

Брянск, 22–24 апреля 2021 года. – Брянск: Брянский государственный аграрный университет, 2021. – С. 221-225. – EDN JWNOGR.

3. Подшивалов, Е. С. Параметризация и конфигурация гибридных накопителей электроэнергии на промышленных объектах АПК / Е. С. Подшивалов, О. В. Крюков // Состояние и перспективы развития электро- и теплотехнологии (XXII Бенардосовские чтения) : Материалы международной научно-технической конференции, к 75-летию теплоэнергетического факультета посвящается, Иваново, 31 мая – 02 2023 года. Том 1. – Иваново: Ивановский государственный энергетический университет им. В.И. Ленина, 2023. – С. 88-91. – EDN KСIMDM.

4. Байтанаева, Б. А. Проблемы и перспективы использования возобновляемых источников энергии: отечественный и зарубежный опыт / Б. А. Байтанаева, А. К. Шайхутдинова, Н. С. Бисултанова // Вестник университета Туран. – 2019. – № 3(83). – С. 180-184. – EDN BWHUTW.

5. Цепковская, Т. А. Некоторые проблемы в использовании возобновляемых источников энергии / Т. А. Цепковская // Перспективное развитие науки, техники и технологий : сборник научных статей 11-ой Международной научно-практической конференции, Курск, 29 октября 2021 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 280-282. – EDN VDADRY.

6. Тишков, В. В. Повышение надежности сельских распределительных электрических сетей с применением нейронных сетей / В. В. Тишков, Т. Б. Лещинская, А. А. Груба // Агротехника и энергообеспечение. – 2021. – № 1(30). – С. 58-63. – EDN NJXNGW.

УДК 621.316

АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ И КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СЕЛЬСКИХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ 0,4 кВ

Д.Р. Дидык, магистрант, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Тел. 8(985)7258684 e-mail: didyk.den@bk.ru

А.В. Виноградов, доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник, ФГБНУ ФНАЦ ВИМ, тел. 8(920)2879024, e-mail: winaleksandr@gmail.com

***Аннотация.** Анализ надежности и качества электроэнергии в сельских электрических сетях 0,4 кВ является актуальной темой в современном энергетическом секторе. Сельская местность обладает своими особенностями, которые неизбежно отражаются на работе электросетей. Основной задачей данного исследования заключается в определении факторов, которые оказывают наибольшее влияние на надежность работы сельских электрических сетей 0,4 кВ. Для этого проводится комплексный анализ состояния линий передачи, трансформаторных подстанций и других*

элементов системы. Также изучается динамика нагрузки и ее распределение по времени для выявления возможных перегрузок или дисбалансов.

Важным аспектом данной работы является также анализ качества предоставляемой электроэнергии. Как известно, плохое качество энергии может вызывать сбои в работе оборудования, что приводит к значительным экономическим потерям.

Итак, цель данной статьи - проанализировать надежность работы сельских электрических сетей 0,4 кВ и определить факторы, оказывающие наибольшее влияние на ее уровень. Также будет рассмотрено влияние качества предоставляемой электрической энергии на работу оборудования. Это позволит разработать рекомендации по повышению надежности и качества работы таких систем для обеспечения бесперебойного функционирования всех подключенных объектов.

Ключевые слова: надежность, качество электроэнергии, сельские электрические сети, причины проблем, улучшение.

Введение

Анализ надежности и качества электроэнергии является важным аспектом работы сельских электрических сетей с напряжением 0,4 кВ. Введение в анализ данной проблематики позволяет оценить состояние сетей и выявить возможные недостатки и проблемы, связанные с надежностью и качеством поставляемой электроэнергии.

Качество электроэнергии - это степень, в которой напряжение, частота и форма сигнала системы электроснабжения соответствуют установленным спецификациям [1].

Надежность электроснабжения - непрерывное обеспечение потребителей электроэнергией заданного качества в соответствии с графиком электропотребления и по схеме, которая предусмотрена для длительной эксплуатации. [2].

Анализ надежности включает в себя определение вероятности возникновения отказов и сбоев в работе электрических сетей, а также анализ их последствий и времени, требуемого для восстановления работоспособности. Оценка надежности позволяет определить резервы безотказности системы и принять меры по их укреплению.

В данной статье мы проведем анализ надежности и качества электроэнергии в сельских электрических сетях 0,4 кВ с целью выявления проблемных зон и определения основных причин возникновения проблем. Полученные результаты помогут разрабатывать рекомендации по улучшению надежности и качества электроэнергии в сельских электрических сетях. Существующий ряд требований к надёжности электроснабжения предприятий прописаны в ПУЭ. По надёжности электроснабжения потребители разделяются на три категории в зависимости от вида и значения ущерба, который возникает при перерывах в электроснабжении [3].

Основными характеристиками качества являются: отклонение частоты, отклонения напряжения, колебания напряжения и фликер, одиночные быстрые изменения напряжения, несинусоидальность напряжения, несимметрия напряжений в трехфазных системах, прерывания напряжения, провалы напряжения, перенапряжения, импульсные напряжения. [Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 28.08.2023 № 690 “ Об утверждении требований к качеству электрической энергии, в том числе распределению обязанностей по его обеспечению между субъектами электроэнергетики и потребителями электрической энергии”].

К характеристикам надежности относятся: безотказность, восстанавливаемость, неповреждаемость, долговечность, устойчивоспособность, ремонтпригодность, управляемость, безопасность. [4]

Качество электроэнергии, наряду с надежностью, безопасностью и экономичностью, является одним из обязательных требований, предъявляемых к системам электроснабжения. Качество электроэнергии характеризуется совокупностью свойств и показателей качества энергии (ПКЭ), которые нормируются ГОСТ 32144-2013 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения»

Схемы соединения электрических сетей играют важную роль в обеспечении надежности и качества электроснабжения, как и схемы ее соединения с потребителем электрической энергии.

Материалы и методы исследования

В работе применялись методы литературного обзора, теории надёжности. Материалами исследования являлись работы в области надёжности и качество электроэнергии в сельских электрических сетях 0,4 кВ.

Результаты и обсуждение.

Системы электроснабжения сельских районов имеют большой удельный вес в электросетевом хозяйстве страны. Общая их протяженность - около 2,3 млн. км (в том числе воздушные линии напряжением 35-110 кВ - 290 тыс. км, воздушные линии 6-10 кВ - 1184 тыс. км, воздушные линии 0,38 кВ — 826 тыс. км). Эксплуатируется около 500 тыс. трансформаторных пунктов 6-35/0,4 кВ. В основном, электрические сети построены в 50-70 годы, они отработали свой ресурс и начали выходить из строя. Расширение электрификации сельского хозяйства непрерывно приводит к увеличению мощности нагрузок промышленных предприятий, развитию электротехнологий и автоматизации технологических процессов, а также повышению использования электрического оборудования – все это требует высокого качества электрической энергии.

Одним из ключевых показателей технического состояния электрических сетей и их эффективного использования является количество потерь электроэнергии. Увеличение потерь означает финансовые убытки для электросетевых компаний. Сэкономленные средства от снижения потерь могли бы быть перенаправлены на улучшение электрических сетей, повышение надежности и качества электроснабжения, а также снижение тарифов на

электроэнергию. Сокращение потерь электроэнергии в сетях в некоторых случаях может даже увеличить их пропускную способность.

Кроме того, существенным фактором, влияющим на качество и потери электрической энергии, является несимметрия фазных токов, которая вызывает значительные искажения в работе всей системы сельского электроснабжения в целом.

Исследования эксплуатационных режимов сельских электрических сетей напряжением 0,38 кВ показали, что сети с коммунальными и бытовыми нагрузками имеют значительную несимметрию токов. Несимметрия токов вызывает несимметрию напряжений на зажимах трехфазных электроприемников, превышающую допустимые значения на 2-2,5 раза. При коэффициентах несимметрии токов обратной и нулевой последовательности в 25-30%, потери мощности и электроэнергии в линиях 0,38 кВ и трансформаторах потребительских типов возрастают на 30-50% по сравнению с симметричным режимом работы. Постоянный рост электрификации сельского хозяйства: увеличение мощности нагрузок промышленных предприятий, развитие электротехнологии и автоматизации технологических процессов, а также повышение степени использования электрического оборудования - обуславливает высокие требования к качеству электрической энергии. Одним из главных признаков технического состояния электрических сетей и уровня их использования является величина потерь электроэнергии. Увеличение потерь – это финансовые убытки электросетевых компаний. Экономия от снижения потерь можно было бы направить на улучшение электрических сетей, повышение надежности и качества электроснабжения потребителей, уменьшение тарифов на электроэнергию. Снижение потерь электроэнергии в электрических сетях приводит в некоторых случаях и к повышению их пропускной способности.

Далее, основным фактором, оказывающим влияние на качество и потери электрической энергии, является несимметрия фазных токов, вносящая значительные искажения в работу всей системы сельского электроснабжения в целом. Исследования эксплуатационных режимов сельских электрических сетей 0,38 кВ, показали, что в сетях с коммунально-бытовыми и смешанными нагрузками возникает значительная несимметрия токов, то есть режимы работы сельских сетей 0,38 кВ являются несимметричными. Несимметрия токов в сети вызывает несимметрию напряжений на зажимах трёхфазных электроприемников, которая во многих случаях превышает в 2-2,5 раза допустимое [ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения] значение. При величине коэффициентов несимметрии токов обратной и нулевой последовательности в сети, равной 25-30%, потери мощности и электрической энергии в линиях 0,38 кВ и трансформаторах потребительских ТИ возрастают на 30-50% по сравнению с симметричным режимом работы. Таким образом, снижение потерь и повышение качества электроэнергии являются одними из основных мероприятий и актуальных задач по

энергосбережению в электроэнергетике. [Кравченко А.Г. Повышение качества электроэнергии в сельских электрических сетях].

Из вышесказанного можно сделать вывод: для того чтобы улучшить качество и надежность электрических сетей 0,4 кВ, нужно заменить старые провода на более современные, уменьшить потери и т.п.

В журнале [Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук, ISSN 2072-0297 Молодой учёный Международный научный журнал, №3 (189)/2018] описываются проблемы надежности и качества электрических сетей 0,4 кВ: значительная часть распределительных электрических сетей, которые находятся в сельских районах, нуждаются в усовершенствовании и реконструкции потому, что оборудование на физическом уровне изношено и морально устарело. На них возникают 85–90% регистрируемых в сетях отказов. Трансформаторные подстанции 10/0,4 кВ подключены к сетям, по тупиковой схеме в одно и двух трансформаторном исполнении. Отличительная черта сельских сетей, заключается в слабой оснащённости этих сетей коммутационными аппаратами. В сельской ВЛ 10 кВ, как правило установлено лишь небольшое количество разъединителей. Таким образом при повреждении участка линии приводит к долговременному обесточению всех присоединенных ТП 10/0,4 кВ.

В работе Виноградова А.В. и Виноградовой А.В. [Виноградов А.В. и Виноградова А.В. Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей посредством секционирования и резервирования линий электропередачи 0,38 кВ, Монография, Орел-2016 г.] Электроснабжение сельскохозяйственных потребителей характеризуется необходимостью охвата больших территорий с низкими плотностями нагрузок (5–15 кВт/км²). Это приводит к значительным затратам на создание распределительных сетей напряжением 0,4 и 10 кВ, которые составляют 70% общих расходов на электроснабжение сельской местности. Изменения в требованиях к качеству электроэнергии влекут за собой необходимость корректировки проектирования новых и реконструкции старых линий электропередач. Анализ состояния энергосистемы показывает, что в настоящее время по всей стране наблюдается уменьшение протяженности линий электропередач, что приводит к снижению надежности электроснабжения потребителей. Недостаточная эффективность схем электроснабжения поселений, в сочетании с другими факторами, приводит к превышению длительности перерывов в подаче электроэнергии более 100 часов в год, а качество электроэнергии в большинстве случаев не соответствует нормативам.

Вывод

Для того чтобы повысить качество и надежность электрических сетей 0,4 кВ необходимо на стадии проектирования и в условиях эксплуатации применять современные провода, кабели повышенной прочности и проводимости, надежные трансформаторы и коммутационную аппаратуру, надежные опоры повышенной прочности воздушных линий электропередачи.

[Кравченко А.Г. Повышение качества электроэнергии в сельских электрических сетях].

В работе Виноградова А.В. и Виноградовой А.В. Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей посредством секционирования и резервирования линий электропередачи 0,38 кВ, Монография, Орел-2016 г.] описывается, что для повышения надежности в сетях 0,4 кВ необходимо: при проектировании ЛЭП увеличивать протяженность линий, или уменьшать сечение кабеля (провода), заменить старые кабеля (провода) на более современные.

Библиографический список

1. ПУЭ. 7 издание. <https://etp-perm.ru/el/pue/razdel-1.-obshhie-pravila/pue-glava-1.2.-elektrosnabzhenie-i-elektricheskie-seti>(дата обращения: 11.10.2023)
2. Приказ Министерства энергетики Российской Федерации от 28.08.2023 № 690 “ Об утверждении требований к качеству электрической энергии, в том числе распределению обязанностей по его обеспечению между субъектами электроэнергетики и потребителями электрической энергии”.
3. Савина Н.В. Надежность систем электроэнергетики, учебное пособие, 2011 год
4. ГОСТ 32144-2013 Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения
5. Кравченко А.Г. Повышение качества электроэнергии в сельских электрических сетях.
6. Главный редактор: Ахметов Ильдар Геннадьевич, кандидат технических наук, ISSN 2072-0297 Молодой учёный Международный научный журнал, №3 (189)/2018.
7. Виноградов А.В. и Виноградова А.В. Повышение надежности электроснабжения сельских потребителей посредством секционирования и резервирования линий электропередачи 0,38 кВ, Монография, Орел-2016 г.

УДК 631.312.44

ВЛИЯНИЕ ТИПА ПОЧВЫ НА ПРОЦЕСС ВСПАШКИ ОБОРОТНЫМ ПЛУГОМ

Николенко Александр Юрьевич, аспирант кафедры тракторов, автомобилей и технической механики ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, nikolenko.145@gmail.com

Тарасенко Борис Федорович, доцент кафедры тракторов, автомобилей и технической механики ФГБОУ ВО Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина, b.tarasenko@inbox.ru

Аннотация: в статье рассматривается влияние типа почвы на эффективность использования оборотного плуга в современном сельском