УДК 621.311.13; УДК 621.365:621

**ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ СЕЛЬСКИХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ**

**Черкасова Н.И.**

*Россия, г. Рубцовск, Рубцовский индустриальный институт ФГБОУ ВО*

*"Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова"*

*В статье рассматривается широкий спектр проблем состояния и эксплуатации распределительных сетей 10-0,4 кВ, предлагаются мероприятия по комплексному повышению энергоэффективности системы электроснабжения.*

*Ключевые слова: повышение энергоэффективности, система электроснабжения сельского хозяйства, надёжность, экономичность, критерии оценки.*

Развитие электрификации аграрного сектора экономики является одним из основных стратегических направлений по обеспечению продовольственной безопасности страны. В настоящее время перед агропромышленным сектором поставлены сложные задачи обеспечения населения продовольственными товарами, включая импортозамещение, выполнение которых невозможно без стабильного надёжного энергообеспечения.Это, безусловно, потребует комплексного повышения энергоэффективности системы электроснабжения сельского хозяйства, что возможно лишь благодаря современным высоким технологиям с привлечением технологий гибких линий (FACST) и активно-адаптивных сетей (Smart Grid).

Проблемы эксплуатации электрических сетей в большинстве своем приходятся на распределительные сети напряжением 10-0,4 кВ, которые по месту расположения и характеру потребителей считаются сельскими и осуществляют электроснабжение объектов сельской инфраструктуры и сельскохозяйственного производства. Они находятся на более низком иерархическом уровне управления и располагаются ближе к потребителям. К основным проблемам сельских сетей относится низкая надежность сетей, большие потери электроэнергии и низкое качество поставляемой потребителям электрической энергии.

Техническое состояние половины сельских сетей, по мнению специалистов, считается неудовлетворительным, отключения воздушных линий 10 и 0,4 кВ составляют от 40 до 90 % от общего количества аварийных отключений. Часто причиной низкого качества электроэнергии является большая протяженность сельских линий 10 кВ. Оптимальной длиной упомянутых линий считается 8 - 12 км, однако каждая седьмая линия 10 кВ длиннее 25 км, а у 35 % сельских потребителей вечером напряжение падает до 190 – 200 В [1].

В связи с установлением рыночных отношений значимость проблемы потерь электроэнергии существенно возросла. Стоимость потерь является одной из составляющей тарифа на электроэнергию. В течение периода с 1991 по 2002 г. суммарные потери в энергосистемах России росли в абсолютном значении и в процентах отпуска электроэнергии в сеть, хотя потребление электроэнергии уменьшалось. Потери электроэнергии при её передаче неизбежны, задача состоит в определении их экономически обоснованного уровня.

Одной из основных причин можно назвать отсутствие оптимального соотношения величины токовой нагрузки и сечения провода. Уровень нагрузочных потерь в линии, как известно, определяется величиной нагрузки (ток линии, *I*, *А),* удельным сопротивлением линии (зависящим от сечения провода *F,мм 2)*и дальностью передачи, *l, км*. Нагрузку при известном сечении провода удобно выразить через плотность тока, *j, А/мм2 (j = I / F*).

Чтобы разобраться в причинах высокого уровня относительных потерь и, следовательно, высокой стоимости электроэнергии, обратимся в прошлое и рассмотрим исторический аспект потерь электроэнергии.

При плановой экономике в практике массового проектирования линий электропередач выбор сечения проводников производился по нормируемым обобщенным показателям, к которым относится экономическая плотность тока, jэк, А/мм2.Выбор проводов по экономической плотности тока соответствует условию минимума приведенных затрат на ВЛ. Следовательно, при экономической плотности тока стоимость передачи электроэнергии по ВЛ минимальна [2]. «Согласно правил устройства электроустановок (ПУЭ)для ВЛ значения экономической плотности тока для алюминиевых проводов принимались в пределах 1,0…1,3 А/мм2 – в зависимости от числа часов использования максимальной нагрузки.

В процессе реструктуризации энергетики формирование тарифов перешло в компетенцию региональных энергетических комиссий. Тарифы различны для разных районов России, причем даже в одном регионе они существенно отличаются, например, для Сибири на 1 декабря 2002 года тарифы составляли (рублей за 1 кВт∙ч):«Алтайэнерго» -0,92; «Новосибирскэнерго» - 0,78; «Кузбассэнерго» - 0,61; «Хакассэнерго» - 0,31.

На сегодняшний день стоимость электроэнергии увеличилась в 6…9 раз, и тарифы дифференцированы по уровню напряжения присоединения, величине заявленной мощности, числу часов использования максимальной нагрузки, зонам суток, и т.д. Стоимость алюминия с 2001 года по сегодняшний день в России возросла на 27-37 %и близка к мировым ценам.

Сегодня, с учетом изменения цен на цветные металлы, на электроэнергию, с учетом инфляции желательно иметь для региона ОАО «Алтайэнерго» экономическую плотность тока для линий 10 кВ, в пределах 0,6 ÷ 0,8 А/мм2 [3].

Основной задачей реконструкции является приведение электрической сети в соответствие с пропуском по ней электроэнергии. Автором разработана *Стратегия развития существующих сельских распределительных сетей 10 - 0,4 кВ с учетом потерь энергии*[4]. Для этого предлагается все оборудование сетей разделить на две группы: эксплуатируемое и обслуживаемое. Часть оборудования, имеющего малую загрузку в резервируемых схемах следует вывести из эксплуатации и утилизировать или перевести в режим складского хранения. Оставшимся линиям обеспечивается повышенная загрузка, благодаря этому эксплуатационные показатели линий приближаются к оптимальным. Следует производить реконструкцию наиболее загруженных линий на основании коэффициента использования оборудования и адаптированной к сегодняшнему дню экономической плотности тока **jэк**

 где 

При оптимизационной постановке задачи, следует ввести целевую функцию в виде суммы квадратов сечений проводов ВЛ от значений, определяемых экономической плотностью тока



На основании применения этого подхода к распределительным сетям 10 кВ можно добиться снижения технических потерь более, чем на 3,7 %

Важным показателем распределительной сети10 - 0,4 кВ является ее пропускная способность..Повышение пропускной способности сети не только обеспечивает экономичность передачи электроэнергии, но и повышает надежность электроснабжения потребителей и улучшает качество передаваемой электроэнергии.

Реактивная мощность, передаваемая по сети(*Q)*, занимая часть сечения ВЛ, снижает пропускную способность сети, кроме того возникают дополнительные потери активной мощности(*P)*,и дополнительные потери напряжения. Известно, что передача реактивной мощности «забирает» существенную часть сечения проводов и мощности трансформаторов, при *tgφ* = 0,5(*tgφ*= *Q/P*) суммарные потери достигают порядка 20 %. Снижения величины реактивных потоков добиваются путём применения компенсирующих устройств (КУ).Применение компенсирующих устройств даёт наибольшую энергетическую эффективность на рубль капиталовложений, и в большинстве европейских стран коэффициент реактивной мощности поддерживается на уровне 0,3.

Исследования режима реактивной мощности на воздушных линиях 10 кВ, принадлежащих распределительной сетевой компании Сибири показали, что 95 % линий имеют значение тангенса выше предписанных, и среднее значение тангенса составляет 0,65[5].

Однако, в рыночных условиях невозможно обязать, например сельскохозяйственного производителя производить затраты на компенсацию реактивной мощности в линии электропередачи, которая питает его хозяйство, но принадлежит распределительной компании. Задачу снижения потоков реактивной мощности в собственных сетях должны решать самираспределительные компании,так как это приводит к снижению суммарных потерь в сетях и прибыль компании существенно возрастает.

Исходя из сказанного, можно сделать вывод, что режим реактивной мощности в распределительных сетях не контролируется и не регулируется, компенсирующие устройства в сетях не устанавливаются. Однако, использование конденсаторных батарей и симметрирующих компенсирующих устройств при эксплуатации сетей 10 – 0,4 кВдало бы возможность повысить энергоэффективность системы электроснабжения за счет возможностиприменения в распределительных сетях данного напряжения современныхтехнологий гибких линий (FACTS) и «умных» сетей (SmartGrid).

Выводы:

1. Выбор сечения проводников по экономической плотности тока, адаптированной к современным условиям приведет к минимальной стоимости передачи электроэнергии по ВЛ; повышению надежности сети 10 кВ и улучшению качества электроэнергии в сети в плане отклонения напряжения.
2. Необходимо пересмотреть ПУЭ, глава1.3 «Выбор сечения проводников по экономической плотности тока» (пункт 1.3.25) в части таблицы 1.3.36.
3. В целях снижения затрат на эксплуатацию электрических сетей за счет снижения технических потерь до оптимального уровня, необходимо проводить реконструкцию сетей на основе экономической плотности тока, адаптированной к новым условиям.
4. В сельских электрических сетях 10 кВ режим реактивной мощности не контролируется и не регулируется. Для повышения пропускной способности, снижения потерь напряжения и потерь электроэнергии доказана необходимость применения компенсирующих устройств в сельских сетях 10 кВ.

Список литературы

1. Кудрин Б.И. Об энергетической стратегии и энергетической безопасности России//Промышленная энергетика. – М. 2008. - №12. – С. 2-7.
2. Черкасова Н.И. Моделирование, анализ и оптимизация потерь в распределительных электрических сетях 10 - 0,4 кВ: монография. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2008. - 96 с.
3. Черкасова Н.И. Оценка плотности тока в проводах сельских линий 10-0,4 кВ в современных условиях/ Н.И. Черкасова //Электрические станции. – М., 2014. - № 5. – С. 50-54.
4. Черкасова Н.И. Стратегия развития существующих сельских распределительных сетей 10-0,4 кВ. / Н.И. Черкасова // Техника в сельском хозяйстве, Москва: № 5. 2013, стр.12-14.
5. Черкасова Н.И. Повышение энергоэффективности системы сельского электроснабжения компенсирующими устройствами/ Н.И. Черкасова // Механизация и электрификация сельского хозяйства – М., 2013. - № 6. – С. 17 - 19.

**Черкасова Нина Ильинична**, канд. техн. наук, доцент, *Рубцовский индустриальный институт ФГБОУ ВО" Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова";*658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6; раб.тел.(3855)75-98-75; e-mail:[4ercas@bk.ru](mailto:kolesnik@list.ru); моб.тел.(913) 360-97-62

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**INTEGRATED POWER SUPPLY SYSTEMS INCREASE ENERGY EFFICIENCY**

**OF RURAL CONSUMERS**

**Cherkasova N.I**

*Russia, Rubtsovsk,* Rubtsovsk Industrial Institute (branch)

Altai State Technical University by Polzunov I.I. "

*The article deals with a wide range of issues and the state of operation of 10-0.4 kV distribution networks, offers activities for the integrated improvement of energy efficiency of the electric supply system.*

Keywords: *energy efficiency, system of agriculture power, reliability, cost-effectiveness, the evaluation criteria.*

Bibliography

1. Kudrin B.I. About the energy strategy and energy security of Russia // Industrial power. - M. 2008. - №12. - P. 2-7.
2. Cherkasova N.I. Modeling, analysis and optimization of losses in the distribution of power networks 10 - 0.4 kV: monograph. - Novosibirsk: Publishing House of Novosibirsk State Technical University, 2008. - 96 p.
3. Cherkasova N.I. Assessment of density of current in wires rural lines of 10 kV in modern conditions / N.I. Cherkasova // Electric stations. - M., 2014. - № 5. - S. 50-54.
4. Cherkasova N.I. The development strategy of existing rural distribution networks 10-0.4 kV. / N.I. Cherkasova // Technology in Agriculture, Moscow: number 5. 2013 str.12-14.
5. Cherkasova N.I. Improving the energy efficiency of the system of rural electric power supply compensating devices / N.I. Cherkasova // Mechanization and electrification of agriculture - M., 2013. - № 6. - S. 17 - 19.

**Cherkasova Nina*,*** **Ph.D., Associate Professor,** Rubtsovsk Industrial Institute (branch)

Altai State Technical University by I.I. Polzunov

Address of work (index) 658 207, Rubtsovsk, ul. Tractor, 2/6  
Work phone (with area code) (3855) 75-98-75  
Address e-mail \* 4ercas@bk.ru\* Mobile phone (913) 360-97-62