

Предложены схемы моделей, описывающих сложную биотехническую систему с учетом информационных потоков. Отмечено, что вследствие адаптивности биологических объектов аналитические описания затруднены и следует систему описывать методами теории случайных процессов.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РЕГУЛИРОВАНИЯ КОНДЕНСАТОРНЫХ УСТАНОВОК В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0.38 кВ

УДК 621.316.1; 631.371

Счастный В.П., к.т.н., доц.,
Жуковский А.И., инж.
(БАТУ)

Дефицит топливно-энергетических ресурсов Республики Беларусь требует проведения активной энергосберегающей политики. Особое место уделяется снижению потерь электроэнергии в электрических сетях. Наиболее эффективным мероприятием по их снижению является компенсация реактивной мощности (КРМ).

В целях снижения потерь электроэнергии, необходимо довести уровень оснащенности сельских электрических сетей компенсирующими устройствами до 0.2 квар/кВт. Это позволит, в комплексе с другими мероприятиями, снизить потери электроэнергии до экономически обоснованного значения 9%. Около 85% от суммарного экономического эффекта планируется получить за счет КРМ. Высокая степень КРМ может достигаться применением регулируемых конденсаторных батарей (РКБ). Зарубежный опыт показывает, что не менее 65% всех проектируемых конденсаторных батарей выгодно выполнять регулируемыми [1].

Необходимость регулирования мощности конденсаторных батарей обуславливается изменением нагрузок сельскохозяйственных потребителей в течение суток и года. С увеличением числа ступеней РКБ появляется возможность такого регулирования мощности, при котором наиболее полно компенсируется изменяющаяся во времени реактивная нагрузка узла сети. Однако увеличение числа ступеней и, соответственно, снижение их мощности требуют большого числа конденсаторных батарей и коммутационных аппаратов. Поэтому необходимо технико-экономическое обоснование оптимального выбора мощностей и режимов регулирования конденсаторных

батарей в узлах электрической сети сельскохозяйственных предприятий, учитывающего переменный характер реактивных нагрузок.

В этих условиях повышаются требования к методическому и программному обеспечению выбора оптимальных параметров РКБ. Исходными данными для этого могут служить графики реактивной нагрузки, а критерием оптимизации - минимум затрат при компенсации.

Расчетные затраты на установку РКБ с числом ступеней n могут быть выражены, как

$$Z = (A \cdot Q_{k_1} + B) E_k + \frac{b \cdot R_{эк}}{U^2} \sum_{i=k-1}^n \int [Q(t) - Q_{k_i}]^2 dt + \varpi_k \cdot b \cdot \sum_{i=1}^n Q_{k_i} \cdot \Delta t_i \quad (1)$$

где A - удельная стоимость конденсаторных батарей; Q_{k_i} - номинальная мощность батарей; B - стоимость средств регулирования; E_k - коэффициент эффективности капиталовложений с учетом амортизации; b - удельная стоимость потерянной электроэнергии; $R_{эк}$ - эквивалентное активное сопротивление, по которому протекает реактивный ток; U - напряжение сети; Q_{k_i} - мощность i -й ступени конденсаторной батареи; Δt_i - время работы i -й ступени; ϖ_k - удельные потери активной мощности в конденсаторной батарее.

В выражении (1) первый член представляет собой затраты, связанные с капиталовложениями на установку батарей, второй и третий - стоимость соответственно потерь электроэнергии в сети и батарее.

Условия минимума расчетных затрат имеют вид:

$$\frac{dZ}{dQ_{k_i}} = 0 \quad (i = 1, \dots, n), \quad \frac{dZ}{dt_i} = 0 \quad (i = 1, \dots, n-1). \quad (2)$$

Представим график реактивной нагрузки $Q(t)$ в виде упорядоченной диаграммы (рис.1). Тогда режим регулируемой работы конденсаторной батареи будет характеризоваться ступенчатой диаграммой с некоторым числом ступеней n . Некомыми неизвестными здесь являются: n ступеней Q_{k_i} регулирования батареи и $n-1$ неизвестных границ t_i этих ступеней, т.е. моментов их переключения.

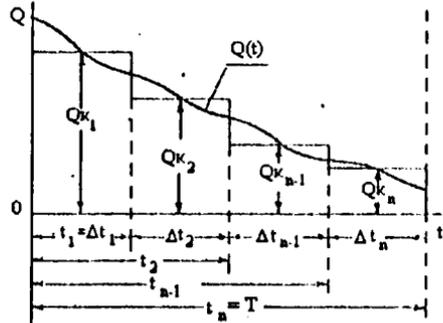


Рис. 1.

Используя выражение (1) и условия (2), запишем условия минимума расчетных затрат в развернутом виде:

$$\frac{d\mathcal{D}}{dQ_{k_1}} = \frac{d}{dQ_{k_1}} \left((A \cdot Q_{k_1} + B) \cdot E_k + \frac{b \cdot R_{2K}}{U^2} \sum_{i=n_{i-1}}^{t_i} [Q(t) - Q_{k_i}]^2 dt + \omega_k \cdot b \sum_{i=1}^n Q_{k_i} \cdot \Delta t_i \right) =$$

$$= A \cdot E_k - \frac{2b \cdot R_{2K}}{U^2} t_1 (Q_{c_1} - Q_{k_1}) + \omega_k \cdot b \cdot t_1 = 0; \quad (3)$$

$$\frac{d\mathcal{D}}{dQ_{k_i}} = \frac{d}{dQ_{k_i}} \left((A \cdot Q_{k_i} + B) \cdot E_k + \frac{b \cdot R_{2K}}{U^2} \sum_{i=n_{i-1}}^{t_i} [Q(t) - Q_{k_i}]^2 dt + \omega_k \cdot b \sum_{i=1}^n Q_{k_i} \cdot \Delta t_i \right) =$$

$$= -\frac{2b \cdot R_{2K}}{U^2} t_i (Q_{c_i} - Q_{k_i}) + \omega_k = 0 \quad (i = 2, \dots, n); \quad (4)$$

$$\frac{d\mathcal{D}}{dt_i} = \frac{d}{dt_i} \left((A \cdot Q_{k_i} + B) \cdot E_k + \frac{b \cdot R_{2K}}{U^2} \sum_{i=n_{i-1}}^{t_i} [Q(t) - Q_{k_i}]^2 dt + \omega_k \cdot b \sum_{i=1}^n Q_{k_i} \cdot \Delta t_i \right) =$$

$$= \frac{d}{dt_i} \left(\frac{R_{\text{ЭК}}}{U^2} \left\{ \int_{t_{i-1}}^{t_i} (Q(t) - Q_{k_i}) dt + \int_{t_i}^{t_{i+1}} (Q(t) - Q_{k_{i+1}})^2 dt \right\} \right) \quad (i = 1, \dots, n-1); \quad (5)$$

$$+ \frac{d}{dt_i} \left((t_i - t_{i-1}) \cdot \omega_k \cdot Q_{k_i} + (t_{i+1} - t_i) \cdot \omega_k \cdot Q_{k_{i+1}} \right) = 0$$

Здесь Q_{C_i} - средняя реактивная нагрузка согласно графику $Q(t)$ за время Δt_i работы i -й ступени батарей (рис.1).

Произведя ряд последовательных математических преобразований уравнений (3)-(5), получаем уравнения:

$$Q_{k_i} \cdot t_i = Q_{C_i} \cdot t_i - ((C_1 + C_2) \cdot t_i) / R_{\text{ЭК}}, \quad (6)$$

$$Q_{k_i} = Q_{C_i} - C_2 / R_{\text{ЭК}}, \quad (i = 2, \dots, n); \quad (7)$$

$$Q_{k_i} = 2Q_{C_{i-1}} - Q_{k_{i-1}} - 2C_2 / R_{\text{ЭК}}$$

$$(i=2, \dots, n), \quad (8)$$

$$\text{где } C_1 = (A \cdot E_k \cdot U^2) / 2b ;$$

$$C_2 = (\omega_k \cdot U^2) / 2.$$

Рис.2 иллюстрирует зависимости (6)-(8). Эти выражения имеют несколько существенных особенностей. Во-первых, в качестве параметра нагрузки используется не максимальная, а сред-

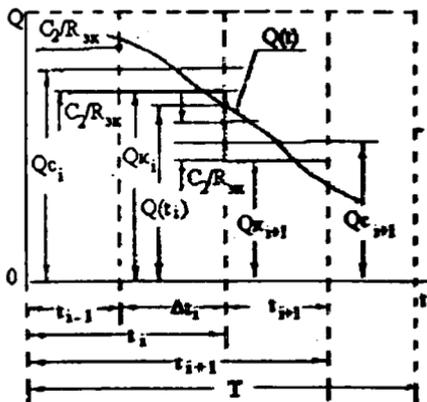


Рис. 2.

негодовая реактивная нагрузка, в связи с чем в формулы не входит время максимальных потерь от передачи реактивной мощности, которое само зависит от искомой оптимальной мощности конденсаторной батареи. Во-вторых, расчетные напряжения принимаются заданными, при этом не учиты-

вается его зависимость в конце линии от величины мощности конденсаторной батареи, которая, в свою очередь, зависит от напряжения.

Полученные зависимости (6)-(8) позволяют определять оптимальные параметры РКБ (номинальную мощность, число и мощность ступеней, диапазон времени работы каждой ступени). Методика предназначена для расчета параметров РКБ в сетях 0.38 кВ, с учетом характера изменения во времени реактивных нагрузок, и не требует большого объема информационного материала, присущего системному расчету КРМ.

ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЯ ПРИ ВОДОСНАБЖЕНИИ ГОРОДА

УДК 628.179.004.18

Гурин В.В., к.т.н., доц.,
Гагаков Ю.В., студент
(БАТУ)

Проблема энергосбережения приобретает в настоящее время все большую актуальность в связи с истощением невозобновляемых энергетических ресурсов и увеличением их стоимости.

Применение автоматизированных систем управления (АСУ) для локализации порывов в водопроводной сети города при помощи управляемых электрозатворов позволяет получить существенную экономию электрической энергии, снизить эксплуатационные расходы, повысить надежность и долговечность трубопроводов и насосов.

Город разбивается на районы, определяются диктующие точки. В них поддерживается определенный уровень давления. Микропроцессорный контроллер следит за давлением в этих точках и при резком его снижении выдает сигнал на закрытие затворов. Район аварии локализуется.

При применении АСУ время на обнаружение и локализацию порыва составляет 6...10 мин. При ручной локализации требуется примерно от 1,5 до 3-х часов. При этом, если учесть, что за время порыва при диаметре трубы 150 мм. утекает 858 куб.м. воды при ручной локализации и всего лишь 10 куб.м. при автоматической, то среднегодовая экономия воды составляет 12723 куб.м./год. Также экономится значительное количество электрической энергии, которое расходуется на восполнение воды при порыве. Эта цифра составляет порядка 1399570 кВт · ч/год. Учитывая нынешние быст-