

**А.А.КОЛЧАНОВ**, магистр, НТУ «ХПИ»

**Ю.В.ВЛАДИМИРОВ**, канд. техн. наук, проф., НТУ «ХПИ»

### ОПТИМИЗАЦИЯ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМПРЕДПРИЯТИЙ

Рассмотрен вопрос оптимизации компенсации реактивной мощности в системах электроснабжения промпредприятий с точки зрения экономической привлекательности. Введено понятие коэффициента экономической (финансовой) привлекательности проекта

Розглянуто питання оптимізації компенсації реактивної потужності в системах електропостачання промпідприємств з точки зору економічної привабливості. Введено поняття коефіцієнта економічної (фінансової) привабливості проекту.

The question of optimization of indemnification a reactive-power is considered in the systems of электроснабжения of промпредприятий from point of economic attractiveness. The concept of coefficient of economic (financial) attractiveness of project is entered

**Постановка проблемы.** Одними из основных потребителей электроэнергии являются промышленные предприятия, которые наряду с потреблением активной мощности создают в сетях перетоки реактивной мощности. Компенсация реактивной мощности (КРМ) – одна из актуальных задач при оптимизации режима напряжения и электропотребления с целью снижения активных потерь и повышения качества электроэнергии. А, как известно, основным и самым эффективным мероприятием по снижению потерь в электрических сетях является установка в них устройств КРМ [1]. В настоящее время при переходе промышленности на энергосберегающий путь развития и с учетом всевозрастающих цен на электроэнергию данная проблема приобретает особую остроту.

**Анализ последних исследований и публикаций.** Вопросу КРМ уделяется большое внимание, о чем свидетельствует, например, проведение Круглого стола по этому вопросу [2]. Имеется ряд публикаций, в частности [3], по отдельным аспектам данной проблемы, однако отсутствуют публикации с исследованиями по выбору и оптимизации схем КРМ в сетях помпредприятий.

**Цель статьи.** Установить критерии выбора (оптимизации) проектов внедрения устройств КРМ с точки зрения их экономической (финансовой) привлекательности.

**Основные материалы исследований.** В качестве объекта исследований принята схема электроснабжения среднего промпредприятия с потребляемой мощностью 5÷75 МВт. Данные предприятия составляют преобладающую массу промышленных потребителей электроэнергии, получающих питание от сети 110 кВ.

На рис.1 представлена схема электроснабжения промпредприятия и возможные способы КРМ.

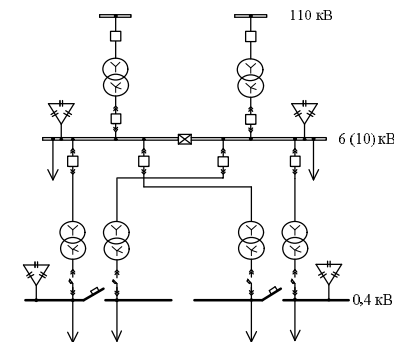


Рис. 1 – Схема электроснабжения и способы компенсации реактивной мощности в сети промпредприятия

Для сравнения возможных вариантов (проектов) КРМ в схемах промпредприятий были определены суммарные затраты предприятий на оплату активной электроэнергии, перетоки реактивной энергии и капитальные затраты на установку устройств КРМ.

Так, суммарные затраты предприятия при отсутствии КРМ составляют

$$Z_{\text{общ. без. комп}} = P_a + P_r, \quad (1)$$

где  $P_a$  – плата за потребленную активную электроэнергию, грн;  $P_r$  – плата за потребленную реактивную электроэнергию, грн.

$$P_a = W_a \cdot C_a, \quad (2)$$

где  $W_a$  – количество потребленной предприятием активной электроэнергии, кВт·ч;  $C_a$  – тариф на электроэнергию, грн/кВт·ч. Плата за потребленную реактивную электроэнергию должна определяться согласно Методики [6], однако на практике энергоснабжающие организации выставляют предприятиям просто тариф на реактивную электроэнергию ( $C_r$ ). Поэтому плата за реактивную электроэнергию составляет

$$P_r = W_r \cdot C_r, \quad (3)$$

Суммарные затраты предприятия в случае внедрения устройств КРМ составят

$$Z_{\text{общ.с комп.}} = \Pi_a' + Z_{\Sigma\text{КУ}}, \quad (4)$$

где  $\Pi_a'$  – плата за потребленную активную электроэнергию при использовании КРМ, грн.;

$$Z_{\Sigma\text{КУ}} = Z_{\text{КУ}10} + Z_{\text{КУ}0,4}, \quad (5)$$

где  $Z_{\text{КУ}10}$ ,  $Z_{\text{КУ}0,4}$ – затраты на компенсирующие устройства на напряжение 10 кВ и 0,4 кВ, соответственно.

Годовая экономия денежных средств на предприятии ( $\Theta$ ) за счет внедрения устройств КРМ составит

$$\Theta = Z_{\text{общ.без.компл}} - \Pi_a'. \quad (6)$$

Проведены исследования при различных тарифах (существующих в настоящее время) на активную и реактивную электроэнергию, а также ценах на устройства КРМ показали, что срок окупаемости проектов по внедрению компенсирующих устройств в сетях промпредприятий составляет менее двух месяцев. Поэтому такие экономические показатели, как период окупаемости, чистая приведенная стоимость, а также внутренняя норма рентабельности не могут служить критериями для сравнения проектов внедрения КРМ. Авторами было предложено введение понятия коэффициента экономической (финансовой) привлекательности проекта ( $\alpha$ ).

$$\alpha = \Theta / Z_{\Sigma\text{КУ}}. \quad (7)$$

Однако, поскольку этот коэффициент не отражает объем необходимых капиталовложений, то при сравнении вариантов необходимо учитывать также их размер.

На рис.2 и 3 в качестве примера экономической эффективности внедрения устройств КРМ приведены графики абсолютной экономии денежных средств (рис.2) и коэффициента  $\alpha$  (рис.3) для предприятия с потребляемой мощностью 30 МВт при однофазной работе.

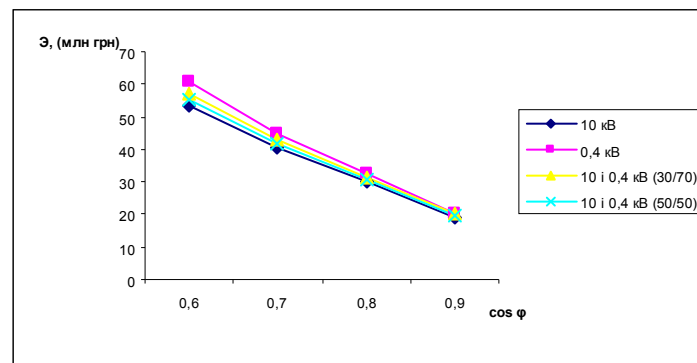


Рис. 2 - График зависимости экономии средств при разных способах КРМ

Для расчетов использовались реальные тарифы на электроэнергию «N» - предприятия -

$\Pi_a = 0,6981$  грн/кВт.ч;  $\Pi_p = 0,6653$  грн/квар.ч. Цена устройств КРМ принята по [7]

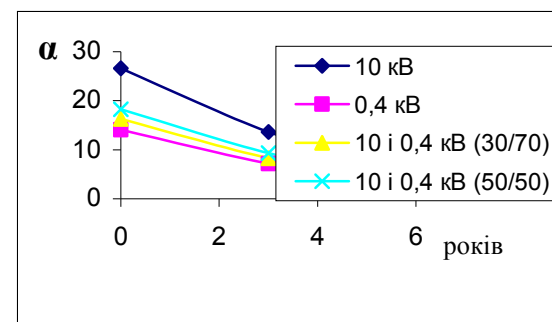


Рис. 3 - График сравнения различных способов КРМ (при ставке дисконта 25 %)

Исследования показали, что коэффициент экономической (финансовой) привлекательности  $\alpha$  не зависит от потребляемой мощности предприятием, а только от выбранного способа компенсации.

Расчеты показали также, что чем меньше эквивалентное активное сопротивление сети внутреннего электроснабжения промпредприятия, тем более экономически привлекательнее вариант централизованной КРМ на шинах 6 (10) кВ главной понизительной подстанции предприятия

**Вывод:** Предложенный коэффициент экономической (финансовой) привлекательности  $\alpha$  с учетом необходимых капиталовложений может служить экономическим инструментом выбора проекта КРМ.

**Список литературы:**1. Железо Ю.С. Выбор мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях: Руководство для практических расчетов. - М: Энергоатомиздат, 1989.-176с. 2. Проблемні питання компенсації реактивної потужності. Інформація про підготовку та хід засідання круглого столу // Промелектро.-2004.-№5.-С.4-11. 3. Ефимовский А.В. Целесообразность использования синхронного двигателя в качестве компенсатора реактивной мощности / А.В.Ефимовский, Ю.В. Владимиров // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут». Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Енергетика: надійність та енергоефективність.-Харків: НТУ «ХПІ» -2010. №1; - С.87-93. 4. Наказ Міністерства палива та енергетики України №19 від 17січня 2002 р. м.Київ. «Методика обчислення плати за перетікання реактивної електроенергії між електропередавальною організацією та її споживачами». 5. Прайс фирмы ЗАО «Матис- Электро» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: //www. matic.ru.

*Поступила в редколлегию 06.04.2012*