

Таким образом можно говорить о создании реальных технических предпосылок для организации двухпозиционного регулирования в навозном канале ССЦД, заключающемся в открытии шибера при достижении навозом в канале верхнего уровня и закрытии шибера при достижении потоком жидкой навозной фракции в месте размещения пассивного формирователя потока скорости меньшей значения размывающей скорости потока.

УДК 621.316.1;631.371

В.П.Счастный, кандидат технических наук;

А.И.Жуковский, инженер

К ВОПРОСУ О ВЗАИМОВЛИЯНИИ КОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ И НАДБАВОК ТРАНСФОРМАТОРОВ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ 0,38 кВ

Использование компенсирующих устройств (КУ) в электрических сетях позволяет снизить потери мощности и энергии, а также увеличить уровни напряжения в узлах сети. Экономичность работы сети должна достигаться с соблюдением технических требований нормальной работы сети и приемников. В процессе решения задачи оптимальной компенсации реактивной мощности необходимо учитывать уровни напряжения в сети.

В промышленных электрических сетях регулирование напряжения осуществляется с помощью устройств РПН на трансформаторах, что позволяет не учитывать данный параметр в процессе решения задачи оптимальной компенсации [1].

В сельских электрических сетях учет напряжения в процессе выбора КУ обязателен. Это обусловлено отсутствием устройств РПН на трансформаторах потребительских (ТП), а также более резким, чем в промышленных сетях, различием конфигураций графиков нагрузок.

Для решения данной задачи рассмотрим участок сети с активным сопротивлением R и индуктивным сопротивлением X . Потери активной мощности определим по выражению

$$\Delta P = (P^2 + Q^2) \cdot R / U_H^2 \quad (1)$$

С учетом мощности конденсаторной батареи, установленной в сети, выражение (1) будет иметь вид

$$\Delta P = \frac{P^2 \cdot R}{U_H^2} + \frac{(Q - Q_K)^2 \cdot R}{U_H^2}, \quad (2)$$

где Q_K - реактивная мощность конденсаторной батареи.

Разделив обе части уравнения (2) на величину Q , и сделав необходимые математические преобразования получим

$$\Delta P = \frac{P^2 \cdot R}{U_H^2} + \frac{Q^2 \cdot R \cdot (1 - C)^2}{U_H^2}, \quad (3)$$

где $C = Q_K / Q$ - степень компенсации реактивной мощности.

Выразив $Q = P \cdot \operatorname{tg}(\varphi)$, где $\operatorname{tg}(\varphi)$ - коэффициент реактивной мощности, получим

$$\Delta P = \frac{P^2 \cdot R}{U_H^2} + \frac{P^2 \cdot R \cdot \operatorname{tg}^2(\varphi) \cdot (1 - C)^2}{U_H^2}, \quad (4)$$

или

$$\Delta P = \frac{P^2 \cdot R}{U_H^2} + [1 + \operatorname{tg}^2(\varphi) \cdot (1 - C)^2]. \quad (5)$$

Проанализируем влияние степени компенсации реактивной мощности на величину потерь в линии при различных значениях $\cos(\varphi)$ нагрузки, задавшись произвольными исходными данными (например, $P = 100$ кВт, $R = 10$ Ом). Принимаем, что параметры P , R , $\operatorname{tg}(\varphi)$, и U_H в выражении (5) постоянны.

Из полученных зависимостей (рис. 1) видно, что при увеличении степени компенсации реактивной мощности, потери активной мощности в сети уменьшаются, достигая минимального значения при $C = 1$. Причем при более низком $\cos(\varphi)$ нагрузки, снижение потерь происходит более резко.

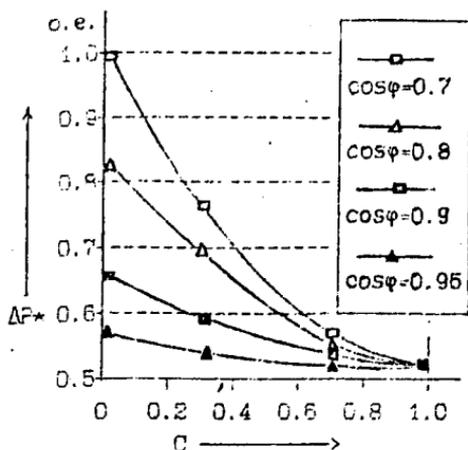


Рис. I. Зависимости нагрузочных потерь в сети от степени компенсации реактивной мощности.

На практике осуществить полную компенсацию потребляемой реактивной мощности не всегда возможно, так как установка в сети дополнительных конденсаторных мощностей приведет к снижению потерь напряжения в линии и, соответственно, к увеличению напряжения на зажимах электроприемников. Может получиться, что при $C = 1$ отклонение напряжения у электроприемников превысит допустимое значение.

Потери напряжения на участке сети с активным сопротивлением R и индуктивным сопротивлением X , с учетом мощности конденсаторной батареи равны

$$\Delta U = \frac{P \cdot R}{U_n} + \frac{(Q - Q_k) \cdot X}{U_n} \quad (6)$$

Разделив обе части выражения (6) на Q , и сделав ряд преобразований, получим

$$\Delta U = \frac{R \cdot P}{U_n} + \frac{Q \cdot X \cdot (1 - C)}{U_n} \quad (7)$$

Выразив $Q = P \cdot \operatorname{tg}(\varphi)$ и $X = R \cdot \operatorname{tg}(\varphi)$ в (7), получим

$$\Delta U = \frac{P \cdot R}{U_n} + \frac{P \cdot R \cdot \operatorname{tg}(\varphi) \cdot (1 - C)}{U_n} \quad (8)$$

или

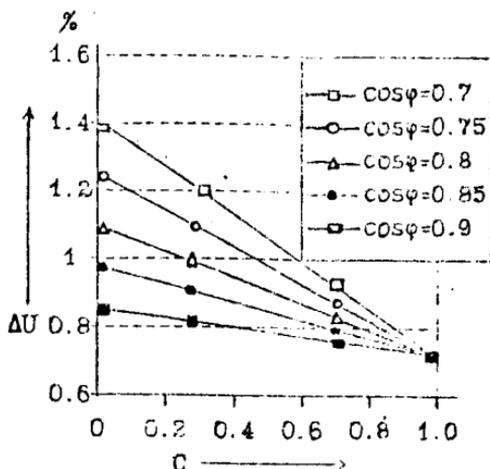
$$\Delta U = \frac{P \cdot R}{U_H} \cdot [1 + \operatorname{tg}^2(\varphi) \cdot (1 - c)] \quad (9)$$

Разделив это выражение на U_H , определяем относительное значение

$$\Delta U^* = \frac{P \cdot R}{U_H^2} \cdot [1 + \operatorname{tg}^2(\varphi) \cdot (1 - c)] \quad (10)$$

На рис. 2 показаны зависимости потерь напряжения в линии (%) от степени компенсации реактивной мощности при заданных выше параметрах.

Рис. 2. Зависимости потерь напряжения в линии от степени компенсации реактивной мощности.



С увеличением степени компенсации реактивной мощности, потери напряжения в линии уменьшаются. Причем при более низком $\cos(\varphi)$ происходит более значительное снижение потерь напряжения.

Выразим отклонение напряжения на зажимах электроприемников δU_H через отклонение напряжения на шинах потребительской ТП δU_w , потери напряжения в линии ΔU и надбавку напряжения в трансформаторе δU_A

$$\delta U_H = \delta U_w + \delta U_A - \Delta U \quad (11)$$

Подставив значение потерь напряжения в линии (10) в выражение (11), получим

$$\delta U_n = \delta U_w + \delta U_A - \frac{P \cdot R}{U_n^2} \cdot [1 + \operatorname{tg}^2(\varphi) \cdot (1 - C)]. \quad (12)$$

Проанализируем влияние степени компенсации реактивной мощности на значение δU_n , при различных δU_A , используя исходные данные, указанные выше, и задавшись $\cos(\varphi) = 0,7$, $\operatorname{tg}(\varphi) = 1$, $\delta U_w = +1\%$.

На рис. 3 представлены зависимости δU_n от C . Увеличение степени компенсации приводит к повышению напряжения на зажимах электроприемников. При $\delta U_A = +5\%$, отклонение напряжения (при заданных условиях) выходит за пределы допустимого значения. А это значит, что в данном случае увеличение степени компенсации до значения $C = 1$ не представляется возможным.

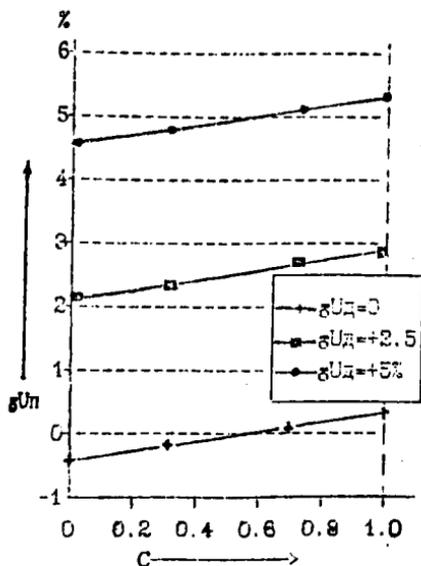


Рис. 3. Зависимости отклонения напряжения у потребителя от степени компенсации реактивной мощности при $\cos(\varphi) = 0,7$.

На рис. 4 представлены зависимости δU_n от C при различных значениях $\cos(\varphi)$ нагрузки сети. При увеличении значения коэффициента мощности в сети, отклонение напряжения у потре-

бителя может превышать нормируемое значение в зависимости от уровня компенсации реактивной мощности. Достичь минимальных потерь в сети можно манипуляцией надбавок трансформатора и величиной степени компенсации.

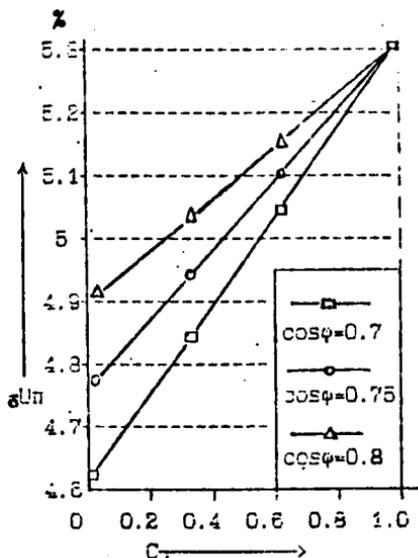


Рис. 4. Зависимости отклонения напряжения у потребителя от степени компенсации реактивной мощности при $\delta U_{\text{д}} = +5\%$.

Для решения данной задачи разработана программа для реализации на ПЭВМ алгоритма оптимизации.

Вывод. Разработанная методика позволяет производить выбор оптимальных параметров КУ и надбавок трансформаторов с учетом максимальной компенсации реактивной мощности и соблюдением технических требований нормальной работы сети и приемников. Она может быть использована при проектировании и эксплуатации сельских электрических сетей 0,38 кВ с потребительскими подстанциями, имеющими трансформаторы без РПН.

Л и т е р а т у р а

1. Железко Ю.С. Компенсация реактивной мощности в сложных электрических системах. - М.: Энергоиздат, 1981.