(n)} &= Q_{|(s+1)m|n} = \xi_{|(s+1)m|} Q_{|(s+1)-(s)|n} = \\ &= \xi_{|(s+1)m|} \eta_{(s+1)} Q_n \quad \text{или} \\ &= \xi_{|(s_L+1)m|} \eta_{(s_L+1)} Q_n \quad (6) \\ Q_{m(n)} &= Q_{|(s_L+1)m|n} = \xi_{|(s_L+1)m|} Q_{|(s_L+1)\Sigma|n} = \\ &= \xi_{|(s_L+1)m|} \eta_{(s_L+1)} Q_n. \end{aligned}$$

На втором этапе определим составляющие потерь активной мощности, вызванные в произвольном m -ом УЭС действием РМ отдельного n -го ЭП. Вначале рассчитаем суммарные текущие потери активной мощности $\Delta P_{Q\Sigma}$ в отдельном УЭС в схеме на рис. 1, б [1]

$$\Delta P_{Q\Sigma} = d Q_{\Sigma} = d (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_n + \dots + Q_N), \quad (7)$$

где d — текущее значение экономического эквивалента реактивной мощности (ЭЭРМ) участка энергосистемы, рассчитываемое в виде

$$d = 0,5 \left[(1 + \text{sign } Q_{\Sigma}) - K_n (1 - \text{sign } Q_{\Sigma}) \right] d_0 \lambda. \quad (8)$$

В зависимостях (7) и (8) используются следующие обозначения: $\lambda = \left| \frac{Q_{\Sigma}}{Q_{\Sigma 0}} \right|$ — коэффициент загрузки данного УЭС, вычисляемый исходя из текущего Q_{Σ} и контрольного $Q_{\Sigma 0}$ значений суммарной реактивной мощности в этом участке энергосистемы [1]; d_0 — нормированное значение ЭЭРМ, определяющееся для рассматриваемого УЭС по результатам контрольных измерений потребляемой РМ $Q_{\Sigma 0}$ и соответствующих ей потерь мощности ΔP_{Q0} ; K_n — нормативный коэффициент увеличения ущерба энергосистеме в результате генерации реактивной мощности из сети потребителем (согласно действующей Методики для него установлено значение $K_n = 3$); Q_{Σ} — суммарная реак-

тивная мощность всех $1 \dots N$ электропотребителей.

Из соотношения (7) найдем суммарные ПАМ ΔP_{Q0} в УЭС через соответствующие составляющие ПАМ $\Delta P_{Q1}, \Delta P_{Q2}, \dots, \Delta P_{Qn}, \dots, \Delta P_{QN}$, вызванные действием текущих реактивных мощностей $Q_1, Q_2, \dots, Q_n, \dots, Q_N$ отдельных ЭП $1 \dots N$

$$\Delta P_{Q\Sigma} = \Delta P_{Q1} + \Delta P_{Q2} + \dots + \Delta P_{Qn} + \dots + \Delta P_{QN}. \quad (9)$$

Причем, упомянутые составляющие ПАМ в произвольном одном конкретном УЭС, вызванные РМ отдельного $1 \dots N$ электропотребителя (получающего питание от данного участка), определяются в виде произведения текущего значения ЭЭРМ d и текущего значения $Q_1, Q_2, \dots, Q_n, \dots, Q_N$ реактивной мощности соответствующего ЭП

$$\begin{aligned} \Delta P_{Q1} &= d Q_1, \\ \Delta P_{Q2} &= d Q_2, \\ &\dots \dots \dots \\ \Delta P_{Qn} &= d Q_n, \\ &\dots \dots \dots \\ \Delta P_{QN} &= d Q_N. \end{aligned} \quad (10)$$

Очевидно, такое нахождение составляющей ПАМ ΔP_{Qn} в ЭС, вызванной РМ отдельного n -го ЭП, полностью отвечает используемому принципу действующей Методики [4]. Согласно ему отношения значений составляющих потерь активной мощности $\Delta P_{Q1}, \Delta P_{Q2}, \dots, \Delta P_{Qn}, \dots, \Delta P_{QN}$ в произвольном УЭС, вызванные действием РМ каждого отдельного из $1 \dots N$ ЭП, равны отношениям значений соответствующих реактивных мощностей $Q_1, Q_2, \dots, Q_n, \dots, Q_N$ соответствующих указанных ЭП

$$\Delta P_{Q1} : \Delta P_{Q2} : \dots : \Delta P_{Qn} : \dots : \Delta P_{QN} = Q_1 : Q_2 : \dots : Q_n : \dots : Q_N. \quad (11)$$

Очевидно, что при этом доля потерь активной мощности в отдельном УЭС, вызванная совместным влиянием двух соседних: например, n -го и $(n-1)$ -го ЭП, вычисляемая в виде удвоенного произведения соответствующих РМ $2Q_n Q_{n-1}$, — распределяется поровну (пополам) между указанными электропотребителями.

В том случае, когда в соотношениях (10) знак рассчитанной составляющей потерь для n -го ЭП положителен ($\Delta P_{Qn} > 0$), указанный электропотребитель своей реактивной мощностью Q_n создает ПАМ в УЭС (и, следовательно, обязан за них заплатить энергоснабжающей организации). С учетом соотношения (8) указанная (положительного

знака) составляющая ПАМ создается в УЭС только тогда, когда знаки суммарной Q_{Σ} и отдельного ЭП Q_n реактивных мощностей совпадают между собой.

Если знак рассчитанной составляющей ПАМ отрицателен ($\Delta P_{Q_n} < 0$), то указанный n -ый электропотребитель своей РМ компенсирует (высвобождает) в УЭС потери активной мощности от действия реактивных мощностей, создаваемых соседними электропотребителями. А, следовательно, уже такому ЭП энергоснабжающая организация обязана произвести (из средств, взимаемых от электропотребителей, создающих ПАМ в УЭС своей РМ) плату за услуги по компенсации реактивной мощности в соответствии с "экономичными" и рассчитанными из (10) значениями ПАМ. С учетом соотношения (8) указанная (отрицательного знака) составляющая ПАМ создается в УЭС только тогда, когда знаки суммарной Q_{Σ} и отдельного ЭП Q_n реактивных мощностей противоположны между собой.

Далее с учетом (6) и (10) найдем составляющие потерь активной мощности в любом m -ом участке энергосистемы, не соединенном непосредственно с тем узлом энергосистемы, от которого осуществляется питание рассматриваемого n -го ЭП

$$\Delta P_{Q_{m(n)}} = d_m Q_{m(n)} = 0,5 \left[\left(1 + \text{sign } Q_m \right) - K_{II} \left(1 - \text{sign } Q_m \right) \right] \xi_{(s)m} \eta_{(s)} \lambda_m d_{m0} Q_n$$

Общие потери активной мощности $\Delta P_{Q_{\Sigma(n)}}$ в энергосистеме, вызванные РМ Q_n отдельного n -го электропотребителя, определяются с учетом (12) из зависимости

$$\Delta P_{Q_{\Sigma(n)}} = \sum_{m=1}^M \Delta P_{Q_{m(n)}} = D_n Q_n, \quad (13)$$

где D_n — суммарное (результатирующее) текущее значение ЭЭРМ для n -го электропотребителя

$$D_n = \sum_{s=1}^S \sum_{m=1}^M 0,5 \left[\left(1 + \text{sign } Q_{(s)m} \right) - K_{II} \left(1 - \text{sign } Q_{(s)m} \right) \right] \xi_{(s)m} \eta_{(s)} \lambda_m d_{m0} \quad (14)$$

Здесь M — общее количество подходящих участков для s -го узла энергосистемы, на которые оказывает влияние n -ый потребитель собственной РМ Q_n ; S — количество узлов в энергосистеме.

Как следует из анализа соотношения (14), суммарное значение D_n ЭЭРМ n -го ЭП не является в процессе функционирования энергосистемы неизменной величиной, а варьируется от загрузки участков энергосистемы РМ и распределения послед-

ней в узлах и участках энергосистемы.

Обратим внимание на то, что в зависимости (14) все переменные $d_m, \xi_m, \eta_{(s)}, \xi_{(s)m}, Q_{s(m)}$ зависят согласно расчетных для них соотношений (8), (2), (4) и (6) как от конфигурации энергосистемы, параметров входящих в нее УЭС и значений РМ в этих УЭС, так и от значения суммарной РМ $\sum_1^N Q_n$

всех N электропотребителей, подключенных к данному общему узлу энергосистемы. При этом они не зависят от конкретных значений Q_n РМ каждого отдельного n -го ЭП в данном узле.

С учетом вышесказанного из зависимости (14) следует, что текущие суммарные значения ЭЭРМ для каждого n -го ЭП (из всех N электропотребителей, получающих питание от одного общего узла энергосистемы) равны между собой

$$D_1 = D_2 = \dots = D_n = \dots = D_N^{(s)}, \quad (15)$$

где s — номер рассматриваемого узла энергосистемы, от которого получают питание указанные электропотребители.

В заключение определим общие составляющие потерь активной электроэнергии $\Delta \mathcal{E}_{Q_n}$ в энергосистеме, вызванные РМ каждого отдельного n -го ЭП, получающего питание в данной энергосистеме. Для этого необходимо взять определенный интеграл $\Delta \mathcal{E}_{Q_n}$ от соответствующих ПАМ $\Delta P_{Q_{\Sigma(n)}}$, рассчитанных из (13) за расчетный интервал времени t_p

$$\Delta \mathcal{E}_{Q_n} = \int_0^{t_p} D_n Q_n dt \quad (16)$$

При этом текущее значение РМ (m -го УЭС или n -го ЭП) может быть найдено в виде

$$Q = d(WQ) / dt \approx \Delta(WQ) / \Delta t, \quad (17)$$

$$\Delta(WQ) = \Delta(WQ^{II}) - \Delta(WQ^I),$$

где $\Delta(WQ)$ — значение реактивной энергии n -го электропотребителя за интервал времени Δt дискретности автоматизированного контроля (съемы показаний счетчиков реактивной энергии в энергосистеме; $\Delta(WQ^{II}), \Delta(WQ^I)$ — изменение показаний счетчиков потребляемой и генерируемой реактивной электроэнергии (m -го УЭС или n -го ЭП) соответственно. Обратим внимание, что расчеты РМ можно производить из соотношений (17) лишь тогда, когда за интервал времени Δt одно из показаний счетчиков (потребляемой или генерируемой реактивной электроэнергии) равно

пулю.

В том же случае, если изменение показаний счетчиков $\Delta(WQ^n)$, $\Delta(WQ^r)$ в m -ом УЭС (за интервал времени Δt) не равны нулю, уточненный расчет составляющих ПАМ, вызванных РМ отдельного ЭП, предлагается выполнять следующим образом. Во-первых, в расчетной схеме энергосистемы представить m -ый УЭС двумя идентичными (параллельно подключенными) участками m^I и m^{II} с равными значениями ЭЭРМ: $d_{m0}^I = d_{m0}^{II} = d_{m0}^{III}$. Во-вторых, предполагая, что в m^I -ом УЭС присутствует только положительная РМ Q_m^n , а в m^{II} -ом УЭС — только отрицательная РМ Q_m^r , рассчитываем значения Q_m^n , Q_m^r из соотношений

$$\begin{aligned} Q_m^n &\approx \Delta(WQ_m^n) / \Delta t, \\ Q_m^r &\approx -\Delta(WQ_m^r) / \Delta t. \end{aligned} \quad (18)$$

С учетом (14) и (17) или (18) определим из (16) суммарные потери активной электроэнергии $\Delta \mathcal{E}_{Qn}$, вызванные в энергосистеме (за период времени, равный t_p) реактивной мощностью отдельного n -го электропотребителя

$$\Delta \mathcal{E}_{Qn} \approx \sum_{i=0}^{t_p} D_{ni} \Delta(WQ_{ni}), \quad (19)$$

$$\begin{aligned} D_{ni} = D_n = \sum_{s=1}^S \sum_{m=1}^M 0,5 \left[\left(1 + \text{sign } Q_{(s)mi} \right) - \right. \\ \left. - K_n \left(1 - \text{sign } Q_{(s)mi} \right) \right] \xi_{(s)mi} \eta_{(s)i} \lambda_{mi} d_{m0}, \end{aligned}$$

где индекс i указывает, что все ранее упомянутые параметры (изменение реактивной энергии n -го электропотребителя, коэффициенты загрузки и распределения, междузловые передаточные коэффициенты) относятся к i -му временному интервалу дискретности (Δt_i) автоматизированного контроля реактивной энергии в участках и узлах энергосистемы.

Выводы. 1. Предложенный уточненный расчет, в сравнении с известными [1–4], позволяет

наиболее точно вычислить для ЭС составляющие потерь активной мощности, вызванные влиянием реактивной мощности отдельного электропотребителя (учитывая, в том числе, возможную взаимокompенсацию потребляемой и генерируемой РМ в узлах энергосистемы). Точность расчета увеличивается с уменьшением интервала времени Δt дискретности автоматизированного контроля (съемы) показаний счетчиков реактивной электроэнергии в энергосистеме.

2. Предложенный расчет базируется на использовании текущих данных автоматизированных систем учета и контроля реактивной мощности (энергии) во всех участках энергосистемы, которыми к настоящему времени в Украине оснащены все магистральные электрические сети, большинство распределительных электрических сетей, частично крупные и средние ЭП (у которых месячное потребление электрической энергии превышает 5000 кВт·ч).

3. Исходя из упомянутого оснащения автоматизированными средствами учета (контроля) современных энергосистем и благодаря появлению мощных и быстродействующих вычислительных средств (персональных компьютеров), уточненный расчет составляющих потерь активной мощности в ЭС, вызванных влиянием РМ отдельного ЭП, с использованием предложенных в статье зависимостей в настоящее время вполне технически осуществим.

4. Данный уточненный расчет составляющих потерь активной мощности в ЭС, вызванных РМ отдельного ЭП, может быть в дальнейшем использован для уточнения существующей Методики оплаты ЭП за свою реактивную электроэнергию.

1. Волков А.В., Мирошниченко О.Г. Расчет потерь в энергосистеме, вызванных реактивной мощностью отдельного электропотребителя // Техн. электродинаміка. — 2005. — № 5. — С. 62–69.

2. Зорин В.В. К вопросу об уплате за электрическую энергию // Техн. электродинаміка. — 2004. — № 1. — С. 68–72.

3. Зорин В.В. Об оплате за перетоки реактивной мощности в условиях рыночных отношений // Техн. электродинаміка. — 2004. — № 2. — С. 58–62.

4. Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами // Офіційний вісник України. — 2002. — № 6.

Надійшла 25.11.2005