

**УДК 621.316.11**

Д.Ю. ВОРОБЬЕВА, студентка гр. ЭПб-122 (КузГТУ)  
А.И. ГЛУШКОВА, студентка гр. ЭПб-121 (КузГТУ)  
Научный руководитель: Т.Л. ДОЛГОПОЛ, доцент (КузГТУ)  
г. Кемерово

## **ПОВЫШЕНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЕЙ**

В сельской местности существенными проблемами является обеспечение бесперебойного электроснабжения потребителей, а также повышение энергоэффективности систем электроснабжения, т.е. передача электроэнергии конечным потребителям с минимально возможными потерями.

Основными преградами на пути повышения надежности передачи электрической энергии является неравномерность графиков нагрузки в сельской местности, большая протяженность линий электропередач, а также причиной может являться неправильный выбор сечений линий сельских сетей на этапе проектирования. Добиться повышения надежности и экономичности систем электроснабжения в сельской местности возможно, если будут приняты меры по реконструкции электрических сетей и проведены мероприятия по сокращению потерь электроэнергии при ее передаче.

В статье представлен анализ потерь электроэнергии в сельских низковольтных распределительных сетях, потерь электроэнергии холостого хода в трансформаторах. Для расчета потерь электроэнергии использованы данные объемов ежемесячного электропотребления домами нескольких поселков Кемеровского района за 2013 год.

Анализ однолинейных схем электроснабжения поселков показал, что для передачи электроэнергии чаще всего используются воздушные линии, выполненные проводом марки АС, сечением преимущественно 35 и 50 мм<sup>2</sup>. Есть примеры использования в сетях этих поселков линий, выполненных СИП. Длина отдельных линий колеблется в пределах 2 – 4 км. На сельских подстанциях преимущественно установлены трансформаторы типа ТМ.

На рис. 1 представлена гистограмма потерь электроэнергии в линиях электропередач разных поселков Кемеровской области за 2013 год в процентах от величины передаваемой электрической энергии.

Из гистограммы следует, что потери электроэнергии в распределительных сетях разных поселков Кемеровского района значительно отличаются друг от друга.

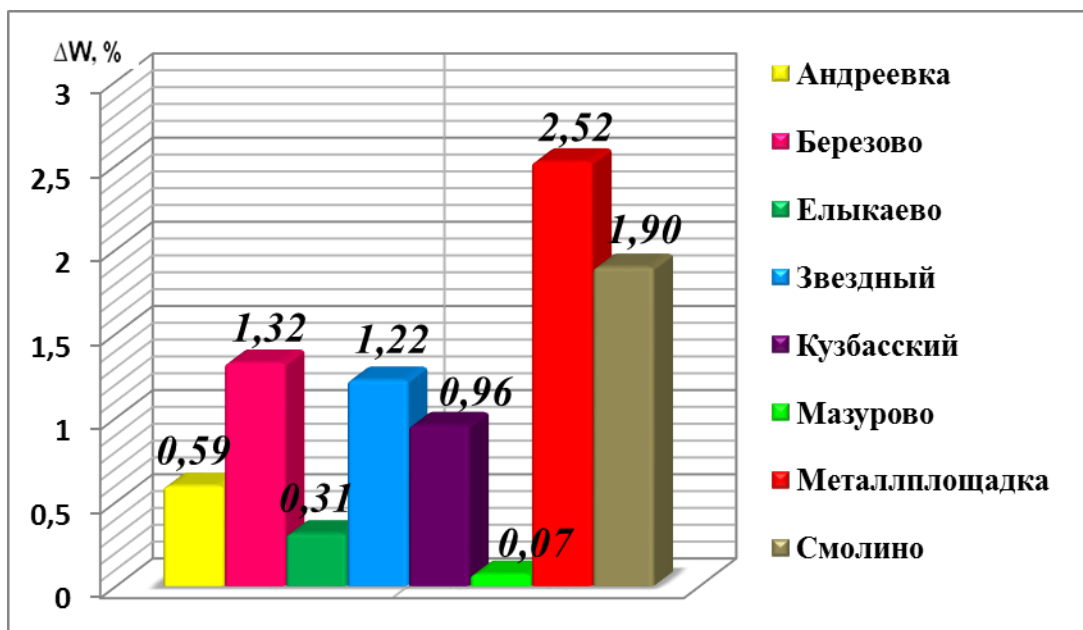


Рис. 1. Потери электрической энергии в сельских сетях поселков Кемеровского района

Так в коттеджном поселке Металлплощадка потери превосходят в 2,5 раза потери электроэнергии в электрических сетях п. Мазурово. Это объясняется различной электрической нагрузкой в этих поселках и разной совокупной длиной магистральных линий электропередач.

Кроме этого в статье проанализировано влияние сезонности нагрузки на величину потерь электроэнергии в линиях электропередач (рис. 2).



Рис. 2. Годовой график потерь электроэнергии в сельских сетях

В зимние месяцы объемы электропотребления повышаются, что связано с суровыми климатическими условиями Сибири и уменьшением про-

должительности светового дня. Вследствие этого в зимний период времени потери при передаче конечным потребителям электроэнергии сельской местности существенно выше, чем в летний сезон.

Важную роль в повышении энергоэффективности систем электроснабжения потребителей играют потери холостого хода трансформатора, которые энергосбытовые компании стараются уменьшать. В процессе эксплуатации потери холостого хода трансформатора возрастают пропорционально сроку службы. При вводе трансформаторов в эксплуатацию и после капитального ремонта показатели не должны отличаться от указанного в протоколе заводских испытаний более чем на 5%. Однако на практике потери холостого хода эксплуатируемых силовых трансформаторов значительно превышают паспортные.

Ни рис. 3 представлена гистограмма средних потерь электроэнергии в трансформаторах, установленных в поселках Кемеровского района за 2013 год, в процентном соотношении от общего среднего объема потребленной электроэнергии разными поселками, и средние потери холостого хода трансформаторов.

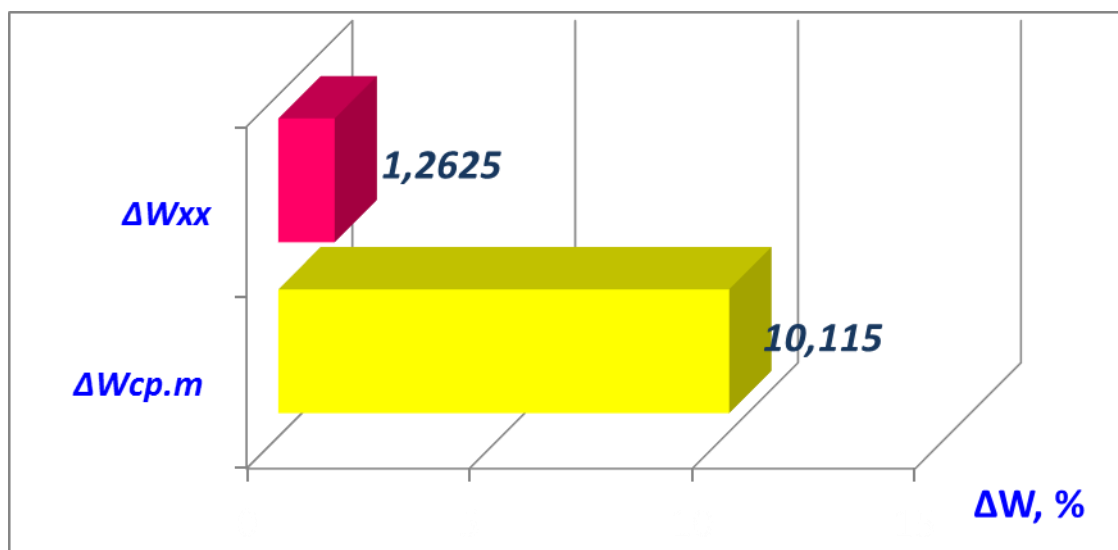


Рис. 3. Средние потери электроэнергии в сельских трансформаторах

Таким образом, средние общие потери электроэнергии в системах электроснабжения сельских потребителей превышают максимально допустимые значения, поэтому необходимо сокращать потери, как в линиях электропередач, так и в трансформаторах.

В статье оценены потери электроэнергии, обусловленные только токами нагрузки, но для сельских сетей характерна высокая несимметрия нагрузки фаз, которая не только приводит к значительным отрицательным отклонениям напряжения у наиболее удаленных потребителей, но и вызывает дополнительные потери электроэнергии как в линиях, так и в трансформаторах.

Только за счет выравнивания нагрузки по фазам можно снизить потери электроэнергии в сетях сельских потребителей более, чем на 50 %.

Для решения проблем уменьшения потерь электроэнергии следует проводить соответствующие мероприятия по их сокращению. Так в сельских сетях, где конечный потребитель находится на удаленном расстоянии от питающей подстанции, необходимо постепенно переходить на использование децентрализованных систем электроснабжения, что существенно снизит длину линий низкого напряжения от источника питания до потребителей.

Для коттеджных поселков, отличающихся большой нагрузкой отдельно взятых объектов, возможно установка индивидуальных трансформаторов, использование которых практически исключит из систем электроснабжения сельских потребителей линии напряжением 0,4 кВ, в которых потери электроэнергии максимальны.

В сельских системах электроснабжения в основном используются трансформаторы со схемой соединения обмоток «звезда-звезда-ноль» ( $Y/Y_n$ ). Однако эти самые дешевые в изготовлении, трансформаторы в эксплуатации экономичны лишь при симметричной нагрузке фаз.

В сельских сетях с преобладающим удельным весом однофазных нагрузок, даже при равномерности их подключения к фазам магистральных линий, из-за случайного характера нагрузки во времени появляются токи несимметрии, что приводит к увеличению потерь электрической энергии в трансформаторах и линиях.

Возможно уменьшить потери, обусловленные несимметрией нагрузки фаз применением трансформаторов со схемой «звезда-зигзаг-ноль» ( $Y/Z_n$ ), но они значительно дороже. Это связано с тем, что для выполнения схемы зигзаг вторичная обмотка каждой фазы состоит из двух половин, одна из которых расположена на одном стержне магнитопровода, вторая – на другом. ЭДС обмоток, расположенных на разных стержнях, складываются геометрически под углом  $120^\circ$  и их суммарное значение на 15% меньше, чем при алгебраическом сложении ЭДС двух обмоток, расположенных на одном стержне магнитопровода. Чтобы получить ЭДС одного и того же значения при соединении в зигзаг, нужно на 15 % больше витков, чем при соединении обмотки низшего напряжения в звезду. Из-за большей сложности изготовления и более высокой стоимости трансформаторы звезда – зигзаг применяются редко.

Более экономически оправдано использование в СЭС бытовых потребителей трансформаторов со встроенными симметрирующими устройствами, которые обеспечивают равномерное распределение напряжения по фазам даже при несимметричной нагрузке (рис. 4).

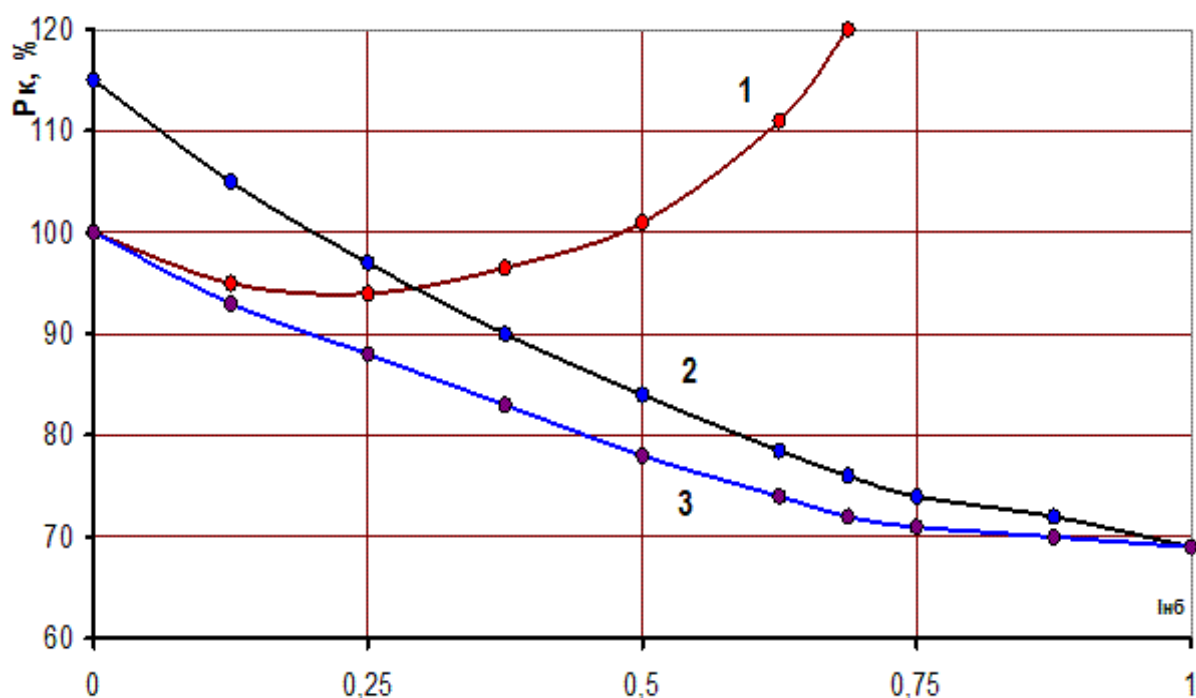


Рис. 4. Зависимость потерь короткого замыкания трансформатора ТМ 100/10 от схем соединения обмоток и величины тока в нулевом проводе:  
 1 – трансформатор У/Ун; 2 – трансформатор У/Зн;  
 3 – трансформатор У/Ун с СУ

Список литературы:

1. Мероприятия по снижению потерь электрической энергии в распределительных сетях [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.energsovet.ru>.
2. Инструкция по расчету и обоснованию нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям.