

УДК 621.332

Валиуллина Д.М.,

кандидат технических наук, доцент

доцент кафедры «Электроэнергетические системы и сети»

ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"

Россия, г. Казань

Галиев Р.Р.,

студент

1 курс, факультет «Электроэнергетические системы и сети»

Институт электроэнергетики и электроники

ФГБОУ ВО "Казанский государственный энергетический университет"

Россия, г. Казань

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПАКТНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Аннотация: В данной статье исследуется проблема повышения пропускной способности электропередачи через применение компактных линий. Повышение эффективности и надежности электрической передачи является важным аспектом современных энергетических систем. Компактные линии представляют собой новый подход к проектированию и строительству электрических линий передачи, который обеспечивает увеличение пропускной способности при сокращении занимаемой площади и снижении затрат. В статье рассматриваются основные принципы, целесообразность использования и преимущества применения компактных линий, а также приводятся результаты сравнительного анализа с традиционными линиями передачи.

Ключевые слова: Компактные линии, пропускная способность, электрическая передача, энергетические системы, проектирование, линии передачи, эффективность.

Abstract: This article explores the problem of increasing the transmission capacity of power transmission through the use of compact lines. Improving the efficiency and reliability of electrical transmission is an important aspect of modern energy systems. Compact lines are a new approach to the design and construction of electrical transmission lines that provide increased capacity while reducing footprint and lowering costs. The article discusses the basic principles, the feasibility of using and the benefits of using compact lines, as well as the results of a comparative analysis with traditional transmission lines.

Key words: Compact lines, transmission capacity, electrical transmission, power systems, design, transmission lines, efficiency.

Современные энергетические системы сталкиваются с растущим спросом на электроэнергию, что требует увеличения пропускной способности электрических линий передачи. Воздушные линии электропередачи компактного типа (ВЛ) представляют собой инновационный подход к проектированию ВЛ с целью уменьшения бокового пространства. Он основан на использовании новых типов траверс и композитных изоляторов.

Традиционные линии электропередачи были спроектированы с уклоном к консерватизму, с большими промежутками между фазными проводами, чтобы минимизировать риск межфазных перекрытий и поддерживать низкие градиенты поверхностного напряжения. Конструкции таких линий были простыми, с деревянным каркасом, что делало их более доступными и простыми в производстве. Однако в последние годы возникли проблемы при строительстве новых линий электропередачи. Одним из основных препятствий для таких проектов стала необходимость обеспечения полосы отчуждения. Владельцы земли не всегда соглашаются уступить свои

земельные участки застройщикам, которых они воспринимают как посторонних и не учитывают их интересы. Некоторые люди опасаются, что линии электропередачи, пересекающие их собственность, изменят ее визуальный облик и могут негативно сказаться на стоимости недвижимости. Это сопротивление приводит к дополнительным затратам для разработчиков, которым приходится вести сложную работу по получению необходимых разрешений для строительства новых линий электропередачи. В результате, разработчики трансмиссионных линий нашли способы уменьшить необходимую полосу отчуждения для новых проектов. Часто они достигают этого путем повторного использования уже занятых распределительными линиями участков. Кроме того, разработчики часто предпочитают увеличивать напряжение на существующих линиях электропередачи [1].

В свою очередь, стратегия экономии места привела к созданию компактных конструкций линий электропередачи. Новые линии разработаны с учетом использования современных материалов и изменения геометрии опор для сокращения занимаемого поперечного пространства. В результате эти современные структуры проще и требуют меньше места, что снижает их визуальное воздействие.

В этих новых конструкциях уменьшаются расстояния между фазами и между фазами и конструкциями, что приводит к увеличению градиентов напряжения на проводниках и снижению пороговых значений напряжения пробоя. При проектировании таких линий применяются методы, впервые использованные при создании систем высокого напряжения, чтобы обеспечить приемлемый уровень шума (AN), радиointерференции (RN) и электромагнитных полей. Сокращение горизонтального сечения компактных линий достигается несколькими способами. Используется треугольное и вертикальное расположение фаз вместо горизонтального, что позволяет уменьшить ширину линий. Кроме того, часто применяются стальные опорные конструкции и композитные изоляторы, которые обладают повышенной

прочностью и позволяют использовать меньшее количество материала для поддержки линий [2].

При строительстве малогабаритных воздушных линий электропередачи учитываются следующие факторы, определяющие их целесообразность:

1. Ограниченные условия: Малогабаритные ВЛ предпочтительны в крупных городах, курортных зонах и лесных массивах с ценными породами деревьев, а также в национальных и городских парках, где ограничен проезд для основных линий электропередач. В таких условиях малогабаритные ВЛ позволяют сохранить зеленые насаждения и минимизировать вмешательство в окружающую среду.

2. Экономический эффект: при построении линий электропередач напряжением от 20 до 220 кВ строительство малогабаритных ВЛ является более экономически эффективным по сравнению с обычными габаритами. Это означает, что клиенты ориентируются на современные технические решения, которые обеспечивают экономическую выгоду.

3. Улучшенная надежность и безопасность: Компактная конструкция малогабаритных ВЛ позволяет повысить надежность передачи электроэнергии, обеспечить безопасность и повысить проходимость линий. Это достигается благодаря оптимизации геометрии, использованию современных материалов и технических решений.

Все эти факторы делают малогабаритные воздушные линии электропередачи привлекательными для строительства в условиях ограниченного пространства и с учетом экономической эффективности, сохранения окружающей среды и обеспечения надежности передачи электроэнергии [3].

Оптимальные конструкции для размещения фаз в одноцепных и двухцепных воздушных линиях электропередачи способствуют улучшению параметров линии путем изменения электромагнитного поля между фазами и магнитного поля вокруг контура, что способствует повышению пропускной

способности. При уменьшении расстояния между фазами происходит усиление электромагнитного поля внутри линии, что в свою очередь позволяет снизить волновое сопротивление воздушной линии. Это увеличивает действующую часть передаваемой мощности и улучшает параметры линии. Можно сказать, что фазы линии связаны между собой как конденсаторы в каждом участке линии. Уменьшение электромагнитного поля в окружающем пространстве также способствует улучшению экологических характеристик линии. Таблица 1 демонстрирует сравнение ширины линии (расстояния между фазами) в "традиционном" и компактном исполнении, позволяя сделать сопоставление габаритов и выявить преимущества.

Таблица 1.

Сравнение габаритов в традиционном и компактном исполнении

Расстояние между оконечными фазами ВЛ 35 кВ	
Решетчатая стальная башня 35 кВ	Компактный столб
4 – 6,60 м	1,50 – 1,80 м
Расстояние между оконечными фазами ВЛ 110 кВ	
Решетчатая стальная башня 110 кВ	Компактный столб
6,30 – 9,20 м	3,00 м
Расстояние между оконечными фазами ВЛ 220 кВ	
Решетчатая стальная башня 220 кВ	Компактный столб
7.00 – 12.80 м	5,00 м

В зависимости от напряжения ЛЭП уменьшение габарита возможно более чем в 2 раза, а в отдельных случаях до 3 раз.

Анализируя все вышесказанное можно сделать вывод о том, что применение компактных линий для повышения пропускной способности электропередачи представляет собой перспективное направление развития

энергетических систем. Это позволяет достичь более эффективной и экономически эффективной передачи электроэнергии, обеспечивая устойчивость и надежность энергетических систем в условиях растущего спроса на электроэнергию. Дальнейшее развитие и исследования в этой области будут способствовать совершенствованию технологий и усовершенствованию систем электропередачи.

Использованные источники:

1. Степанов В.М., Карницкий В.Ю. «Компактные линии электропередачи» // Известия ТулГУ. Технические науки. 2010. №3-5. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompaktnye-linii-elektroperedachi>
2. Коржова О.Н., Рудаков М.А. «Применение компактных воздушных линий электропередач» // Вестник магистратуры. 2021. №2-2 (113). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/primenenie-kompaktnyh-vozdushnyh-liniy-elektroperedach> (дата обращения: 20.06.2023).
3. Постолатий В.М., Быкова Е.В., Суслов В.М, Шакарян Ю.Г., Тимашова Л.В., Карева С.Н. «Эффективность компактных управляемых высоковольтных линий электропередачи» // Проблемы региональной энергетики. 2015. №3 (29). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-kompaktnyh-upravlyaemyh-vysokovoltnyh-liniy-elektroperedachi>