

КОМПЕНСАТОРЫ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ КАК СРЕДСТВО ПОВЫШЕНИЯ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ

Актуальность вопросов энергоэффективности стала очевидной в 70-х годах XX века после нефтяного экономического кризиса. По его итогам многие западные страны предприняли усилия по энергосбережению и повышению энергетической эффективности. В России же о сокращении энергоёмкости производства задумались лишь 30 лет спустя.

Указом Президента РФ от 4 июня 2008 г. № 889 «О некоторых мерах по повышению энергетической и экологической эффективности российской экономики» была определена цель – снизить энергоёмкость ВВП на 40% от уровня 2007 г. С этого момента энергоэффективность – один из главных приоритетов развития экономики страны.

Для достижения указанных целей была принята государственная программа «Энергосбережение и повышение энергетической эффективности на период до 2020 года» (утверждена Правительством РФ от 27.12.2010 г. № 2446-р). Одна из основных целей Программы – снижение потерь электрической энергии (ЭЭ).

Потери ЭЭ являются следствием потерь активной мощности на активном сопротивлении электрооборудования. Связь между этими величинами определяется временем протекания электрической мощности по элементу сети электроснабжения: $\Delta Э = \Delta P \cdot E$

Для энергоёмких производств эта сумма может быть очень большой. Можно сказать, что минимум 3% от суммы счёта за потреблённую ЭЭ уходит на оплату потерь ЭЭ. Чёткой верхней границы данного соотношения нет: это может быть и 5%, и 10%, и даже 20%.

Нагляднее оценивать потери ЭЭ в финансовых издержках потребителя, умножив рассчитанные потери ЭЭ на тариф отпускаемой электрической энергии: $I_{\Delta Э} = \Delta Э \cdot C$

На примере схемы электроснабжения группы электроприёмников (рис. 1) рассмотрим способы снижения потерь электроэнергии, возникающие в сопротивлении кабельной линии (КЛ).

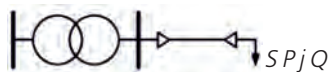


Рис. 1. Схема электроснабжения группы электроприёмников.

Потери активной мощности для кабельной линии будут определяться по следующей формуле:

$$\Delta P_{КЛ} = \frac{P^2_H + Q^2_H}{U^2_{НОМ}} \cdot C_K$$

Возможны 4 способа снижения потерь электроэнергии:

- снижение перетока активной мощности. При сохранении прежней производительности данное мероприятие возможно только при использовании более совершенных средств производств. Идеальным примером данного способа является замена ламп накаливания на энергосберегающие;
- увеличение номинального напряжения. Данное мероприятие крайне затратно и на практике не применяется;
- уменьшение активного сопротивления, что возможно при увеличении сечения токопроводящей жилы кабельной линии. Для уменьшения потерь активной мощности на практике данный способ не используется;
- снижение перетока реактивной мощности или, как его называют в научных кругах, компенсация реактивной мощности – самый популярный и наиболее эффективный способ снижения потерь электроэнергии.

Единственно применяемым способом компенсации реактивной мощности в сетях 0,4 кВ являются конденсаторные батареи. Это надёжная и недорогая технология, которая отработалась десятилетиями, она устроена просто. Для рассмотренной ранее группы электроприёмников схема с компенсацией реактивной мощности будет выглядеть так (рис. 2):

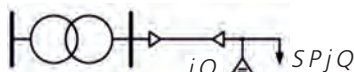


Рис. 2. Компенсация реактивной мощности нагрузки.

Вырабатываемая конденсаторами реактивная мощность компенсирует часть потребляемой нагрузкой реактивной мощности. Уже известное соотношение для определения потерь активной мощности в кабельной линии для случая с компенсацией реактивной мощности примет вид:

$$\Delta P^*_{КЛ} = \frac{P^2_H + (Q_H - Q_{БК})^2}{U^2_{НОМ}} \cdot R_{КЛ}$$

Чем выше степень компенсации, тем ниже потери активной мощности и финансовые издержки. Чтобы понять, насколько компенсация реактивной мощности поможет с повышением энергоэффективности, нужно вспомнить соотношение между активной и реактивной мощностью: $Q = P \cdot \operatorname{tg} \varphi$, где $\operatorname{tg} \varphi$ – коэффициент реактивной мощности, который определяется из коэффициента мощности $\cos \varphi$, характеризующий электропотребление.

Соотношение для определения потерь активной мощности:

$$\Delta P^*_{КЛ} = \frac{P^2_H + [I_H - (\operatorname{tg} \varphi)]^2}{U^2_{НОМ}} \cdot R_{КЛ}$$

Сравним потери активной мощности для случая 100% компенсации и при её отсутствии:

$$\frac{\Delta P^*_{КЛ}}{\Delta P_K} = \frac{1}{1 + (\operatorname{tg} \varphi)^2} = (\cos \varphi)^2$$

Из полученного выражения получаем соотношение между издержками при скомпенсированной нагрузке и при отсутствии компенсации:

$$I^*_{\Delta Э} = I_{\Delta Э} \cdot (\cos \varphi)^2$$

Если нагрузка имеет низкий коэффициент мощности (0,7 и ниже), то компенсация реактивной мощности – мероприятие,

позволяющее сократить издержки на оплату потерь ЭЭ в два и более раз.

Важно помнить, что конденсаторные установки чувствительны к уровню качества электрической энергии в точке включения, а именно к форме кривой напряжения. Конденсаторы шунтируют гармоники тока высоких порядков, что приводит к перегреву электролита и последующему выходу установки из строя. Поэтому перед установкой важно проверить качество электрической энергии. В случае сильного искажения синусоидальности напряжения необходима установка фильтрующих дросселей последовательно с конденсаторами.

Итак, энергоэффективность – важный показатель работы потребителей электроэнергии, добиться которого без снижения потерь электрической энергии невозможно. Установка конденсаторных батарей для компенсации реактивной мощности – очень эффективная мера по снижению потерь. Если вы используете компенсацию, не экономьте на измерениях качества электрической энергии, выберите оборудование известных фирм (ABB, ETI) с возможностью дискретного регулирования вырабатываемой мощности, в случае сильного искажения синусоидальности кривой напряжения не пренебрегайте установкой фильтрующих дросселей. Тогда ваше оборудование прослужит долго и позволит сэкономить большие деньги на оплате счетов электроэнергии.

ОЦЕНКА ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ УСТРОЙСТВ КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

На примере обобщённой схемы питания (рис. 3) промышленного предприятия оценим экономический эффект от установки устройств компенсации реактивной мощности.

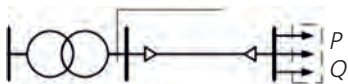


Рис. 3. Обобщённая схема питания промышленного предприятия.

Исходные данные для расчёта:

- расчётную активную мощность предприятия P_n примем равной 100 кВт;
- коэффициент мощности $\cos\varphi$ промышленного предприятия близок к 0,7, расчётная реактивная мощность Q_n составит 100 кВар;
- промышленное предприятие питается от понижающей подстанции 10/0,4 кВ посредством кабельной линии длиной 500 м и сечением алюминиевой части 240 мм²;
- граница балансовой принадлежности находится на стороне низшего напряжения понижающей подстанции, т.е. предприятие платит за электроэнергию

согласно показаниям счётчиков, установленных в начале кабельной линии;

- число часов работы предприятия с расчётной нагрузкой примем равным 4000 ч в год.

Потери активной мощности в кабельной линии:

$$\Delta P_{\text{кл}}^* = \frac{P_n^2 + Q_n^2}{U_{\text{НОМ}}^2} \cdot R_{0\text{кл}} \cdot L_{\text{кл}} =$$

$$= \frac{100^2 + 100^2}{0,4^2} \cdot 0,125 \cdot 0,5 = 7,8 \text{ кВт}$$

Потери электроэнергии:

$$\Delta \mathcal{E}_{\text{кл}} = \Delta P_{\text{кл}} \cdot T = 7,8 \cdot 4000 =$$

$$= 31200 \text{ кВт} \cdot \text{ч}$$

Финансовые издержки на оплату потерь электрической энергии:

$$I_{\Delta \mathcal{E}} = \Delta \mathcal{E} \cdot C = 31200 \cdot 4,10295 =$$

$$= 12801 \text{ руб.}$$

Оценим издержки при установке устройства компенсации реактивной мощности КРМ-0,4-100-4-10 на сборные шины нагрузки (рис. 4).

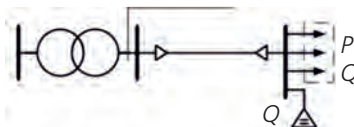


Рис. 4. Установка устройства КРМ на предприятии.

Мощность устройства позволяет добиться полной компенсации реактивной мощности нагрузки и снизить потери активной мощности вдвое. Финансовые издержки на оплату потерь электроэнергии составят 64 000 руб. Таким образом, установка КРМ-0,4-100-4-10 стоимостью 83 771 руб. окупается менее чем за 2 года (с учётом амортизационных отчислений и издержек на эксплуатацию).

Здесь разобран один частный случай. Каждый потребитель электроэнергии обладает уникальными характеристиками, схемой питающей сети и её силовыми элементами. Используя рассмотренный алгоритм расчёта, не составит труда оценить экономический эффект для конкретного случая и поделиться с целесообразностью установки устройств КРМ.



ООО «АМК-Электро»
111250, г. Москва,
пр. Завода Серп и Молот,
д. 3а, стр. 2
тел.: +7 (495) 979 6716
+7 (495) 979 6990
e-mail: amk-electro@mail.ru
www.amk-electro.ru