Исходя из сравнительного анализа антипиренов, приведенных в таблице 1, видно, что самыми эффективными материалами, снижающими горючесть полимеров, являются бромсодержащие антипирены. В связи с развитием химической промышленности, мы очень надеемся, что в скором времени ученые найдут пути повышения качества антипиренов, которые будут уникальны для состава любого материала.

Список литературы

1. https://dic.academic.ru/dic.nsf/ruwiki/82256
2. http://plastproduct.ru/vidy_antipirena

УДК 620.91

РАСЧЕТ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

И. Х. Сиддиков, М. С. Сапаев, Х. А. Саттаров, А. Б. Абубакиров, Н. Н. Мирзоев, О. Р. Дехконов

Ташкентский университет информационных технологий им. Мухаммада ал-Хоразмий (Республика Узбекистан)

Одним из основных вопросов, связанных с повышением качества электроэнергии в сетях, решаемых как на стадии проектирования, так и на стадии эксплуатации систем промышленного электроснабжения, является вопрос о компенсации реактивной мощности, включающий выбор целесообразных источников, расчет и регулирование их мощности, размещение источников в системе электроснабжения. Приемники и преобразователи электроэнергии, имеющие в конструкции обмотки (силовые преобразователи, трансформаторы, электродвигатели и др.), потребляют не только активную мощность, но и реактивную. При передаче электроэнергии по электрическим сетям системы электроснабжения (СЭС) источников реактивной мощности (ИРМ), в них возникают потери активной мощности, за которые расплачивается потребитель. Альтернативой дополнительной плате за электроэнергию является установка в электрической сети ИРМ.

На большинстве объектах с электрооборудованиями высокого напряжения компенсация реактивных нагрузок осуществляется за счет перевозбуждения имеющихся синхронных компенсаторов (СК) с высоким напряжением (6–10 кВ) или путем размещения в электрической сети СЭС конденсаторных батарей – ИРМ высокого (ВКБ) и низкого (НКБ) напряжения.

Как показал проведенный анализ, потери электроэнергии в СК, обусловленные генерацией ими РМ, минимальны при работе электроприемников с небольшим потреблением РМ. Рост выработки РМ сопровождается резким ростом потерь электроэнергии, нагревающих прежде всего узлов

СК. Исследования также показали, что использование на низковольтных СК любой мощности, а также высоковольтных КС мощностью ниже 1600 кВт неэкономично.

Следует заметить, что даже при избыточной РМ мощных высоковольтных КС и генераторов, позволяющей соблюсти договорные параметры с поставщиком электроэнергии, потребитель не застраховано от неоправданных потерь последней. Замечание характерно особенно для электрических нагрузок, обладающих протяженными электрическими сетями с высоким напряжением и большим числом понижающих силовых трансформаторов (Т) 10(6)/0,4 кВ объектов СЭС.

Как показало опыт эксплуатации электрических сетей и электроприемников объектов СЭС, косинусные конденсаторные установки для них являются более распространенными ИРМ.

Мощность источника реактивной электроэнергии пропорциональна квадрату напряжения, частоте и его емкости:

$$Q_k = U^2 \cdot \omega \cdot C, \tag{1}$$

где: Q_k – реактивная мощность конденсаторной установки; U – напряжение электрической сети ТК; ω – угловая частота; С – емкость конденсаторной установки.

Применение встраиваемых микро-ЭВМ в блоке микропроцессорного комбинированного автоматического управления источниками реактивной мощности дает возможность снизить ущерб от повреждения электротехнического и электроэнергетического оборудования и повысить качество вырабатываемой электроэнергии.

Для примера определим дополнительные потери активной мощности ΔP в трансформаторе (Т) и кабельных линиях (КЛ) СЭС длиной 400 м сечением 50 мм^2.

Допустим, до установки НКБ на объекте СЭС имеется электрическая нагрузка: $P = 700$кВт, $Q_1 = 500$кВАр, $S_1 = 860$кВА, коэффициент загрузки $K_{З1} = 0{,}86$, время максимальных потерь электроэнергии: τ =5000 ч.

После установки НКБ нагрузка объекта СЭС будет иметь следующие значения: $Q_2 = 100$кВАр, $S_2 = 707$кВА, $K_{З2} = 0{,}707$.

Ток протекающий по электрическим сетям объекта СЭС определяются следующим образом:

$$I_1 = \frac{S_1}{U\sqrt{3}} = \frac{860}{(10{,}5 \cdot 1{,}73)} = 47\,A; \tag{2}$$

$$I_2 = \frac{S_2}{U\sqrt{3}} = \frac{707}{(10{,}5 \cdot 1{,}73)} = 39\,A. \tag{3}$$

Дополнительные потери мощности в кабеле ВН:

$$\Delta P_K = 3R_K\left(I_1^2 - I_2^2\right) = 3 \cdot 0{,}248(472 - 392) = 0{,}52\,\text{кВт}. \tag{4}$$

Дополнительные потери мощности в Т $\Delta P_{\text{Т}}$ объекта СЭС зависят от его нагрузочных $(\Delta P_{КЗ})$ потерь:

$$\Delta P_{\text{Т}} = \Delta P_{КЗ}\left(K_{31}^{2} - K_{32}^{2}\right) = 10{,}6(0{,}862 - 0{,}7072) = 2{,}54 \text{ кВт}. \quad (5)$$

Суммарные потери мощности:

$$\Delta P = \Delta P_{K} + \Delta P_{T} = 0{,}52 кВт + 2{,}54 кВт = 3{,}06 кВт. \quad (6)$$

Экономия электроэнергии по объектам СЭС за год составит:

$$\Delta Э = \Delta P \cdot \tau = 3{,}06 \cdot 5000 = 15300 \text{ кВт} \cdot \text{ч}. \quad (7)$$

Увеличение пропускной способности Т и кабельных линиях объектов СЭС можно учесть соответствующими долями их стоимости.

Для силового трансформатора ТС:

$$\Delta K_{T} = K_{T}(S_{1} - S_{2}) / S_{1} = 500000\,(860 - 707)/860 = 88953 \text{сум}. \quad (8)$$

Для кабелей с длительно допустимым током $I_{Д} = 130\,A$:

$$\Delta K_{K} = K_{K}(I_{1} - I_{2}) / I_{1} = 62000 \cdot (47 - 39)/130 = 3815 \text{сум}. \quad (9)$$

Срок окупаемости НКБ:

$$T_{OK} = \left(K_{KУ} - \Delta K_{T}\right)/\left(C_{ср} \cdot \Delta Э\right) = \left(160000 - 88953 - 3815\right)/\left(0{,}77 \cdot 15300\right) = 5{,}7 \text{ года}. \quad (10)$$

Показатель эффективности данного мероприятия определяется следующим образом:

$$Пэфф = \left(\frac{T_{OK\,НОРМ} - T_{OK}}{T_{OK\,НОРМ}}\right) \cdot 100\% = \left(\frac{8 - 5{,}7}{8}\right) \cdot 100\% = 28{,}75\%. \quad (11)$$

Схема соединения микропроцессорного блока комбинированного управления (МПБУ) ИРМ реализована на основе микро-ЭВМ и представлена на рис. 1.

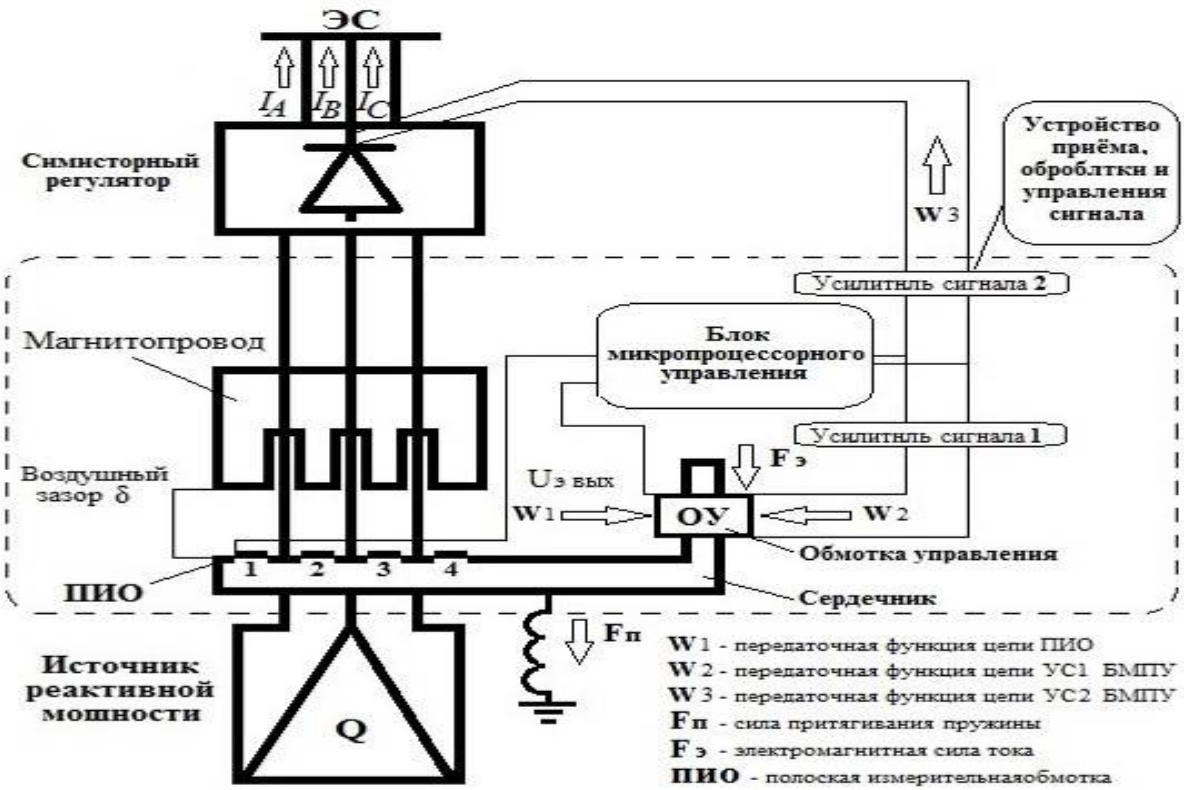

Рис. 1. Схема соединения микропроцессорного блока комбинированного управления источниками реактивной мощности

Разработанный алгоритм и методика расчета технико-экономических показателей применения МПБУ в схемах применения ИРМ дает пессимистичный срок окупаемости использования ИРМ в объектах СЭС.

Удельная стоимость ВКБ оказывается вдвое меньшей, чем НКБ. Однако постоянная составляющая затрат для ВКБ оказывается выше за счет большей стоимости подключения их к электрическим сетям объектов СЭС.

Параметры регулируемой НКБ – количество и мощность ступеней регулирования, мощность нерегулируемой части – определяются суточным графиком потребления РМ электроприемниками.

Для изменения напряжения на один процент от номинального значения необходимо за трансформатором $1000\ кВА$ изменить РМ на $180\ кВАр$, за трансформатором $1600\ кВА$ - $240\ кВАр$, за кабельной линией $0{,}38\ кВ$ длиной $100\ м$ - $240\ кВАр$, за кабельной линией $10\ кВ$ длиной $1000\ м$ - $12500\ кВАр$.

На основе выполненного расчета и проведенные исследования можно сделать вывод о том, что, предложенная методика выбора и применения источников реактивной мощности и микропроцессорное комбинированное управления ими позволяет на 28,7 % уменьшить срок окупаемости внедренной технологии и элементов управления потреблением реактивной мощности и повышается эффективность энергосберегающих мероприятий, осуществляемых в объектах СЭС.

Список литературы

1. Заездный А. М., Кушнир В. Ф., Ферсман Б. А. Теория нелинейных электрических цепей. М. : Связь, 1968.

УДК 620.91

АНАЛИЗ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО И ПЕРЕМЕННОГО ТОКОВ В СЕТЯХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

И. Х. Сиддиков, Б. Ж. Мамажонов, Ф. Д. Назаров, С. М. Абдуллаева, А. Маликов, М. М. Максудов, И. М. Хонтураев
Ташкентский университет информационных технологий им. Мухаммада ал-Хоразмий (Республика Узбекистан)

В последние годы в системах электроснабжения получили развитие новые методы и преобразователи тока, такие как магнитогальванические, магнитооптические электромагнитные преобразователи тока в напряжение, которые имеют высокие метрологические и технические характеристики и весьма перспективы для применения управления постоянным и переменным током в гибридных системах контроля и управления электроснабжения в распределенных телекоммуникационных системах.

Рассмотрим электромагнитные преобразователи тока в напряжение с плоскими измерительными обмотками (ЭМПТН с ПИО), которые благода-