

УДК 621.316.1.024

А.А. МИРОШНИК (канд. техн. наук, доц.)**Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства
имени Петра Василенко
Miroshnyk@rambler.ru**

ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

Проведен анализ недостатков существующей системы электроснабжения сельских потребителей 0,38/0,22 кВ и предложена альтернативная энергосберегающая система электроснабжения. Приведены конструктивные характеристики и внешний вид энергосберегающей системы электроснабжения. При этом потери в энергосберегающей системе электроснабжения на порядок ниже, чем в традиционной 0,38/0,22 кВ.

Ключевые слова: *энергосберегающая система электроснабжения, распределительная сеть, потери электрической энергии, несимметрия токов, сельские потребители, опора, линия электропередачи.*

Постановка проблемы. На современном этапе развития отечественной энергетики достаточно остро стоит вопрос перехода к энергосберегающим технологиям в сельскохозяйственном производстве, что обусловлено возрастающим электропотреблением и снижением качества электрической энергии развивающихся сельскохозяйственных потребителей.

Электрическая энергия, поставляемая энергоснабжающими организациями потребителям по договорам, выступает как товар особого вида, характеризующийся совпадением во времени процессов производства, транспортирования и потребления, а также невозможностью его хранения и возврата. Соответственно, как к товару любого вида, к электроэнергии применимо понятие «качество». Отклонение показателей качества электроэнергии от установленных стандартами ухудшают условия эксплуатации электроустановок как сети так и потребителей.

Анализ предыдущих исследований и публикаций. Основными факторами, которые характеризуют систему электроснабжения являются стоимость ее сооружения, надежность и экономичность передачи электроэнергии потребителям (уровень потерь электроэнергии). Существующая в нашей стране 3-х фазная четырехпроводная система электроснабжения сельских потребителей 0,38/0,22 кВ характеризуется рядом недостатков: высокая затратность цветных металлов, высокий уровень потерь электроэнергии (до 15 % от поступившей электроэнергии в сеть), неудовлетворительное качество электрической энергии (превышение коэффициентов несинусоидальности, прямой и обратной последовательности в 2-4 раза), высокий уровень потерь напряжения (недопустимые отклонения напряжения у отдаленных потребителей). Все это ведет к значительным убыткам электроснабжающих компаний, а также приносит значительный вред потребителям электрической энергии. На сегодняшний день существует множество устройств по симметрированию сети, но все они из-за своей высокой стоимости и низкой надежности и неэффективности при протяженных линиях, питающих коммунально-бытовую нагрузку, не получили широкого применения в сетях 0,38/0,22 кВ [1, 2].

Цель статьи. Анализ путей снижения потерь и повышения качества электрической энергии и разработка энергосберегающей системы электроснабжения.

Особенность электрических сетей сельскохозяйственного назначения – это большая рассредоточенность потребителей электроэнергии, которая и обуславливает значительные протяженности сетей 10(6) и 0,4 кВ, большие расстояния между пунктами потребления, малые величины потребления в каждом узле и незначительная плотность электрической нагрузки в месте потребления.

На сегодняшний день существуют схемы электроснабжения сельского хозяйства, которые построены в виде центральной понизительной трансформаторной подстанции, размещенной в центре электрических нагрузок населенного пункта, а распределительные сети 0,4 кВ расходятся в разные стороны от подстанции (рис. 1).

Повсеместно значительная часть распределительных сетей 0,38 кВ находится в неудовлетворительном техническом состоянии, и является источником существенных потерь электроэнергии из-за наличия в сетях проводов различных марок, окисленных скруток, несимметричных нагрузок, большой протяженности, отсутствия стабильности уровня напряжения и т. д. Потери в этих сетях доходят до 60 % общих потерь областных энергокомпаний. Сельские сети характеризуются значительным количеством повреждений ВЛ-0,4 кВ с неизолируемыми проводами на железобетонных опорах. Основные повреждения на ВЛ-0,4 кВ – отсутствие контакта на вводе и на линии, отключения защиты от коротких замыканий, обрывы проводов. На сегодняшний день в непригодном для эксплуатации состоянии находятся огромное количество воздушных линий напряжением 0,38 кВ.

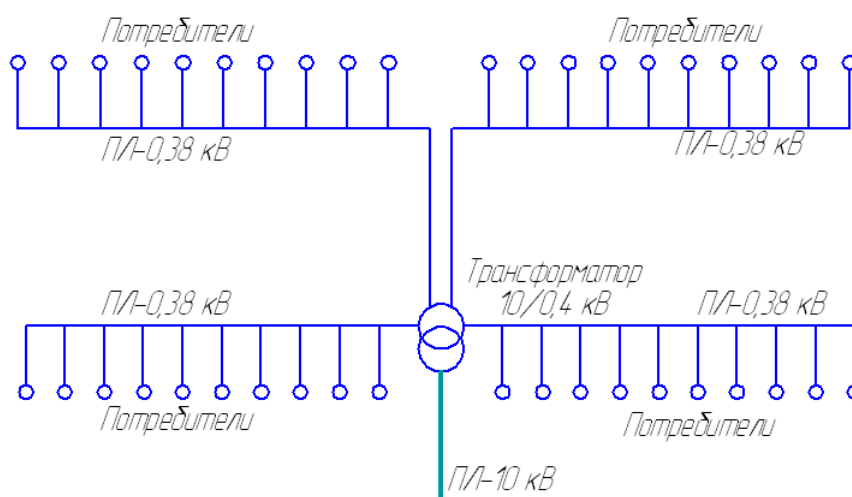


Рисунок 1 – Традиционная система электроснабжения

Поэтому, существующую систему центрального распределения электроэнергии целесообразно заменить системой максимальной децентрализации, что позволит значительно сократить потери и капиталовложения. Схема децентрализованной энергосберегающей системы электроснабжения показана на рис. 2 [3, 4].

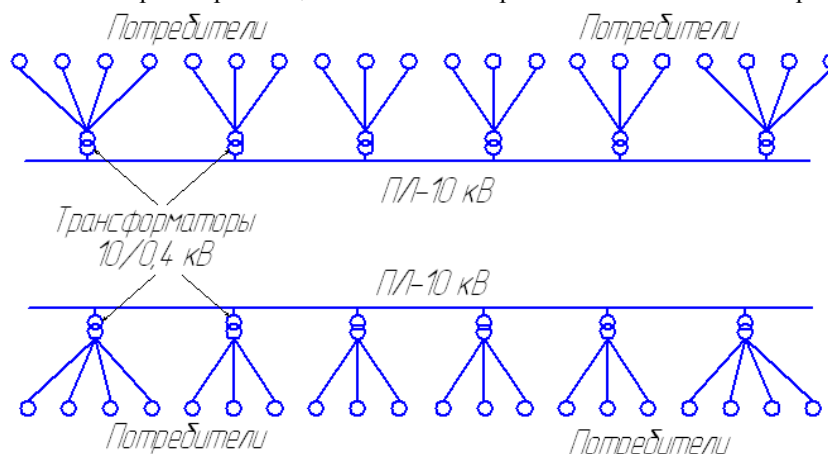


Рисунок 2 – Энергосберегающая система электроснабжения

Децентрализованная энергосберегающая система электроснабжения представляет собой систему распределения на напряжении 10 кВ с изолированными проводами марки СИП, с установкой на опоре питающей сети в максимальной близости к потребителю одно- или трехфазной понизительной трансформаторной подстанции мощностью 10, 16, 25, 40 кВА. При этом распределительные сети 0,38/0,22 кВ практически отсутствуют. Они представлены только в виде вводов 0,38/0,22 кВ от трансформаторной подстанции к потребителю. При этой системе следует предусмотреть воздушную прокладку проводами марки СИП. Защиту на стороне низкого напряжения надлежит осуществить автоматическими выключателями с максимальной и дифференциальной защитой, это обеспечит электробезопасность и контроль за несанкционированным отбором.

Следует также отметить, что если в системе традиционного централизованного электроснабжения железобетонные опоры ВЛ-0,4 кВ расставляются через каждые 25 м, то при децентрализации железобетонные опоры ВЛ-10 кВ расставляются каждые 50 м. Со стороны 10 кВ защиту трансформаторной подстанции следует предусмотреть разъединителями-предохранителями.

Внедрение этой системы позволит отказаться от магистральных распределительных сетей 0,38/0,22 кВ, а также воздушных сетей наружного освещения, проходящих по территории жилого поселка [4].

Для примера возьмем трансформаторную подстанцию с трансформатором мощностью 100 кВА и линией электропередачи 0,38/0,22 кВ. Пусть длина линии составляет 700 м, количество потребителей - 40 штук. Выполним экономический расчет традиционной и энергосберегающей системы электроснабжения с одинаковыми техническими параметрами.

Для определения потерь электрической энергии в сети было выполнено моделирование режимов потребления средствами Multisim для обеих систем электроснабжения (рис. 3). В результате моделирования суммарные потери электрической энергии (с учетом потерь в линии и в трансформаторах) в традиционной системе электроснабжения составили 4108,44 кВт/год, а в энергосберегающей 61,32 кВт/год.

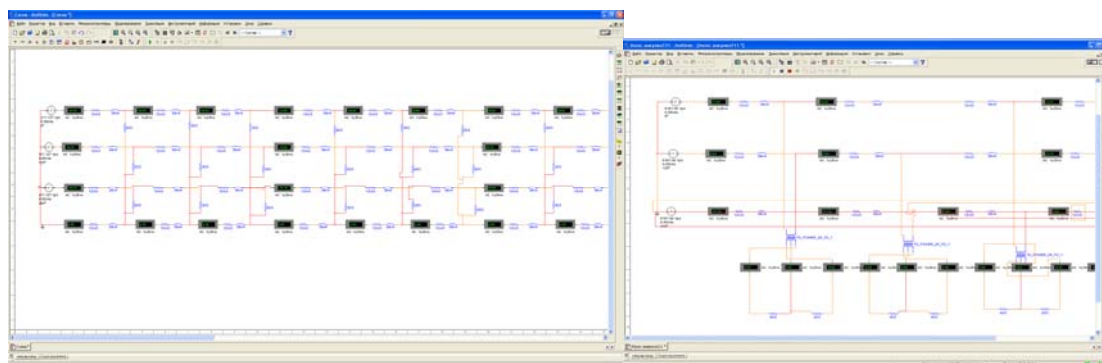


Рисунок 3 – Моделирование работы традиционной и энергосберегающей системы электроснабжения

Сравнение экономических расчетов двух систем электроснабжения показало, что энергосберегающая система электроснабжения имеет лучшие технико-экономические показатели по сравнению с традиционной системой электроснабжения. Кроме того инвестиции в энергосберегающую систему электроснабжения достаточно эффективны, поскольку их рентабельность значительно превышает норматив $R = 1,09 > E_n = 0,1$.

Таблица 1 – Результаты расчета технико-экономических показателей внедрения энергосберегающей системы электроснабжения

Название показателя	Обозначения показателя и единица измерения	Значения показателя
Капиталовложения в энергосберегающую систему электроснабжения	K , тыс. грн.	99,5
Чистая интегральная прибыль вследствие внедрения энергосберегающей системы электроснабжения	$P_{инт}$, тыс. грн.	979,5
Рентабельность инвестиций	R , %	109
Экономический эффект от внедрения	P , тыс. грн.	107,9
Срок окупаемости внедрения	T , год	0,91
Экономический эффект в расчете на каждые инвестированные 100 тыс. грн.	E_{100} , тыс. грн.	108,4

Вывод. Сравнительный анализ систем электроснабжения показывает, что потребители питающиеся от энергосберегающей системы электроснабжения 10 кВ (от трансформаторов небольшой мощности установленных на опорах) имеют параметры качества электроэнергии, которые полностью удовлетворяют ГОСТ 13109-97. Потребители, которые питаются от традиционной системы электроснабжения, имеют неудовлетворительное качество электрической энергии (превышение коэффициентов несинусоидальности, нулевой и обратной последовательности в несколько раз), высокий уровень потерь напряжения (недопустимые отклонения напряжения у отдаленных потребителей), что недопустимо параметрами ГОСТ 13109-97. Кроме того, в предложенной системе электроснабжения потери электроэнергии в проводах значительно ниже, чем в традиционной системе электроснабжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Ангелов Д. Д. Исследование несимметрии в воздушных электrorаспределительных сетях 0,38/0,22 кВ и пути ее ограничения: автореф. дис. канд. техн. наук / Д. Д. Ангелов. – София, 1980. – 24 с.
2. Левин М. С. Анализ несимметричных режимов сельских сетей 0,38 кВ / М. С. Левин, Т. Б. Лещинская // Электричество. – 1999. - № 5. – С. 18 – 22.
3. Энергоощадна система електропостачання: патент України на корисну модель № 70768, H02J 9/00 / Мірошник О.О. – № u201114332; заявл. 05.12.2011; опубл. 25.06.2012, Бюл. № 12. – 4 с.
4. Мірошник А. А. Энергосберегающая система электроснабжения сельских потребителей / А. А. Мірошник // Научно-практичний журнал «Інтегровані технології та енергозбереження». – 2011. - 2011/4. – С. 23 – 28.

REFERENCES

1. Angels D.D. Asymmetrical study in aerial power distribution networks 0.38 / 0.22 kV and ways of its limitations: Author. dis. candidate. tech. science. - Sofia, 1980. - 24 p.
2. Levin M.S., Leschinskaya T.B. Analysis asymmetrical modes rural networks 0.38kV. - Electricity, 1999, № 5. - P. 18 - 22.

3. Patent of Ukraine № 70768, H02J 9/00. Power supply systems / Miroshnyk O.O. - № u201114332, appl. 05.12.2011, publ. 06/25/2012. Bull. № 12. – 4 p.

4. Miroshnyk A.A. Energy supply system of rural consumers / A.A. Miroshnyk // Scientific journal "Integrovani tehnologii that energozberezheniya", 2011/4. - P. 23 - 28.

Надійшла до редакції 13.02.2013

Рецензент: О.П. Ковальов

О. О. МИРОШНИК

Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка

Енергоощадні рішення при проектуванні систем електропостачання сільських споживачів. Проведено аналіз недоліків існуючої системи електропостачання сільських споживачів 0,38/0,22 кВ і запропоновано альтернативну енергоощадну систему електропостачання. Наведено конструктивні характеристики і зовнішній вигляд енергоощадної системи електропостачання. При цьому втрати в енергоощадній системі електропостачання на порядок нижчі, ніж в традиційній 0,38/0,22 кВ.

Ключові слова: енергоощадна система електропостачання, розподільна мережа, втрати електричної енергії, несиметрія струмів, сільські споживачі, опора, лінія електропередачі.

О. MIROSHNYK

Kharkiv Petro Vasylenko National Technical University of Agriculture

Energy Efficient Solutions of Designing Power Supply Systems for Rural Consumers. Existing in our country three-phase four-wire power supply system for rural consumers 0,38 / 0,22 kW has many drawbacks: high costs of non-ferrous metals, high level of energy losses (up to 15% of the received energy to the grid), the poor quality of electricity (excess THD, positive and negative sequence 2-4 times), high voltage loss (impermissible deviation voltage at the remote users). All this leads to significant losses, and also brings significant harm to consumers of electric energy. We propose an alternative power supply system and describe its characteristics. In this power saving system the losses are considerably less than in conventional one.

Key words: energy-saving power supply system, distribution system, loss of electrical power, current unbalance, rural consumers, support, transmission line.