

На представленной диаграмме группа «Энергетика» заметно выделяется среди остальных групп. Это можно увидеть по значительно большему разбросу значений потребления газа. Эти особенности распределения делают эту группу ключевой для учета при формировании стратегии газоснабжения, так как именно она может вносить наибольший вклад в общий объем потребления газа.

Для подтверждения различий в потреблении газа между балансовыми группами был проведен дисперсионный анализ. F -статистика в 12188,97 значительно превышает пороговое значение 3,84 при уровне значимости 0,05, а p -значение приблизилось к нулю, подтвердив высокую значимость различий. Межгрупповые вариации оказались значительно больше внутригрупповых, что продемонстрировало существенные различия в потреблении газа между группами.

Полученные результаты подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к планированию газоснабжения с учетом потребностей каждой группы. Игнорирование таких различий может снизить точность планирования, что приведет к промахам и отразится на поставках и стоимости газа.

Литература

1. The study of structural fields of daily gas consumption of the balance groups of the regional gas supply system / D. Moroz, N. Hruntovich, S. Jhukovets [et al.] // E3S Web of Conferences, Prague, 14–15 мая 2020 года. – Prague, 2020. – P. 01066. – DOI 10.1051/e3sconf/202017801066.
2. Оптимизация схем электроснабжения промышленных предприятий / Е. И. Грачева, Т. В. Синюкова, Т. В. Табачникова, А. Н. Алимова. – Казань : Казан. гос. энергет. ун-т, 2022. – 135 с.
3. Regularities of the formation of structural fields of daily gas consumption of the regional gas supply system / D. Moroz, N. Hruntovich, A. Kapanski [et al.] // E3S Web of Conferences, Saint-Petersburg, 29–30 октября 2020 года. – Saint-Petersburg, 2020. – P. 01076. – DOI 10.1051/e3sconf/202023001076.
5. Conditional-constant component in the total consumption of an energy resource and its influence on the energy efficiency of industrial consumers / N. Hruntovich, A. Kapansky, S. Jhukovets [et al.] // Sustainable Energy Systems: innovative perspectives : Conference proceedings, Saint-Petersburg, 29–30 окт. 2020 г. – Saint-Petersburg: Springer, Cham, 2022. – P. 459–470. – DOI 10.1007/978-3-030-67654-4_48
6. Совершенствование систем управления энергетической эффективностью и экономической безопасностью промышленных предприятий / Н. В. Грунтович, Н. В. Грунтович, Л. Г. Ефремов, О. В. Федоров // Вестник Чувашикого университета. – 2015. – № 3. – С. 40–48.

УДК 681.5

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ КОМПЕНСИРУЮЩИМИ УСТРОЙСТВАМИ

А. В. Сычѳв

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Рассмотрена возможность оптимизации управления реактивной мощностью в системах промышленного электроснабжения, предлагается управление батареями статических конденсаторов выполнять автоматически с поддержанием заданного значения коэффициента мощности и с помощью программируемого таймера или дежурного персонала.

Ключевые слова: управление, компенсация реактивной мощности, автоматизация, оптимизация.

OPTIMIZATION OF CONTROL OF COMPENSATING DEVICES

A. V. Sychou

Sukhoi State Technical University of Gomel, the Republic of Belarus

The article examines the possibility of optimizing reactive power control in industrial power supply systems, it is proposed to control the static capacitor banks automatically, maintaining a given value of the power factor and using a programmable timer or duty personnel.

Keywords: control, reactive power compensation, automation, optimization.

В целях повышения эффективности систем промышленного электроснабжения применяется компенсация реактивной мощности с помощью батарей статических конденсаторов (БСК). Мощность БСК должна управляться и это управление можно реализовать следующими способами:

- регулирование мощности БСК с поддержанием заданного значения коэффициента мощности $\cos\varphi$ с помощью автоматического устройства;
- регулирование мощности БСК на фиксированных интервалах времени (например, рабочих сменах) в суточном цикле для обеспечения режима электропотребления, близкого к оптимальному, с помощью программируемого таймера или ручную дежурным персоналом.

Первый способ отличает высокая точность регулирования, но более высокая стоимость затрат на управляемую БСК. Второй способ менее точен, допускает возможность недокомпенсации или перекомпенсации реактивной мощности из-за погрешности прогноза реактивной электрической нагрузки на установленных для регулирования интервалах времени, но требует меньших денежных затрат на установку компенсирующих устройств.

Целью данной работы является рассмотрение синтеза одновременного применения двух указанных способов, что позволит снизить общие затраты на управление реактивной мощностью за счет комбинации точного, но дорогостоящего регулирования и менее точного, но более дешевого.

Применение автоматических регуляторов БСК широко предлагается производителями БСК и используется в системах электроснабжения промышленных объектов [1]. Также рассматривается целесообразность их применения и в системах электроснабжения бытовых потребителей [2]. Но с учетом отличий в стоимости реализации компенсации реактивной мощности целесообразным является сочетание использования регулирования мощности БСК с поддержанием заданного $\cos\varphi$ и переключения нерегулируемой мощности БСК в суточном цикле на заранее определенных интервалах времени.

При совместной работе компенсирующих устройств с автоматическим регулятором и управляемых по циклограмме их суммарная мощность

$$Q_{\text{ку}} = Q_{\text{ку}}^{\text{а}} + Q_{\text{ку}}^{\text{ц}}, \quad (1)$$

где $Q_{\text{ку}}^{\text{а}}$, $Q_{\text{ку}}^{\text{ц}}$ – реактивная мощность компенсирующих устройств, управляемых автоматически и по циклограмме, квар.

В [3] показаны выражения, характеризующие влияние соотношения величин мощности компенсирующих устройств и способа управления ими на показатели электропотребления, которые определяют затраты на потребление реактивной электроэнергии. Такими показателями являются средняя реактивная мощность при по-

треблении/генерации реактивной энергии, среднеквадратичная мощность, которые будут иметь место при совместной работе компенсирующих устройств мощностью $Q_{\text{ку}}^a$ с автоматическим регулятором, поддерживающим $\cos\varphi = 1$, и одновременном включении на всем интервале регулирования $Q_{\text{ку}}^n$. Значения $Q_{\text{ку}}^a$, $Q_{\text{ку}}^n$ и их соотношение зависят от суточного профиля реактивной мощности и ее характеристик как случайной величины (математического ожидания, стандартного отклонения).

Определение таких показателей предполагает наличие на промышленных объектах автоматизированных систем учета электроэнергии (АСУЭ), обеспечивающих сбор данных по электропотреблению в узлах нагрузки и возможность моделирования электропотребления на основе стохастических моделей. Наличие современных АСУЭ на сегодняшний день является нормой для промышленных предприятий, что позволяет выполнить необходимые расчеты по методике, приведенной в [3].

Таким образом, в целях оптимизации затрат на систему компенсации реактивной мощности предлагается осуществлять управление мощностью БСК в узле электрической нагрузки комбинированно с помощью автоматического регулятора или программируемого таймера или вручную дежурным персоналом. Установленная мощность БСК, регулируемых первым или вторым способом, может быть определена на основании стохастических моделей, вычисление параметров которых возможно на основании информации о суточном профиле электрической нагрузки, формируемой АСУЭ.

Литература

1. Компенсация реактивной мощности / Компания «Матик-электро», 2024. – URL: <https://matic.ru/reactive-power-compensation/>.
2. Ярошевич, А. В. Моделирование адаптивной системы компенсации реактивной мощности / А. В. Ярошевич // Новые технологии и материалы, автоматизация производства : сб. ст. междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 55-летию Брест. гос. техн. ун-та, Брест, 29–30 сент. 2021 г. / М-во образования Респ. Беларусь, Брест. гос. техн. ун-т ; редкол.: С. Р. Онысько [и др.]. – Брест : БрГТУ, 2021. – С. 25–28.
3. Сычев, А. В. Стохастическое моделирование потребления реактивной мощности в узле нагрузки / А. В. Сычев // Вестник Гомельского государственного технического университета имени П. О. Сухого. – 2003. – № 2. – С. 25–32.

УДК 621.311.21:519.2:332.142.6

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГРАФИКОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ФОРМИРОВАНИЯ РЕЖИМОВ ПОТРЕБЛЕНИЯ В ЧАСТНОМ ЖИЛОМ СЕКТОРЕ

А. А. Капанский, Д. Г. Кроль, В. В. Павлов, Д. И. Веремеева

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Рассмотрены характерные режимы электропотребления в частных жилых домах, необходимые для оценки пропускной способностью электрических сетей, а также расчет на примере деревни Ипполитовка Чечерского района, где анализируются временные ряды данных электропотребления. Статистическая обработка данных включает удаление нерепрезентативных домов, заполнение пропусков и исключение выбросов. На основе однофакторного дисперсионного анализа выявлены значимые различия между потребителями в том числе с однофазным и трехфазным подключением. Представлены типовые профили