

Рысалиев А.С.

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЕМ РАССРЕДОТОЧЕННЫХ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

УДК: 539.371

В статье предусмотрены вопросы по совершенствованию сельскохозяйственных машин и механизмов, улучшение комплектования, использования и обслуживания электроустановок, т.е. непосредственное повышение эффективности эксплуатации электрооборудования в сельскохозяйственном секторе.

In article questions on perfection of agricultural machines and mechanisms, improvement of acquisition, use and service of electro installations that is direct increase of efficiency of operation of electric equipment in agricultural sector are stipulated.

В последнее время с переходом к рыночной экономике произошли существенные изменения во многих отраслях народного хозяйства Кыргызской Республики (КР). В частности, такие изменения произошли в области электроэнергетики. Бывшая энергосистема КР разделена на несколько акционерных обществ. Например, акционерное общество "Северэлектро", "Востокэлектро", "Жалалабат-

электро", "Ошэлектро", "Электрические станции", "Национальная электрическая сеть Кыргызстана". Такие же изменения произошли в сферах потребления электроэнергии. Появились частные фирмы, хозяйства, частные центры общественного питания, фермерские крестьянские хозяйства и т.д. Эти потребители потребляют электроэнергию от собственной трансформаторной подстанции (ТП), по отдельным линиям электропередач, нуждаясь в установке отдельных систем учета электроэнергии. Одновременно изменилась стоимость электроэнергии в сторону увеличения. Все это заставило задуматься, как увеличить потребление электроэнергии с наименьшими затратами. Одним из способов, обеспечивающих достижение поставленной цели, является управление электропотреблением. Рассмотрим упрощенную схему электроснабжения рассредоточенных объектов (рис. 1).

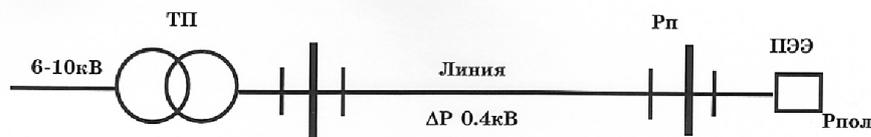


Рис. 1

где ПЭЭ – обобщенный приемник электроэнергии.

Потребляемая мощность $P_{П}$ в общем виде определяется как:

$$P_{П} = P_{ПОЛ} + \Delta P, \quad (1)$$

где $P_{ПОЛ}$ – полезная мощность, затраченная на выполнение работ, кВт; ΔP – суммарная потеря активной мощности от ТП до ПЭЭ, кВт, которая определяется из выражения:

$$\Delta P = \Delta P_{ТП} + P_{П} + \Delta P_{ПР}, \quad (2)$$

где $\Delta P_{ТП}$, $\Delta P_{П}$, $\Delta P_{ПР}$ – потери активной мощности, затрачиваемой в ТП, линии, в самом приемнике.

$$\Delta P_{ТП} = \Delta P_{хх} + \Delta P_{кз} K_3^2, \quad (3)$$

где $\Delta P_{хх}$ – потери активной мощности холостого хода, кВт; $\Delta P_{кз}$ – потери активной мощности короткого замыкания, кВт; K_3 – коэффициент загрузки.

Потери активной мощности в линии:

$$\Delta P_{П} = I^2 R, \quad (4)$$

где R – активное сопротивление линии, Ом; I – ток нагрузки, А или кА, т.е. потери активной мощности зависят от передаваемой нагрузки. Потери активной мощности, возникающие в ПЭЭ, зависят от типа приемника и в обычном виде определяются:

$$\Delta P_{ПР} = \Delta P_{хх} + \Delta P_{кз} K_3^2, \quad (5)$$

для асинхронных электродвигателей и сварочных трансформаторов, для других ПЭЭ определяется:

$$\Delta P = I^2 R_{ПР}, \quad (6)$$

где $R_{ПР}$ – активное сопротивление ПЭЭ.

Полезная мощность в общем виде выражается:

$$P_{ПОЛ} = f(I), \quad P_{ПОЛ} = f(I^2)$$

$$P_{ПОЛ} = const,$$

или

(7)

т.е. полезная мощность зависит от первой и второй степеней тока. Для асинхронных электродвигателей ток зависит от скольжения и изменяется по сложному закону.

Выражение (1) в общем виде можно записать:

$$P_{II} = f(I^2) + f(I_{xx})$$

$$P_{пол} = K_1 I^2 + K_2 I_{xx} \text{ или} \quad (8,9)$$

где K_1, K_2 – обобщенные коэффициенты пропорциональности.

Продифференцировав формулу (8), можно найти оптимальное значение тока, обеспечивающего минимум потребляемой мощности:

$$\frac{\partial P}{\partial I} = K_1 I + K_2 \quad (10)$$

Если регулятор настроить на оптимальное значение тока, то можно достичь минимального потребления активной мощности. Естественно, оплата за потребляемую электроэнергию будет минимальной. Но каждый рассредоточенный объект обеспечить таким регулятором очень трудно. Ниже рекомендуется несколько способов регулирования потребления активной мощности, которые потребитель может осуществить с минимальным расходом денежных средств.

1. Отключение. Ненужные ПЭЭ отключаются. Когда в них нет необходимости. Отключение можно осуществить вручную или автоматически (фотореле, термореле, программные часы, ограничители холостого хода).

2. Правильное сочетание естественных и искусственных систем освещения.

3. для асинхронного электродвигателя значение скольжения, обеспечивающего минимум потребляемой мощности,

$$S_p = \frac{r_2}{x_0} \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{x_0}{r_0 r_1}\right)^2}} \quad (11)$$

$$S_1 = \frac{r_2}{x_0} \quad (12)$$

или минимум тока статора:

где r_0, x_0 – активное и индуктивное сопротивления намагничивания, Ом; r_1, r_2 – активное сопротивление статора и ротора, Ом. По значению S_1 можно определить ток статора.

4. Компенсация реактивной мощности. Этот метод часто используется для уменьшения потери активной мощности.

Ток в сети после установки компенсирующих устройств определяется:

$$I^2 = I_p^2 + I_Q^2, \quad (13)$$

$$I = \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{3}U_n} = \frac{\sqrt{P^2 + (Q - Q_k)^2}}{\sqrt{3}U_n} \text{ или}$$

$$I^2 = \frac{(Q - Q_k)^2}{3U_n^2}, \quad (14)$$

где P, Q – потребляемая активная и реактивная мощности, кВт и квар; U_n – номинальное напряжение, кВ.

$$I^2 = \frac{P^2}{3U_n^2} + \frac{(Q - Q_k)^2}{2U_n^2}, \quad (15)$$

$$I_{опт}^2 = a(Q^2 - 2QQ_k + Q_k^2) \quad (16)$$

если в выражение (14) подставим оптимальное значение тока и соотношение I_p/I_Q обозначим K_3 , получим:

$$I_{опт}^2 = (1 + K_3) \frac{(Q - Q_k)^2}{3U_n^2} \quad (17)$$

или (18)

$$I_{опт} = K_3 I_Q + I_Q = (1 + K_3) I_Q$$

Для фиксированного значения K_3 обозначив, получим:

$$a = \frac{1 + K_3}{3U_n^2} \quad (19)$$

Решив это квадратное уравнение определим мощность компенсирующего устройства, обеспечивающего оптимальное значение тока.

При $Q = Q_k$, т.е. полная компенсация реактивной мощности, значение тока определяется только активной мощностью. Если $I_{опт} = I_p$, то можно осуществить полную компенсацию.

Из выше изложенного следует, что оптимальное значение тока находим из соотношения:

$$I_{опт} = I_{пост} + I_{пер}, \quad (20)$$

где $I_{пост}, I_{пер}$ – значения тока, который не зависит от нагрузки. Поэтому желательно, для уменьшения электропотребления добиться, чтобы постоянная составляющая ток была минимальной.

Нагрузка в общем виде бывает разнообразной. Для управления режимом необходимо для каждого потребителя определить оптимальное значение тока и из значений определить наименьшее. Затем принять допустимую погрешность. Это позволит определить границу изменения оптимального значения. Если все оптимальные значения входят в эту зону, то управление осуществлять по наименьшему значению оптимального тока, в противном случае – оптимальное значение тока, по которому будет определен режим по минимуму ущерба.

Литература:

Ильинский Н.Ф. и др. Электроснабжение в электроприводе. Кн. 2 -М.: Высшая школа, 1989. -145 с.