

ВЫБОР СПОСОБОВ И СРЕДСТВ РЕГУЛИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

А. Н. Хархардин

ФГБОУ ВО Орловский ГАУ, Российская Федерация

Научный руководитель А. В. Виноградов, канд. техн. наук, доцент

Энергетика имеет большое значение в жизни человечества. Уровень ее развития отражает уровень развития производительных сил общества, возможности научно-технического прогресса и уровень жизни населения. Все мы так или иначе сталкиваемся с электроэнергией, но мало кто из нас задумывается, как данная энергия создается и в каком виде доходит до конечного потребителя. Показателем, который может охарактеризовать энергию в данном направлении, является показатель качества электроэнергии.

Качество электроэнергии (КЭ) – это степень соответствия основных параметров энергосистемы нормам, принятым при производстве, передаче и распределении электроэнергии. Одним из основных нормируемых показателей КЭ в соответствии

со стандартом ГОСТ 32144–2013 является отклонение напряжения, допустимый уровень которого составляет $\pm 10\%$ от номинального [1]. Однако зачастую данные отклонения выходят за рамки, прописанные ГОСТом, и приводят к ряду негативных последствий, таких как:

- увеличение расхода и потерь электроэнергии в системах электроснабжения;
- снижение надежности работы оборудования;
- возникновение нарушений технологических процессов с одновременным снижением объемов выпуска продукции;
- сокращение сроков службы электротехнического оборудования.

В связи с этим актуальным вопросом является регулирование напряжения, особенно в системах электроснабжения сельских населенных пунктов, где расстояние от центра питания до конечных потребителей электроэнергии больше, чем в областных центрах и городах, а потребляемую нагрузку можно охарактеризовать как расщепленную. Предлагается большое количество способов и устройств регулирования напряжения [3], [6], которые можно использовать в сельских электрических сетях с учетом их особенностей.

Важно отметить, что сельские электрические сети выполнены преимущественно в виде воздушных линий электропередачи напряжением 6–10 кВ, трансформаторных подстанций 10/0,4 кВ и отходящих линий с напряжением 0,38/0,22 кВ, соответственно. Электрическая энергия к сетям, расположенным в сельской местности, распределяется от центров питания, более мощных электрических подстанций, которые находятся на достаточно удаленном расстоянии [2]. Это создает дополнительные трудности в обслуживании сетей и процессе поддержания необходимого качества электроэнергии. Исходя из этого в таблице произведено сравнение возможных способов и средств регулирования качества электрической энергии в системах электроснабжения сельских населенных пунктов.

**Анализ способов и средств регулирования напряжения
в системах электроснабжения сельских населенных пунктов**

Способ регулирования напряжения	Достоинства	Недостатки
Регулирование коэффициента трансформации устройством переключения без возбуждения	Простота и дешевизна устройства	Регулирование числа отпаяк на трансформаторе производится только при отключенной нагрузке
Применение конденсаторных батарей (КБ) способом поперечной компенсации	Простота исполнения, надежность, малые потери мощности и относительная дешевизна	Не обеспечивает плавность регулирования напряжения в сети, а также имеют высокую пожароопасность
Применение конденсаторных батарей способом продольной компенсации	Автоматическое регулирование напряжения в зависимости от тока нагрузки	Возможность возникновения аварийных режимов, связанных с внутренними повреждениями конденсаторов, возникновение феррорезонансных колебаний в сети, перенапряжения

Способ регулирования напряжения	Достоинства	Недостатки
Линейные регулировочные (ЛР) и последовательные вольтодобавочные трансформаторы (ВДТ)	Возможность регулирования как на повышение, так и на понижение напряжения	Переключающие устройства должны быть рассчитаны на рабочий ток линии. Возможность применения лишь на низком напряжении
Адаптивный способ регулирования напряжения [3]	Использование в качестве контролируемого параметра напряжения на вводах потребителей	На рынке не представлены готовые комплекты систем адаптивного автоматического регулирования, необходима их доработка [3]

Таким образом, все существующие устройства и системы регулирования напряжения в электрических сетях 10/0,4 кВ имеют ряд преимуществ и недостатков. Наиболее перспективным является применение адаптивного способа регулирования напряжения [3]–[5], особенно в комплексе с применением технико-экономических способов стимулирования как потребителей, так и энергоснабжающих организаций для соблюдения параметров качества электроэнергии [7], [8].

Л и т е р а т у р а

- ГОСТ 32144–2013 Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения. – М. : Стандартинформ, 2014.
- Бурман, А. П. Современная электроэнергетика / А. П. Бурман ; под ред. В. А. Строева. – М. : Изд-во МЭИ, 2003.
- Голиков, И. О. Адаптивное автоматическое регулирование напряжения в сельских электрических сетях 0,38 кВ : монография / И. О. Голиков, А. В. Виноградов. – Орел : Изд-во Орел ГАУ, 2017. – 166 с.
- Автоматическое регулирование напряжения на трансформаторной подстанции: способ, алгоритм и метод расчета / А. В. Виноградов [и др.] // Пром. энергетика. – 2014. – № 11. – С. 51–56.
- Виноградов, А. В. Лабораторные испытания устройства автоматического регулирования напряжения в электрической сети, построенного на базе микроконтроллеров ATMELE AVR / А. В. Виноградов, И. О. Голиков // Актуальные проблемы в энергетике и агропромышленном комплексе : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием (г. Благовещенск, 10 апр. 2015 г.). – Благовещенск : ДальГАУ, 2015. – 250 с. – С. 7–12.
- Голиков, И. О. Современные стабилизаторы напряжения, их разновидности, достоинства и недостатки / И. О. Голиков, А. В. Виноградов // Агротехника и энергообеспечение. – 2014. – № 1 (1). – С. 408–413.
- Виноградов, А. В. Способ коммерческого учета электрической энергии в зависимости от показателей ее качества / А. В. Виноградов, М. В. Бородин // Сб. материалов по результатам конф., прошедших в рамках «Неделя науки – 2010». – Орел : Изд-во Орел ГАУ, 2010. – 448 с. – С. 50–53.
- Бородин, М. В. Повышение эффективности функционирования систем электроснабжения посредством мониторинга качества электроэнергии : монография / М. В. Бородин, А. В. Виноградов. – Орел : Изд-во Орел ГАУ, 2014. – 160 с.