

УДК 621.315.1

**КОМПАКТНЫЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ: СПЕЦИФИКА,
ОСОБЕННОСТИ, ПРЕИМУЩЕСТВА
COMPACT POWER LINES: SPECIFICITY, FEATURES, BENEFITS**

М.Н. Булин, А.В. Борщевский

Научный руководитель – А.Л. Старжинский, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет, г. Минск

M. Bulin, A. Barshcheuski

Supervisor – A. Starzhinsky, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk

Аннотация: в статье обозначена актуальность внедрения и применения нетрадиционной конструкции компактной линии электропередачи, описаны специфические особенности и преимущества применения компактной электропередачи.

Abstract: the article outlines the relevance of the introduction and application of an unconventional design of a compact power transmission line, describes the specific features and advantages of using a compact power transmission.

Ключевые слова: компактная ЛЭП, линия, электропередача, нетрадиционный, воздушная линия.

Key words: compact transmission line, power line, unconventional, overhead line.

Введение

К компактными воздушным линиям электропередачи (ЛЭП) относятся воздушные линии, провода фаз которых приближены друг к другу на минимально допустимое расстояние с учетом определённых технических ограничений. Компактные линии электропередачи принципиально не отличаются от традиционных ЛЭП, но поскольку они спроектированы с той целью, чтобы занимать меньше места, они требуют некоторых технических рамок, которые не характерны для электропередачи с более традиционной конструкцией: широко разнесёнными траверсами, обеспечивающими снижение риска междуфазных коротких замыканий и схлёстывания проводников.

Современные ЛЭП характеризуются постоянно увеличивающейся протяжённостью. Земельные площади, отведённые под сооружение системы электроснабжения, также непрерывно растут, а объём задействованных под сооружение земельных ресурсов прямо пропорционален номинальному напряжению электропередачи. Зачастую земля, выделяемая под возведение линий электропередачи, является пригодной для сельскохозяйственного использования, отведения под лесные угодья или жилую застройку в границах городов.

На территории больших городов, и мегаполисов выделение земельных участков под ЛЭП сопровождается большими финансовыми затратами в связи с высокой стоимостью земли. Использование в нынешнем виде воздушных линий электропередач становится менее эффективным в виду совокупности экономико-технических факторов [1].

В контексте данной проблемы применение компактных ЛЭП заслуживает особого внимания как вариант повышения эффективности электропередачи, предоставляющий ряд преимуществ.

Основная часть

К техническим ограничениям устройства компактных ЛЭП принято относить: сокращение расстояния между проводниками в пролете при возможных качаниях, связанных с ветровой нагрузкой, очисткой ЛЭП от гололеда или иными несинхронными перемещениями; расстояния от проводников до заземленных частей опор; расстояния между фазными проводниками с учетом вероятных перенапряжений и условий ограничения коронного разряда.

Более широкая концепция конструкции компактных ЛЭП предполагает, помимо сближения фазных проводников, особое расположение расщепленных фазных проводников на опоре относительно друг друга, а также увеличение их числа по фазам по сравнению с традиционными конструкциями ЛЭП.

Компактную ЛЭП можно создать за счет сближения проводов фаз в пролете с помощью стяжек из электроизоляционных материалов (например, стержневых полимерных изоляторов), устанавливаемых в пролетах. При этом расстояния между фазами на опорах не изменяются.

Рассмотрим преимущества применения нетрадиционной конструкции компактной электропередачи по сравнению с обычной воздушной линией:

- ширина пролета ЛЭП зависит от расстояния между отдельными фазными проводами и опорой. Провода ЛЭП и изоляторы прикреплены только в одной точке траверсы [2]. В условиях ветреной погоды провода могут раскачиваться в нескольких плоскостях, вследствие чего требуется достаточное расстояние между соседними изоляторами (рисунок 1, А). В компактных ЛЭП между проводами установлены жесткие изолирующие распорки, в результате чего они не могут раскачиваться в поперечной плоскости в точках крепления (рисунок 1, Б). В результате имеется возможность уменьшить ширину пролета до 50%, а в некоторых случаях и более;

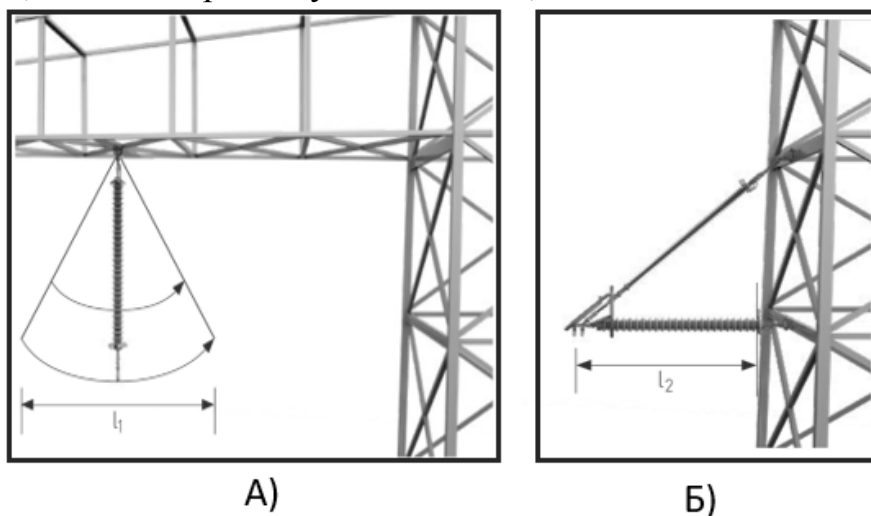


Рисунок 1 – Пример расположения изолятора на ВЛ традиционной конструкции (А); пример расположения изолятора на компактной ВЛ (Б)

- 2) так передача электроэнергии производится на переменном токе то имеет место электромагнитное поле, наводимое проводами ЛЭП. Электромагнитные поля параллельных проводников компенсируют друг друга в зависимости от расстояния между ними (чем меньше расстояние, тем больше компенсация и наоборот). В компактных линиях проводники расположены значительно ближе друг к другу, чем в обычных ЛЭП. Моделирование электромагнитного поля (рисунок 2) показывает снижение напряженности поля на 85% [2];

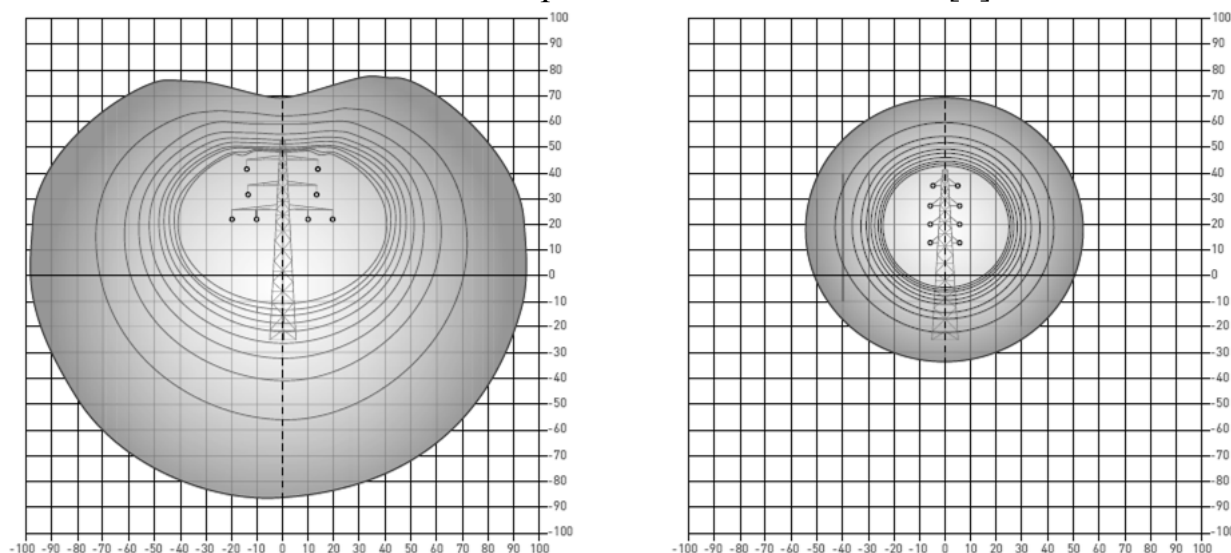


Рисунок 2 – Электромагнитное поле вокруг обыкновенной и компактной ЛЭП

- компактные ЛЭП являются более надежными. Это обусловлено тем, что в обычной ЛЭП провод имеет только по одному изолятору в точке крепления. В то же время в компактных линиях используются два изолятора. В случае, если повредится один изолятор, то второй продолжит выполнять свою функцию;
- компактные ЛЭП также имеют повышенную пропускную способность. Данный эффект достигается благодаря увеличению количества проводников в каждой фазе [3]. Например, в случае, когда передаваемая мощность воздушной ЛЭП с $U_{\text{ном}} 500$ кВ, состоящей из трёх проводников сечением 500 мм^2 в каждой фазе составляет около 900 МВт, в то время как пропускная способность компактной воздушной линии электропередачи $U_{\text{ном}} 500$ кВ, состоящей из десяти проводников сечением 300 мм^2 в каждой фазе увеличится втрое и достигнет приблизительно 2700 МВт.

Заключение

Современные темпы развития электропередач требуют совершенствования подходов к процессу экономии земельных ресурсов, наряду с повышением технико-экономических показателей функционирования передающих систем. Одним из перспективных вариантов модернизации существующих электропередач и построения актуальных систем являются компактные воздушные линии электропередачи, демонстрирующие более высокие показатели в сфере надёжности, пропускной способности и оптимальном

выравнивании электрического поля по сравнению с традиционными конструкциями ЛЭП.

Литература

1. Power Line [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://power-line.bg/en/products/compact-overhead-transmission-lines> – Дата доступа: 14.11.2022.
2. Compact Lines [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.pfisterer.com/fileadmin/pfisterer/downloads_en/Compact-Lines-CI-EN.pdf – Дата доступа: 14.11.2022.
3. Compact Transmission Line Design Considerations [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://home.engineering.iastate.edu/~jdm/wind/Compact_Transmission_Lines.pdf – Дата доступа: 14.11.2022.