

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В АВТОНОМНЫХ  
СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ДГУ  
IMPROVING THE QUALITY OF ELECTRICITY IN AUTONOMOUS  
POWER SUPPLY SYSTEMS WITH RESERVATION FROM  
DIESEL GENERATOR PLANTS

Третьяков Е. А., д-р техн. наук, профессор; Мещеряков А. В., аспирант,  
Политехническая школа ФГБОУ ВО «Югорский государственный универ-  
ситет», Ханты-Мансийск, Россия

E.Tretyakov, Doctor of Technical Sciences, Professor; A. Meshcheryakov,  
Polytechnic School, Yugra University, Khanty-Mansiysk, Russia

*Аннотация.* В статье рассматривается проблема повышения качества электрической энергии в автономных системах электроснабжения при использовании резервного питания от дизель-генераторных установок (ДГУ). Проведен анализ существующих проблем и рассмотрены способы по улучшению качества электрической энергии, такие как настройка регуляторов напряжения и частоты, применение современных систем защиты и автоматики, установка фильтров и устройств сглаживания. В итоге, авторы приходят к выводу о возможности и важности выбора способа повышения качества электрической энергии в автономных системах электроснабжения с ДГУ для обеспечения надежного и высококачественного резервного питания в данных системах.

*Annotation.* The article deals with the problem of improving the quality of electrical energy in autonomous power supply systems when using backup power from diesel generator sets (DGS). The analysis of existing problems is carried out and methods for improving the quality of electrical energy are considered, such as setting up voltage and frequency regulators, using modern protection and automation systems, installing filters and smoothing devices. As a result, the authors conclude about the possibility and importance of choosing a way to improve the quality of electrical energy in autonomous power supply systems with DSU to ensure reliable and high-quality backup power in these systems.

*Ключевые слова:* электрическая энергия, автономные системы, электроснабжение, резервное питание, качество электрической энергии, дизель-генератор.

*Key words:* electric energy, autonomous systems, power supply, backup power, quality of electric energy, diesel generator.

## ВВЕДЕНИЕ

Автономные системы электроснабжения играют важную роль в обеспечении постоянной доступности электроэнергии в удаленных и труднодоступ-

ных местах, а также в бесперебойной работе объектов, чувствительных к прерыванию питания. В случае отключения централизованного электроснабжения, основным источником энергии в таких системах становятся дизель-генераторные установки (ДГУ), выполняющие функцию резервного питания. Однако, существует проблема качества электрической энергии, поставляемой от ДГУ, которая может быть недостаточной для обеспечения нормальной работы электрооборудования. В этой связи рассматривается вопрос повышения качества электрической энергии в автономных системах электроснабжения при использовании резервного питания от ДГУ. На основе анализа существующих решений и практического опыта, в статье будут рассмотрены способы по улучшению качества электрической энергии для обеспечения эффективного и надежного резервного питания.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Для обеспечения электрической энергией отдаленных районов с недостаточной инфраструктурой, где нет централизованного электроснабжения используются автономные системы электроснабжения. Это системы, которые позволяют получать электроэнергию независимо от основных источников питания [1].

Основные компоненты автономных систем электроснабжения включают в себя источники энергии (например, солнечные панели, ветрогенераторы, генераторы на био-топливе), системы хранения энергии (батареи, аккумуляторы), системы управления и регулировки (включая системы мониторинга и управления нагрузками), а также энергетические системы безопасности. Одним из элементов данной системы в большинстве случаев является дизель-генераторная установка (ДГУ) [2].

ДГУ – это энергетическая установка, состоящая из дизельного двигателя и генератора, которая преобразует химическую энергию топлива в электрическую энергию. ДГУ широко используется в местах, где отсутствует централизованное электроснабжение и в качестве аварийного и резервного источника электроэнергии в городах, и на объектах промышленности. Она также может использоваться во время чрезвычайных ситуаций, обеспечивая непрерывность работы важных объектов, таких как больницы, водонапорные башни и телекоммуникационные центры. ДГУ представляет собой надежное, безопасное и эффективное средство для обеспечения энергетической независимости в различных условиях.

Не смотря на ряд преимуществ использование данных установок поднимает вопрос о качестве электрической энергии [3].

Одной из основных проблем качества электроэнергии в системах электроснабжения при использовании резервного питания от ДГУ является высокий уровень искажений напряжения и тока. Это связано с тем, что генераторы ДГУ производят несинусоидальное напряжение, которое дополнительно искажается при передаче через трансформаторы и электрические сети [4].

Другой проблемой является нестабильность напряжения. Напряжение, выдаваемое генератором ДГУ, может колебаться в зависимости от изменений нагрузки, что в свою очередь может привести к неполадкам и повреждениям подключенного оборудования [5].

Также возможны проблемы с переключением между источниками питания. Если переключение происходит неправильно или слишком долго, то это может привести к потере производительности оборудования и даже к его поломке.

Рассмотрим методы повышения качества электрической энергии в автономных системах электроснабжения при резервном питании от ДГУ.

#### 1. Использование автоматических систем переключения (АСП).

Данные системы позволяют быстро и автоматически переключаться на работу от резервного источника питания в случае обрыва основного источника. Это позволяет избежать нестабильности напряжения и снижения качества электроэнергии в момент переключения, а наличие возможности удаленного управления позволяет сократить время на поиск и устранение проблем в системе электроснабжения.

АСП состоит из контроллера и переключающих устройств. Контроллер обеспечивает автоматическое управление системой переключения и сигнализирует об уровне заряда аккумуляторной батареи (если система использует аккумуляторы).

Переключающие устройства могут быть механическими или электронными. Механические устройства имеют меньшую стоимость, но они менее надежны и предполагают задержку в переключении. Электронные устройства работают быстрее и точнее, но стоят значительно дороже.

#### 2. Использование ИБП (источника бесперебойного питания).

Он предназначен для обеспечения непрерывного питания в случае сбоя в основном источнике. Благодаря батареям, встроенным в устройство, ИБП способен компенсировать нестабильность напряжения и сохранить качество питания на нужном уровне.

Существуют различные типы ИБП, отличающиеся по конструкции, номинальной мощности, стоимости и другим параметрам. Однако, необходимо учитывать, что использование ИБП может иметь дополнительные затраты на энергоэффективность и обслуживание, в том числе обслуживание аккумуляторных батарей. Также важно выбрать и настроить ИБП в соответствии с требованиями нагрузки и условиями эксплуатации [6].

#### 3. Использование фильтров и стабилизаторов напряжения.

Фильтры напряжения используются для удаления помех и шума в линии питания. Они работают путем блокирования высокочастотных помех и фильтрации низкочастотных перекосов и гармоник, которые могут повлиять на работу электронных устройств. Фильтры напряжения обычно имеют устройства для защиты от перегрузок и коротких замыканий.

Стабилизаторы напряжения используются для обеспечения стабильного уровня напряжения на выходе. Они автоматически регулируют

напряжение в соответствии с изменениями входного напряжения, обеспечивая устойчивую работу электронных устройств. Стабилизаторы могут быть как электромеханическими, так и электронными, и могут использоваться как для индивидуальных устройств, так и для целых сетей [7].

Если в системе питания присутствует значительное количество шумов и помех, большую роль играют фильтры, в то время как стабилизаторы полезны для нормализации уровня напряжения.

Несмотря на то, что фильтры и стабилизаторы предназначены для решения различных задач, в некоторых случаях они могут использоваться вместе для оптимального повышения качества питания электронных устройств.

#### 4. Разделение энергосистем.

Разделение систем питания на независимые цепи осуществляется путем использования автоматических переключателей, которые могут переключаться между различными источниками питания. Например, если основным источником электропитания является сетевое подключение, а резервным источником – ДГУ, то автоматический переключатель может переключать цепи с сети на ДГУ в случае отключения основного источника.

Каждая цепь может содержать свой собственный набор оборудования и устройств, которые не связаны напрямую с другими цепями. Это предотвращает возможное снижение качества электрической энергии во время перехода с одного источника питания на другой, так как разные цепи не будут конкурировать за один и тот же ресурс.

Для оборудования, которое должно работать непосредственно от ДГУ, таких как освещение, системы безопасности, серверные комнаты и т. д., используются отдельные цепи питания, которые подключены к отдельным выходам ДГУ. Это обеспечивает стабильность и надежность питания для оборудования в течение периодов прерывания основного питания.

#### 5. Анализ и поддержание состояния оборудования.

Поддержание в хорошем состоянии всех компонентов системы электроснабжения, включая ДГУ, позволит исключить вероятность сбоев и отказов, а также обеспечить стабильное питание системы.

#### 6. Внедрение умных систем мониторинга электроснабжения.

Данные системы предоставляют детальную информацию о качестве электрической энергии, что помогает операторам системы электроснабжения лучше контролировать и отслеживать процессы производства электроэнергии [8]. Такие системы могут определять шумы и помехи в электрической сети, поэтому они могут предотвратить некоторые проблемы, которые могут произойти при резервном питании от ДГУ.

Другим преимуществом системы мониторинга является возможность автоматического управления, которая позволяет системе быстро и эффективно реагировать на изменения в нагрузке. Это обеспечивает более быстрый и плавный переход от основного источника питания к резервному генератору, минимизируя простои в работе системы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, существует несколько способов повышения качества электрической в автономных системах электроснабжения, выбор которого зависит от следующих факторов:

– требования к качеству электрической энергии: различные устройства и оборудование могут иметь разные требования к качеству электрической энергии, такие как диапазон напряжений, степень чистоты и т. д. Изучение этих требований может помочь выбрать наиболее подходящий способ повышения качества электрической энергии;

– размер и структура системы электроснабжения: размер системы электроснабжения, тип и количество генераторов и других компонентов могут также повлиять на выбор способа повышения качества электрической энергии;

– финансовая целесообразность: различные способы повышения качества электрической энергии могут иметь различную стоимость в зависимости от используемого оборудования и технологии. При выборе способа улучшения качества электрической энергии необходимо учитывать данные особенности;

– степень автоматизации: автоматизированные системы управления позволяют повысить качество электрической энергии и повысить надежность системы электроснабжения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Матвеева Ю. А., Марьина Т. А. Автономные системы электроснабжения для объектов далекой северной зоны России // *Электричество*. – 2019. – № 6. – С. 35–39.

2. Гершман В. М., Рябушин А. А., Холодов А. В. Применение ДГУ в автономной энергетике // *Электротехника*. – 2006. – № 3. – С. 84–88.

3. ГОСТ 32144-2013. Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М.: Стандартинформ. – 2014. – 20 с.

4. Ошаров А. Г., Романов К. В., Сорокин Д. С. Искажения напряжения в системах резервного электроснабжения на базе дизель-генераторных установок // *Электрика*. – 2017. – № 3. – С. 23–27.

5. Бурлин С. А., Гребенщиков А. Б., Красносельский А. А. Анализ колебаний напряжения в режиме резервного энергоснабжения на базе ДГУ // *Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета*. – 2014. – № 6. – С. 45–51.

6. Коттули К. Сравнение статических и динамических ИБП // Информационные статьи *Schneider Electric*. – 2011. – № 92.

7. Олешко А. С. К вопросу стабилизации напряжения и частоты бесконтактных автономных генераторов / А. С. Олешко, О. В. Григораш, О. В.

Новокрещенов, А. А. Хамула, Д. А. Столбчатый // Труды КубГАУ. – № 2. – 2008. – С. 227–232.

8. Лапина, Н. А. Проблема мониторинга качества электроэнергии / Н. А. Лапина, М. Е. Королев // Проблемы современной науки и образования. – 2017. – № 1 (83). – С. 44–46.