УДК 621.316

Н.Н. НУРУЛЛОЕВ, студент (КузГТУ)
Р.В. БЕЛЯЕВСКИЙ, зам. директора по НИР ИЭ (КузГТУ)
г. Кемерово

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕРОПРИЯТИЙ ПО КОМПЕНСАЦИИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

В современных условиях дефицита энергоресурсов проблемы энергосбережения приобретают все более важное значение. Принятый Федеральный закон от 23.11.2009 № 261-ФЗ «Об энергосбережении и о повышении энергетической эффективности…» и Энергетическая стратегия России на период до 2035 года призваны обеспечить реализацию в стране потенциала организационного и технологического энергосбережения и снижение энергоемкости валового внутреннего продукта на 40 % к 2020 г.

Следует отметить, что значительная часть указанного потенциала энергосбережения обусловлена высокими потерями электроэнергии в электрических сетях. При этом большое влияние на потери электроэнергии оказывает реактивная мощность. Наличие передаваемой по электрическим сетям реактивной мощности приводит не только к увеличению потерь электроэнергии, но и к снижению их пропускной способности, увеличению потерь напряжения, снижению качества электроэнергии.

Сама по себе реактивная мощность определяет периодический обмен электрической энергией между источником и электроприемником с двойной частотой по отношению к частоте переменного тока без преобразования ее в другой вид энергии и может рассматриваться как характеристика скорости обмена электроэнергией между источником и магнитным полем электроприемника [1]. Суммарная энергия, связанная с существованием этой составляющей мгновенной мощности, равна нулю. Ее появление, очевидно, связано с наличием в системе производства, передачи и распределения электроэнергии элементов, в которых возможно периодическое накопление и последующий возврат определенного количества энергии. В противном случае обмен электрической энергией между источником и электроприемником был бы невозможен.

Реактивная мощность может рассматриваться как характеристика скорости обмена электрической энергией между источником и магнитным полем электроприемника. В отличие от активной мощности реактивная мощность не выполняет непосредственно полезной работы, она служит для создания переменных магнитных полей в индуктивных электроприемниках (например, в асинхронных двигателях, силовых трансформаторах и др.), непрерывно циркулируя между источником и потребляющими ее электроприемниками.

При этом реактивная мощность оказывает существенное влияние на такие параметры системы электроснабжения, как потери мощности и электроэнергии, пропускная способность и уровни напряжения в узлах сети.
При передаче реактивной мощности возникают дополнительные потери мощности и электроэнергии в элементах системы электроснабжения, обусловленные их загрузкой реактивной мощностью. Кроме того, загрузка реактивной мощностью линий электропередачи и силовых трансформаторов снижает их пропускную способность и требует увеличения сечений проводов и кабелей, увеличения номинальной мощности или числа трансформаторов и т.п. При передаче реактивной мощности также возникают дополнительные потери напряжения в элементах системы электроснабжения.

На сегодняшний день значительная часть реактивной мощности потребляется также в коммунально-бытовом секторе [2]. Увеличение доли потребителей с нелинейной вольт-амперной характеристикой в последнее годы привели к существенному увеличению объемов реактивной мощности, передаваемой по данным электрическим сетям.

В целях снижения реактивной мощности должна осуществляться компенсация реактивной мощности. В общем случае под компенсацией реактивной мощности понимается снижение реактивной мощности, циркулирующей между источником и потребляющими ее электроприемниками [3]. Компенсация реактивной мощности обеспечивает соблюдение условия баланса реактивной мощности, снижает потери мощности и электроэнергии в сети, а также позволяет осуществлять регулирование напряжения посредством применения компенсирующих устройств.

Мероприятия по компенсации реактивной мощности могут быть разделены на две группы: организационные и технические. Организационные мероприятия связаны с естественным уменьшением реактивной мощности, потребляемой электроприемниками, и не требуют применения специальных компенсирующих устройств. Технические мероприятия заключаются в установке компенсирующих устройств в соответствующих точках системы электроснабжения.

Значительного экономического эффекта от компенсации реактивной мощности можно достичь при правильном сочетании различных мероприятий, которые должны быть технически и экономически обоснованы.

Основными техническими средствами, с помощью которых может осуществляться компенсация реактивной мощности, являются: батареи конденсаторов, синхронные компенсаторы, синхронные двигатели, статические тиристорные компенсаторы и др.

Наибольшее распространение в качестве компенсирующих устройств получили комплектные конденсаторные установки (ККУ). ККУ могут работать лишь как источники реактивной мощности. Они представляют собой отдельные конденсаторы, соединенные вместе путем последовательно-параллельного соединения. Конденсаторы, из которых комплекту-

ются ККУ, изготавливаются на различные номинальные напряжения и мощности в одно- и трехфазном исполнениях.

В настоящее время выпускаются ККУ на различные номинальные напряжения для внутренней и наружной установки. Диапазон номинальных мощностей таких установок достаточно широк, причем большинство типов современных комплектных конденсаторных установок оборудовано устройствами для одноступенчатого или многоступенчатого регулирования мощности.

К основным достоинствам ККУ относятся:

– малые удельные потери активной мощности;

– простота производства монтажных работ (малые габариты, масса, отсутствие фундаментов);

– простота эксплуатации (ввиду отсутствия вращающихся и трущихся частей);

– возможность установки БК в любой точке сети, что позволяет размещать их непосредственно у мест потребления реактивной мощности и даже внутри некоторых электроприемников (например, светильники для газоразрядных ламп);

– возможность использования для установки БК любого сухого помещения;

– возможность увеличения установленной мощности БК.

Недостатками ККУ являются:

– зависимость генерируемой реактивной мощности от напряжения;

– отрицательный регулирующий эффект, т. е. при снижении напряжения в сети БК снижают выдаваемую реактивную мощность, что приводит к еще большему уменьшению напряжения;

– недостаточная прочность, особенно при коротких замыканиях и перенапряжениях;

– чувствительность к искажениям формы кривой питающего напряжения;

– ступенчатое регулирование реактивной мощности.

Тем не менее, ККУ достаточно хорошо зарекомендовали себя в качестве компенсирующих устройств на промышленных предприятиях. Хорошие перспективы они могут найти и при использовании их в коммунально-бытовом секторе.

В дальнейшем нами планируется создать лабораторный стенд по исследованию процессов потребления и генерации реактивной мощности с подключением характерных электроприемников коммунально-бытовой нагрузки. На рис. 1 приведена блок-схема стенда.

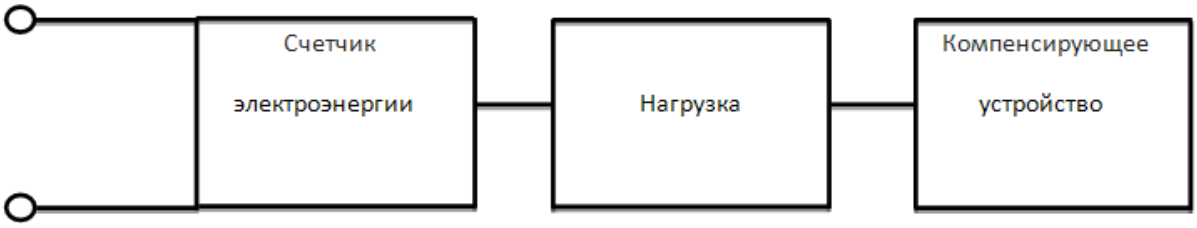

Рис. 1. Блок-схема лабораторного стенда

На рис. 2 показан пример схемы с подключением осветительной нагрузки в виде компактной люминесцентной лампы.

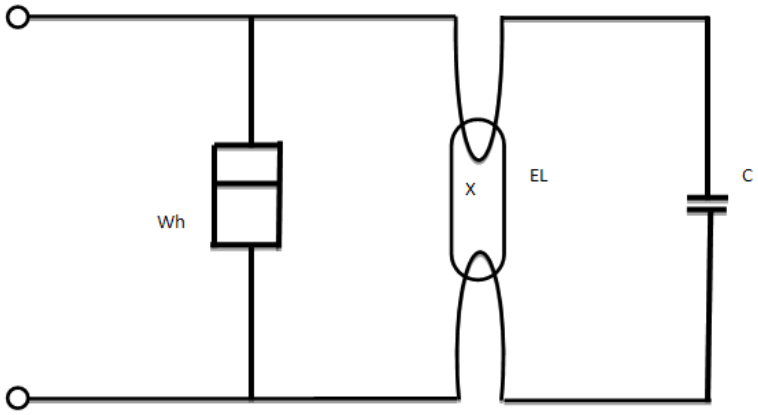

Рис. 2. Подключение осветительной нагрузки

Исследование процессов потребления и генерации реактивной мощности с помощью разрабатываемого стенда позволит повысить эффективность процесса компенсации реактивной мощности в коммунально-бытовом секторе и будет способствовать реализации потенциала организационного и технологического энергосбережения.

Список литературы:

1. Беляевский, Р. В. Вопросы компесации реактивной мощности : учеб. пособие для студентов специальности 140211 «Электроснабжение» очной формы обучения / Р. В. Беляевский. – Кемерово: КузГТУ, 2011. – 132 с.

2. Попов, Ю. П. Проблемы потребления реактивной мощности коммунально-бытовой нагрузкой / Ю. П. Попов, Л. С. Синенко // Вестник КрасГАУ, 2010. – № 11. – С. 167–171.

3. Константинов, Б. А. Компенсация реактивной мощности / Б. А. Константинов, Г. З. Зайцев. – М. : Энергия, 1976. – 104 с.