

УДК 621.315.1

РАСЧЕТ КОМПАКТНОЙ ЛИНИИ ПЕРЕДАЧ «ПСКОВСКАЯ ГРЭС – НОВОСОКОЛЬНИКИ» В ПРОГРАММЕ PARM

Драневский Д.В.

Научный руководитель – к.т.н., доц. Старжинский А.Л.

Под компактными линиями электропередач понимают воздушные линии (ВЛ), в которых провода фаз сближены до минимально допустимых расстояний с учетом технических ограничений. Компактные ВЛ имеют уменьшенную конструкцию, по сравнению с традиционными, обладают меньше индуктивностью и большей емкостью и, как следствие, сниженным волновым сопротивлением и повышенной натуральной мощностью [3, с. 10]. Такие линии характеризуются следующими особенностями:

1. Расстояние между проводами разных фаз уменьшаются по сравнению с традиционными линиями (реализуется эффект того, что угол между векторами напряжений $\Theta_{ij} = 120^\circ > 90^\circ$ [1, с. 262]);
2. Число проводов в расщепленной фазе принимается увеличенным и расстояния между проводами одной и той же фазы также увеличиваются по сравнению с традиционными линиями (реализуется эффект от увеличения числа проводов n и от того, что угол между векторами напряжений, приложенных к проводам одной и той же фазы, $\Theta_{ij} = 0 < 90^\circ$) [1, с. 262];

К техническим ограничениям компактных ВЛ относят:

1. Сближение проводов в пролете при возможных перемещениях, связанных с «пляской», сбрасыванием гололеда и несинхронным раскачиванием;
2. Расстояния от проводов до заземленных частей опор;
3. Междофазные расстояния с учетом возможных перенапряжений и условий коронного разряда.

Компактную ВЛ 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.

Различные варианты конфигурации фаз компактных линий можно получить, расщепляя фазы и располагая их в пространстве различными способами. Для того чтобы в них выровнять напряженность электрического поля по проводам, расстояние между проводами следует принимать неодинаковыми: в средней части фазы оно должно быть больше, чем в крайних частях. Для дальнейшего выравнивания напряженности крайние провода должны быть смещены так, чтобы расстояние между проводами различных фаз были больше, чем между проводами, находящимися в середине фаз. При таком подходе для ВЛ 330 кВ и выше плоские и параболические фазы превращаются в эллиптические [1, с. 262];.

С эллиптическими фазами, расщепленными на 4 провода выполнена ВЛ 330 кВ «Псковская ГРЭС – Новосокольники». В ней расположение проводов на

опоре принято горизонтальное с расстояниями между фазами 5.5 м, а между крайними фазами и стойками опор – 4 м [2, с. 75]. Расположение проводов компактной линии 330 кВ «Псковская ГРЭС – Новосокольники» приведено на рисунке 1.

Произведем расчет линии Псковская ГРЭС – Новосокольники в программе PARM. Исходные данные для расчета представлены ниже:

- номинальное напряжение $U=330$ кВ;
- расстояние между проводами фаз $D=5,5$ м;
- радиус провода $r=0,94$ см;
- количество проводов в фазе $n=4$;
- допустимый ток в линии $I=510$ А;
- удельное реактивное сопротивление $X_0=0,335$ Ом/км.

Геометрические координаты расположения проводов на опоре возьмем из рисунка 1.

В результате расчета были получены следующие данные, приведенные в таблице 1.

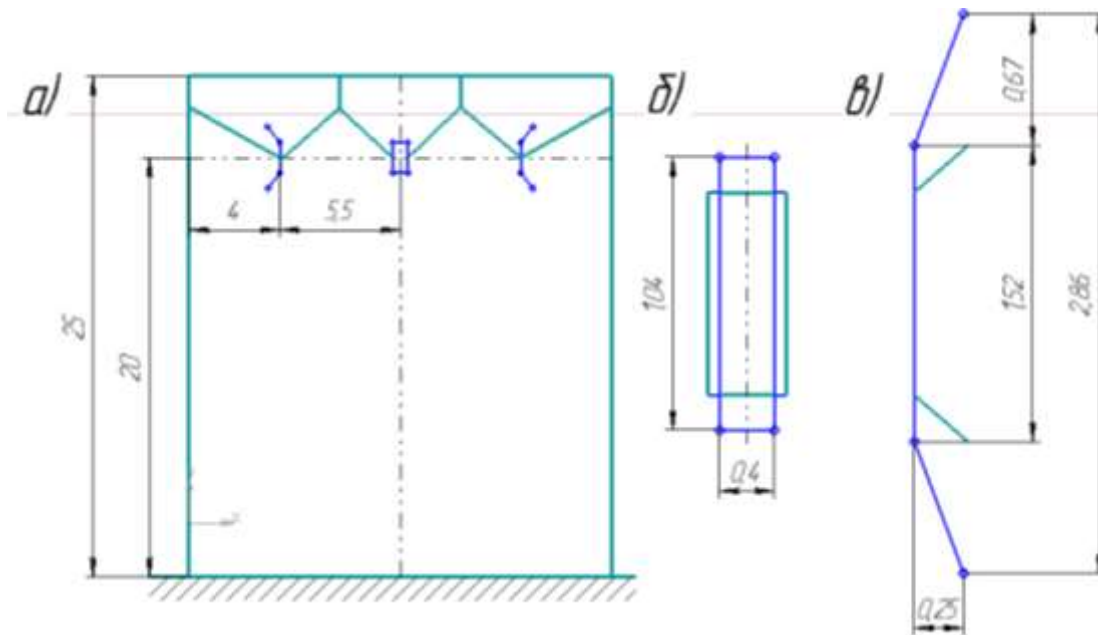


Рисунок 1. – Оптимальное расположение проводов компактной линии 330 кВ «Псковская ГРЭС – Новосокольники»: а) схема подвески проводов; б) средняя фаза; в) крайняя фаза

Таблица 1 – Параметры фаз ВЛ «Псковская ГРЭС – Новосокольники»

| Фаза | Z, Ом / км | Y, См · 10 ⁻⁶ / км | ΔP, кВт / км | Q ₃ , квар / км | Z _B , Ом | P _{НАТ} , МВт |
|------|------------|-------------------------------|--------------|----------------------------|---------------------|------------------------|
| А | 0.2006 | 6.2028 | 1.18 | 225.17 | 179.82 | 201.87 |
| В | 0.1932 | 5.8560 | 0.82 | 210.68 | 181.66 | 199.84 |
| С | 0.1974 | 5.8501 | 0.82 | 210.68 | 183.70 | 197.61 |
| ВЛ | 0.1934 | 5.9367 | 2.82 | 646.53 | 180.50 | 603.32 |

Напряженность электрического поля в поперечном сечении линии на высоте 1.8 м над уровнем земли составило $E_{MAX} = 2,015$ кВ/м.

Напряженность поля на проводах лежит в пределах $E = 13,416 \div 13,625$ кВ/м,

Выводы:

- 1) Волновое сопротивление компактной линии $Z_B = 156$ (Ом), что меньше чем для линии традиционного исполнения, где $Z_B = 250 \div 300$ Ом в зависимости от исполнения опоры;
- 2) Передаваемая натуральная мощность $P_{НАТ} = 600$ (МВт) выше, чем у аналогичной традиционной линии $P_{НАТ} = 363 \div 435,6$ (МВт);
- 3) Напряженность электрического поля на высоте 1.8 м над уровнем земли лежит в допустимых пределах;
- 4) Обеспечивается равенство напряженности на проводах всех фаз, что говорит о том, что все провода расположены в фазе наилучшим образом, что обеспечивает равномерность протекания токов по фазам.

Литература

1. Поспелов, Г.Е, Передача энергии и электроэнергии: Учебное пособие для студентов энергетических специальностей вузов / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин. – Минск: Адукацыя і выхаванне, 2003. – 544 с.
2. Александров, Г.Н, Установки сверхвысокого напряжения и охрана окружающей среды / Г.Н. Александров. – Ленинград: Энергоатомиздат, 1989. – 360 с.
3. Федин, В.Т, Электропередачи переменного тока повышенной мощности / В.Т. Федин, Ю.Д. Головач, Г.И. Селиверстов, М.С. Чернецкий – Минск: Наука и техника, 1993. – 310 с.