

Компенсация реактивной мощности «Три – в одном» или панацея от всех бед?

Руководитель комиссии по энергосбережению, член правления МОСЭП Синеев А.В., г. Барнаул

Предисловие

Сразу оговорюсь, что данная статья имеет обзорный характер и не претендует на научный труд. Поэтому ряд вопросов автор рассматривает поверхностно. Написание этой статьи ставило своей целью собрать воедино разрозненную информацию о компенсации реактивной мощности из различных источников, проанализировать ее и представить на суд читателей ее различные аспекты для более полного понимания сути этого процесса.

Как известно, электроэнергия – это товар, который имеет свое качество. Качество электроэнергии должно соответствовать требованиям ГОСТ 13109-97.

Сегодня Потребителя интересуют три вопроса:

1. Какого качества электроэнергию он купил и стоит ли она этих денег (в том смысле, какой убыток ему приносит каждое нарушение качества электроэнергии).

2. На какие цели и в каком количестве Потребитель расходует электроэнергию, которую он покупает (рационально или нет).

3. Как грамотно управлять энергопотреблением, чтобы свести к минимуму расход электроэнергии (в какой момент и какие нагрузки следует отключить, чтобы не превысить лимит потребления в часы договорного максимума).

Ремарка:

По давно проверенной статистике, как только потребитель получает достоверную информацию о том, куда и сколько он тратит киловатт-часов, его суммарное потребление снижается на 10-15%. Это только «сливки» потенциала энергосбережения, которые можно снять без больших затрат на модернизацию электросети и оборудования.

Справка:

Проведенные в Московском энергетическом институте под рук. д. т. н., проф. Абрамовича Б. Н. исследования влияния качества электроэнергии на работу электрооборудования показали, что при нарушении нормативных показателей качества электроэнергии (КЭ) происходит сокращение срока службы:

- силовых трансформаторов 10/0,4 -- в 1,2–1,8 раза;
- асинхронных электродвигателей – в 1,5–2,5 раза;
- приводов, УПП и ПЧ – в 2,0–4,1 раза.

Например, стоимость ущерба от плохого качества электрической энергии в экономике США оценивается более чем в 150 миллиардов долларов в год (данные 2005 г).

А как оценивается ущерб от плохого качества электроэнергии в экономике России? Честно говоря я не нашел таких данных в масштабе страны.

Немного теории:

Электрической сети в целом требуется равенство генерации и потребления активной и реактивной мощности. Основным нормативным показателем поддержания балан-

са активной мощности в каждый момент времени является частота переменного тока, которая служит общесистемным критерием. А основным нормативным показателем поддержания баланса реактивной мощности в каждый момент времени является уровень напряжения – местный критерий, который для каждого узла нагрузки и каждой ступени номинального напряжения существенно отличается. Поэтому в отличие от баланса активной мощности необходимо обеспечить баланс реактивной мощности не только в целом в энергосистеме, но и в узлах нагрузки. И оттого, где и как «гуляет» реактивная мощность (РМ) по сети, зависит многое, если не все.

Наглядным примером серьезности проблемы компенсации РМ является отчет Рабочей группы Госдумы РФ по расследованию причин московской аварии, произошедшей 25 мая 2005 г. В нем сделан вывод о том, что одной из главных причин аварии на подстанции «Чагино» явился дефицит источников реактивной мощности в электрической сети Москвы и Подмоскovie. В отчете также указано, что такой дефицит создает угрозу повторения системных аварий! Вот почему существует необходимость самого серьезного отношения к проблеме компенсации реактивной мощности.

Сегодня, когда строительство новых генерирующих мощностей очень дорого и невозможно в короткий срок, актуальным становится максимальное использование действующих ЛЭП и трансформаторов, повышая их пропускную способность за счет применения различных устройств управляемой компенсации реактивной мощности.

Как известно, полная мощность сети состоит из активной мощности P , передаваемой в нагрузку, и реактивной Q , которая используется на нагрев обмоток электродвигателей и трансформаторов. Q отрицательно влияет на режимы работы электрической сети и показатели качества электроэнергии. Но без нее процесс получения полезной работы был бы невозможен.



Синеев А.В.

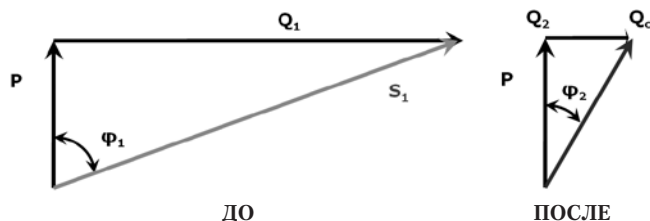


Рис. 1. Векторная диаграмма полной мощности до и после компенсации РМ

Но отрицательное влияние РМ на сеть несоизмеримо больше, чем положительное. Недаром еще во времена заката СССР в конце 80-х директивно на всех промышленных предприятиях были установлены конденсаторные батареи. Знали, что делали.

Реактивный ток дополнительно загружает высоковольтные линии и трансформаторы, приводит к увеличению потерь активной (АМ) и реактивной мощности (РМ), влияет на уровень напряжения у потребителя. Большая величина РМ в сети приводит к несинусоидальности напряжения, появляются дополнительные потери в сети, электрических машинах и трансформаторах, сокращается срок службы изоляции кабелей и другого оборудования, появляются помехи и сбои в работе компьютеров, устройств автоматики, телемеханики и связи, возникают резонансные перенапряжения в электрических сетях.

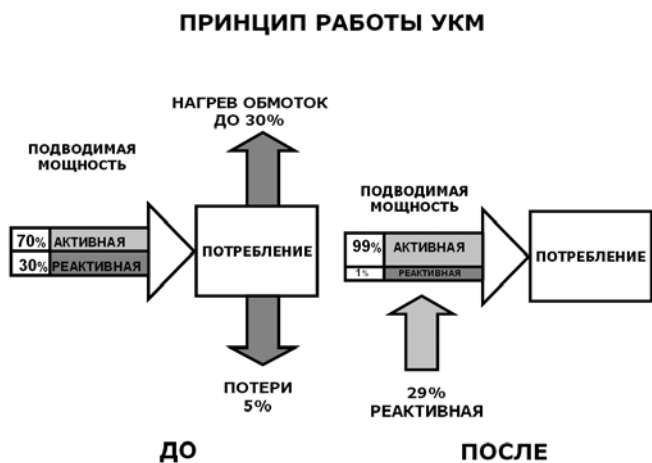


Рис.2. Принцип компенсации РМ

При компенсации РМ происходит уменьшение потребления РМ и возврат ее в сеть (см. график 1). Вследствие этого полная мощность S, потребляемая из сети практически вся используется на полезную работу. Q1 уменьшается до значения Q2.

Использование Установок компенсации реактивной мощности (УКРМ) позволяет:

- разгрузить питающие ЛЭП, силовые трансформаторы и распределительные устройства;
- улучшить качество электроэнергии в сети;
- снизить расходы на оплату электроэнергии и общие затраты на энергопотребление
- подключить дополнительную активную нагрузку, без увеличения мощности силового трансформатора и без увеличения сечения питающего кабеля;

Табл.1

Тип нагрузки	Примерный коэффициент мощности
Мукомольные и крупозаводы	0,6-0,7
Мясоперерабатывающие предприятия	0,6-0,7
Мебельные предприятия	0,6-0,7
Деревообрабатывающие предприятия	0,55-0,65
Молокоперерабатывающие предприятия	0,6-0,8
Машиностроительные предприятия	0,5-0,6
Авторемонтные предприятия	0,7-0,8

- увеличить срок службы электрооборудования;
- автоматически отслеживать изменения нагрузки и компенсации РМ (см. рис.2)

Характерные отраслевые коэффициенты мощности приведены в табл. 1:

Когда мы 7 лет назад начали заниматься проблемой повышения качества и надежности электроснабжения предприятий и снижения энергопотребления при помощи компенсации реактивной мощности, у нас появились вопросы:

- почему в одной сети конденсаторные установки работают отлично, экономят прилично, а в другой – неэффективно;
- почему при использовании в некоторых случаях возникают нежелательные последствия;
- почему, решив одну проблему, возникают другие, и т.д.

Пришлось взяться за учебники, пройти техническое обучение, перелопатить кучу литературы и Интернет в поисках расчетов, методик выбора, характеристик процессов протекающих в электросетях при работе УКМ.

Мы пришли к выводу, чтобы понять суть процессов, протекающих в конкретной электросети, нужна достоверная техническая информация. Для этого мы начали проводить мониторинг параметров электросети. Были закуплены специальные приборы, позволяющие снимать одновременно несколько десятков характеристик электросети с интервалом в доли секунды. (Токи, напряжения, активные, реактивные и полные мощности по каждой фазе, cos F, гармонический со-



График 1.

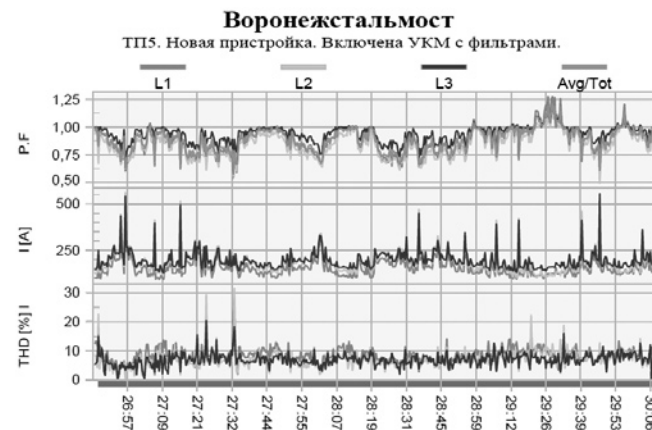


График 2.

став сети и т.д.). Полученная информация оказалась очень интересна (см. графики 1, 2)

Как видно из графиков, при выключенной конденсаторной установке $\cos \varphi$ «плавает» от 0,3 до 0,5. При включенной он фактически стабилен на уровне 0,75-0,8. Также при включенной УКРМ сглаживаются пульсации тока и напряжения, характер потребления становится более равномерным и исключает преждевременный выход оборудования из строя. И наконец, уровень нелинейных искажений (гармоник) в сети THDI находится в пределах нормы (не более 5-7%)

За 7 лет нами проведен мониторинг параметров электрических сетей более 30 промышленных предприятий Алтая различного профиля, проанализированы полученные данные, выяснены некоторые закономерности процесса потребления реактивной мощности (РМ).

Анализ результатов измерений в разных участках системы электроснабжения предприятия позволяет определить оборудование, влияющее на качество электроэнергии, генерирующее помехи, которые могут выводить из строя компьютеры и другое электронное оборудование. Такой анализ необходимо производить на объектах, где используются частотные электроприводы или имеют место частые коммута-

ции мощных электроприемников (например сварочное производство)

Технический эффект, ожидаемый в результате применения УКРМ, представлен в табл. 2.

Экономический эффект от использования УКРМ выражается в значительной экономии энергоресурсов предприятиями, снижением расходов на ремонты и аварии, а также прямой выгодой в виде снижения платы за потребляемую электроэнергию.

Заключение

Для энергосистем, промышленных предприятий реактивная мощность всегда была и остается неизбежным атрибутом технологического оборота электроэнергии, влияющим на его экономическую эффективность. И поэтому использование такого мощного рычага воздействия как управление реактивной мощностью - один из наиболее эффективных и малозатратных способов энергосбережения в как в энергосистемах, так и в сетях предприятий и ЖКХ. И оттого, как технически грамотно будет решаться этот вопрос потребителями с одной стороны, и энергоснабжающими организациями с другой, будет зависеть надежность всей систем электроснабжения страны.

В данной статье мы рассмотрели только общие аспекты компенсации РМ. Намеренно не были затронуты вопросы воздействия компенсации РМ на энергосбережение, качество электроэнергии, и экономическую эффективность деятельности предприятий. Все эти вопросы могут быть рассмотрены нами позже в случае заинтересованности читательской аудитории.

Табл.2

$\cos \varphi_1$, без компенсации	$\cos \varphi_2$ с компенсацией	Снижение величины тока и полной мощности, %	Снижение величины тепловых потерь, %
0,5	0,9	44	69
0,5	1	50	75
0,6	0,9	33	55
0,6	1	40	64
0,7	0,9	22	39
0,7	1	30	51
0,8	1	20	36

656056, г. Барнаул, ул. Интернациональная, 11,
тел./факс: (3852)-633-919, 633-985,
e-mail: info@zeros.ru, www.zeros.ru

