

EDN: AFUKDP

УДК 629.064.5

И. В. СЕЛЬСКАЯ, В. С. БУРЯК, Е. В. ГРИГОРЬЕВАФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»,
г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация

ИДЕАЛЬНАЯ СИСТЕМА ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДОВ

Аннотация. Долговечность и эффективность эксплуатации электрооборудования во многом определяют, благодаря рабочим параметрам сети. Переменный ток отличается непрерывными колебаниями, и от стабильности их амплитуды зависит качество электроэнергии. Основные параметры электрической сети определяются исходя из регламентов нормативной документации и должны соблюдаться путём применения высокотехнологичных генерирующих или трансформирующих устройств. Показатели качества электрической энергии характеризуют общее состояние бытовой или промышленной сети, а также отображаются в виде минимально допустимых граничных значений для бесперебойной работы того или иного оборудования. Требования к рациональной системе электроснабжения города послужили основанием для разработки идеальной системы электроснабжения города. Применительно к крупным и средним городам рассматривается система электропитания, базирующаяся на использовании только двух напряжений: 110 и 10 кВ. Сеть 110 кВ выполняется в виде кольца вокруг города.

Ключевые слова: электроснабжение города, качество электрической энергии, городские подстанции, энергия, напряжение.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время электрические явления, приборы, устройства, машины, аппараты и электрические системы проникли во все области практической деятельности человека. Кроме того, благодаря точности и чувствительности электрических методов контроля и управления использование электрической энергии позволило повысить производительность труда во всех областях деятельности человека, автоматизировать почти все технологические процессы в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и в быту, а также создать комфорт в производственных и жилых помещениях. В связи с этим повысились требования к эффективности и качеству электроснабжения потребителей. Долговечность и эффективность эксплуатации электрооборудования во многом определяются, благодаря рабочим параметрам сети. Переменный ток отличается непрерывными колебаниями, и от стабильности их амплитуды зависит качество электроэнергии. Основные параметры электрической сети определяются исходя из регламентов нормативной документации и должны соблюдаться путём применения высокотехнологичных генерирующих или трансформирующих устройств. Показатели качества электрической энергии характеризуют общее состояние бытовой или промышленной сети, а также отображаются в виде минимально допустимых граничных значений для бесперебойной работы того или иного оборудования [1, 2, 3]. Следует отметить, что система электроснабжения города сталкивается с рядом проблем. Одна из основных проблем является стареющая инфраструктура. Реально большинство электростанций и линий электропередач старые и требуют замены. Практически следует, что устаревшая инфраструктура неэффективна, ненадежна и подвержена сбоям. А спрос на электроэнергию увеличивается с каждым днем. Существующая система электроснабжения может оказаться неспособной, что приведет к отключениям и перебоям в подаче электроэнергии. Согласно изложенному, данная работа является актуальной, так как вопросы электроснабжения городов тесно связаны с качеством электроэнергии. Следует также отметить, что особенностями городских электрических сетей является их непрерывное развитие, которое тесно связано с ростом электропотребления, появлением нового оборудования, и что особенно важно – усиливаются требования к надежности электроснабжения.



ЦЕЛИ

Целью данной статьи является обзор и установление наиболее подходящих условий электроснабжения городов для оптимальной поддержки работоспособности и жизнедеятельности человека.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Как известно, электроснабжение города включает в себя совокупность электрических станций, понижающих и преобразовательных подстанций, питающих и распределительных линий и электроприемников, обеспечивающих снабжение электроэнергией технологические процессы коммунально-бытовых, промышленных и транспортных потребителей, расположенных на территории города и частично в пригородной зоне. Кроме того, при проектировании электроснабжения города необходимо создание экономичных энергосистем, обеспечивающих необходимое качество комплексного электроснабжения всех городских потребителей как по надежности питания, так и по качеству электроэнергии. Проекты электроснабжения городов и связанное с ним электрооборудование, входящее в данные электрические системы, должны выполняться на основе государственных норм, соответствующих технологических инструкций и руководящих указаний [2, 4, 5].

Электроснабжение города определяется местными условиями: размерами города, наличием источников питания, характеристиками потребителей, напряжением электрических сетей энергосистемы, географическим положением города, историческими условиями развития города и т. п. [5, 6].

Электротехнические требования к рациональной системе электроснабжения города послужили основанием для разработки идеальной системы электроснабжения города. Для крупных и средних городов рассматривается использование системы питания, которая должна базироваться на использовании двух напряжений: 110 и 10 кВ. Электрическая сеть 110 кВ необходимо выполнять в виде кольца, охватывающего город. А питание городских потребителей осуществлять с помощью распределительных сетей напряжениями (6...10) кВ и 0,38 кВ. При этом территория города для выбора параметров основных элементов системы условно делится на три части: центральной, с наибольшей плотностью нагрузки, средней части и окраины города, имеющей наименьшую плотность нагрузки [2, 5, 6].

Для электроснабжения центральной части города необходимо сооружение достаточно мощной трансформаторной подстанции 110/10 кВ, питание которой должно осуществляется за счет диаметральной электрической связи 110 кВ, проходящей через город. При этом источники питания, расположенные на территории города и вне его пределов, отдают электрическую энергию непосредственно в кольцо 110 кВ, которое также является сборными шинами всех источников питания города и происходит их параллельная работа. Одновременно с этим за счет городских подстанций 110/10 кВ, расположенных вдоль кольца, в центрах нагрузки отдельных районов города производится отвод энергии в распределительные сети 10 кВ. Следует отметить, что количество кольцевых подстанций 110/10 кВ должно определяется местными условиями, оптимальной мощностью подстанций и суммарной нагрузкой потребителей города. Также число линий кольца 110 кВ вокруг города, а также их конструктивное выполнение определяется местными условиями. На окраинах города диаметральной связью электрической сети 110 кВ должна выполняться в виде воздушных линий. По городу передача электрической энергии к потребителям выполняется кабельными линиями. Общая пропускная способность кольца электрической сети 110 кВ должна быть такой, чтобы электроснабжение города сохранялось при различных аварийных режимах. Режим работы кольца 110 кВ и подстанций контролируют допустимые мощности короткого замыкания в распределительных сетях 10 кВ [5, 6].

Пропускная способность электрической сети 110 кВ практически может увеличиваться за счет увеличения числа линий 110 кВ, т. е. путем многократного повторения кольца 110 кВ. При этом новые линии 110 кВ могут прокладываться по другим трассам города с сооружением дополнительных подстанций 110/10 кВ в центрах нагрузки. Вместе с этим предусматриваются дополнительные диаметральной связи электрической сети 110 кВ с новыми подстанциями 110/10 кВ [5, 6].

Также в зависимости от нагрузки системы электроснабжения и местных условий города питание его может усиливаться путем подачи энергии от внешних источников электрической энергии при более высоком напряжении, например, электрической сетью 380 кВ. И по мере роста электрической нагрузки города дальнейшее развитие его системы электроснабжения может выполняться также за счет создания кольцевой сети 380 кВ и увеличения количества опорных подстанций уже напряжением 380/110 кВ. С развитием сети 380 кВ кольцевая сеть 110 кВ начинает терять свое значение и постепенно преобразуется в распределительную сеть. Ее развитие ограничивается. Усиление пропускной

способности системы электроснабжения производится путем размыкания кольцевой сети 110 кВ и заводки ее линий на новые подстанции 380/110 кВ.

ВЫВОДЫ

Для создания наиболее благоприятных условий распределения электроэнергии в электроснабжении города и осуществления самых выгодных режимов ее работы рекомендуется использовать кольцевую сеть напряжением 110 кВ, охватывающую город. Рассматриваемая система на протяжении длительного промежутка времени будет удовлетворять всем условиям и прежде всего возможностям ее дальнейшего расширения. По мере увеличения нагрузки городских потребителей и появления новых объектов ее питание можно перевести на более высокое напряжение 380 кВ. Энергетическая система является основой городской инфраструктуры. Идеальная система обеспечивает надежное, доступное и устойчивое энергоснабжение города. Такая система электроснабжения необходима для экономического роста города и жизнедеятельности населения. Она способствует устойчивому развитию города. Система также должна быть гибкой, чтобы соответствовать меняющимся потребностям города в энергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анчарова, Т. В. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений : учебник / Т. В. Анчарова, М. А. Рашевская, Е. Д. Стебунова. – Москва : Форум, 2018. – 192 с. – Текст : непосредственный.
2. Нормы технологического проектирования систем электроснабжения. ВНТП. – Москва : ЦНТИ Информэнерго, 1991. – 131 с. – Текст : непосредственный.
3. Правила устройств электроустановок. – 7-е изд. – Москва : Изд-во НЦ ЭНАС, 2002. – 656 с. – Текст : непосредственный.
4. Кудрин, Б. И. Электроснабжение : учебник / Б. И. Кудрин. – Москва : Academia, 2016. – 160 с. – Текст : непосредственный.
5. Мясоедов, Ю. В. Электроснабжение городов : учебное пособие / Ю. В. Мясоедов, Л. А. Мясоедова, И. Г. Подгурская. – Благовещенск : Изд-во Амурского государственного университета, 2014. – 106 с. – Текст : непосредственный.
6. Шведов, Г. В. Электроснабжение городов. Электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети / Г. В. Шведов. – Москва : Издательский дом МЭИ, 2012. – 268 с. – Текст : непосредственный.

Получена 17.05.2023

Принята 23.05.2023

І. В. СЕЛЬСЬКА, В. С. БУРЯК, Є. В. ГРИГОР'ЄВА
ІДЕАЛЬНА СИСТЕМА ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ МІСТ
ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»,
м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація

Анотація. Довговічність і ефективність експлуатації електрообладнання багато в чому визначаються завдяки робочим параметрам мережі. Змінний струм відрізняється безперервними коливаннями, і від стабільності їх амплітуди залежить якість електроенергії. Основні параметри електричної мережі визначаються виходячи з регламентів нормативної документації і повинні дотримуватися шляхом застосування високотехнологічних генеруючих або трансформуючих пристроїв. Показники якості електричної енергії характеризують загальний стан побутової або промислової мережі, а також відображаються у вигляді мінімально допустимих граничних значень для безперебійної роботи того чи іншого обладнання. Вимоги до раціональної системи електропостачання міста послужили підставою для розробки ідеальної системи електропостачання міста. Стосовно до великих і середніх міст розглядається система електроживлення, що базується на використанні тільки двох напруг: 110 і 10 кВ. Мережа 110 кВ виконується у вигляді кільця навколо міста.

Ключові слова: електропостачання міста, якість електричної енергії, міські підстанції, енергія, напруга.

IRINA SELSKAYA, VALERIA BURYAK, EVGENIYA GRIGORIEVA
AN IDEAL CITY POWER SUPPLY SYSTEM

FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture»,
Makeyevka, DPR, Russian Federation

Abstract. The durability and operational efficiency of electrical equipment are largely determined by the operating parameters of the network. Alternating current is characterized by continuous fluctuations, and the quality of electricity depends on the stability of their amplitude. The main parameters of the electrical network are determined based on the regulations of regulatory documentation and must be observed through the use of high-tech generating or transforming devices. Indicators of the quality of electrical energy characterize the general condition of the household or industrial network, and are also displayed in the form of minimum permissible boundary values for the uninterrupted operation of particular equipment. The requirements for a rational city power supply system served as the basis for the development of an ideal city power supply system. In relation to large and medium-sized cities, a power supply system based on the use of only two voltages: 110 and 10 kV is considered. The 110 kV network is executed in the form of a ring around the city.

Keywords: city power supply, quality of electric energy, city substations, energy, voltage.

Сельская Ирина Владимировна – кандидат химических наук, доцент; заведующая кафедрой автоматизации и электроснабжения в строительстве ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: электроснабжение, автоматизация и экологические проблемы в строительстве.

Буряк Валерия Сергеевна – магистрант кафедры городского строительства и хозяйства ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: проектирование и реконструкция городов.

Григорьева Евгения Владиславовна – магистрант кафедры городского строительства и хозяйства ФГБОУ ВО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», г. Макеевка, ДНР, Российская Федерация. Научные интересы: проектирование и реконструкция городов.

Сельська Ірина Володимирівна – кандидат хімічних наук, доцент; завідувач кафедри автоматизації та електропостачання у будівництві ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: електропостачання, автоматизація та екологічні проблеми у будівництві.

Буряк Валерія Сергіївна – магістрант кафедри міського будівництва та господарства ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: проектування та реконструкція міст.

Григор'єва Євгенія Владиславівна – магістрант кафедри міського будівництва та господарства ФДБОУ ВО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», м. Макіївка, ДНР, Російська Федерація. Наукові інтереси: проектування та реконструкція міст.

Selskaya Irina – Ph. D. (Chemical Sciences), Associate Professor, Head Automation and Power Supply in Construction Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: power supply, automation and environmental problems in construction.

Buryak Valeria – master's student, Municipal Building and Economy Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: design and reconstruction of cities.

Grigorieva Evgeniya – master's student, Municipal Building and Economy Department, FSBEI HE «Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture», Makeyevka, DPR, Russian Federation. Scientific interests: design and reconstruction of cities.