

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА РАСПОЛОЖЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО КАБЕЛЯ НА ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ ЛЭП

Л.А. Ковригин, д.т.н., Пермский национальный исследовательский политехнический университет;
Р.Р. Зиннатуллин, к.т.н., Пермский национальный исследовательский политехнический университет;
Д.П. Гиберт, руководитель отдела качества ООО «Инкаб», г. Пермь.

В последние годы все большее применение в электрических сетях находят волоконно-оптические самонесущие кабели связи в диэлектрической оболочке, подвешиваемые на опорах высоковольтных ЛЭП. Такая подвеска осуществляется с помощью натяжных поддерживающих зажимов спирального типа (рис. 1).

После дождя на поверхности оболочки кабеля скапливается вода. Под действием фазного напряжения между проводом и сырой поверхностью кабеля начинают протекать емкостные токи. Наибольший ток течет у зажима, что вызывает подсушивание поверхности оболочки кабеля и образование скользящего разряда (трекинга). Это приводит к повреждению оболочки.

Из опыта эксплуатации [1] известны случаи повреждений диэлектрической оболочки кабеля в ме-

сте сопряжения с поддерживающим зажимом из-за формирования трека.

Как установлено [2] в результате испытаний, воздействие электрического поля проводов может приводить к возникновению электрических разрядов на загрязненной и увлажненной оболочке оптического кабеля (ОК) в виде частичных дужек, а также разрядов в стримерной и искровой форме, которые приводят к образованию трека на оболочке кабеля. Результаты эксперимента хорошо согласуются с расчетными оценками.

В соответствии с [3] оптический кабель должен быть расположен в зоне наименьших электрических потенциалов для исключения коронных разрядов и треков.

В связи с этим производители ОК советуют выбирать материал наружной оболочки кабеля исхо-

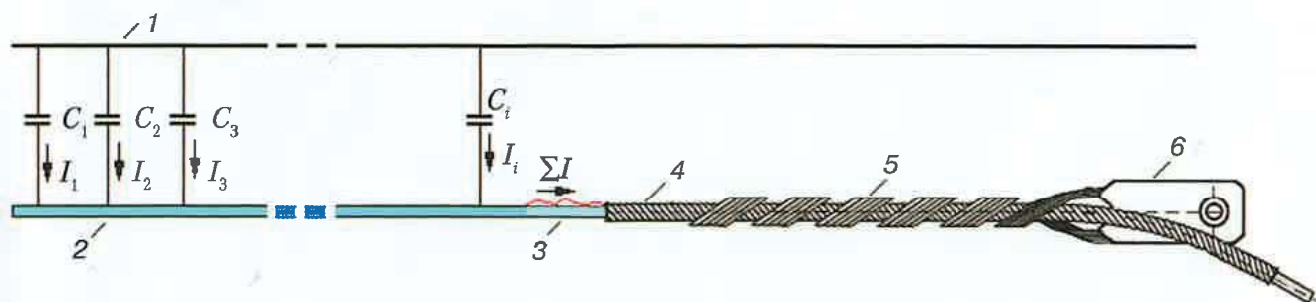


Рис. 1. Схема крепления оптического самонесущего кабеля: 1 — провод ЛЭП; 2 — участок с влажной оболочкой оптического самонесущего кабеля; 3 — сухой участок оболочки кабеля; 4 — протектор; 5 — силовая спираль; 6 — коуш

для из условий воздействия электрического потенциала [4]. Для ОК, предназначенных для подвески на ЛЭП 35 кВ и выше, оболочка должна быть выполнена из обычного полиэтилена высокой плотности (ПЭВП) при условии наведенного потенциала электрического поля не более 12 кВ и из трекинговой ПЭВП (более дорогостоящего) при условии наведенного потенциала электрического поля от 12 до 25 кВ включительно. Таким образом, максимально допустимое значение электрического потенциала для обеспечения длительной работы ОК не должно превышать указанных значений.

В настоящей работе представлены результаты моделирования электрического поля вокруг проводов двухцепной ЛЭП-220 с опорой У220-2+14 с учетом фазового сдвига напряжений на проводах. Были выбраны моменты времени (рис. 1), когда напряжение на одной из фаз максимально, а на двух других равны половине максимального: t_1 (фаза А), t_2 (фаза В), t_3 (фаза С) и когда напряжение на одной из фаз равно нулю: t_4 (фаза В), t_5 (фаза С), t_6 (фаза А).

Наибольшее рабочее фазное напряжение (напряжение на генераторе электроэнергии в моменты времени t_1, t_2 и t_3 (рис. 2)): $U_1 = U_{\text{ф.макс}} = 1,15 \cdot 220 \sqrt{2} / \sqrt{3} = 207 \text{ кВ} \approx 200 \text{ кВ}$, где 1,15 – коэффициент, учитывающий падение напряжения в линии). Фазное напряжение в моменты времени t_4, t_5 и t_6 (см. рис. 2): $U_4 = U_{\text{ф.макс}} \cdot \cos(\pi/6) = 174 \text{ кВ}$.

Расчеты осуществлялись с использованием программного пакета ANSYS 12.0 методом конечных элементов.

На рис. 3 представлено распределение электрического потенциала в моменты времени t_1, t_2 и t_3 . На фазе А, которая расположена ближе к земле, на-

пряжение в момент времени t_1 равно +200 кВ, напряжения на двух других фазах равны минус 100 кВ. Зона наименьших электрических потенциалов находится на оси опоры на высоте 22–24 м.

В момент времени t_2 максимальное напряжение +200 кВ на фазе В, на двух других фазах напряжения равны минус 100 кВ. В силу симметричного расположения фаз А и С по отношению к фазе В, зона наименьших электрических потенциалов возрастает и находится на оси опоры на высоте 17–33 м.

В момент времени t_3 максимальное напряжение +200 кВ на фазе С, на двух других фазах напряжения равны минус 100 кВ. Зона наименьших электрических потенциалов находится на высоте 23–26 м.

На рис. 4 представлено распределение электрического потенциала в моменты времени t_4, t_5 и t_6 . В эти моменты времени напряжение на одной из фаз равно нулю, на двух других равны $U_{\text{ф.макс}} \times \cos(\pi/6)$ и противоположны по знаку.

На рис. 5 представлено распределение электрического потенциала при асинхронном режиме работы цепей.

После объединения всех зон (рис. 6) получаем, что оптический кабель необходимо размещать на оси опоры У220-2+14 на высоте 23–25 м.

Также важно отметить, что в некоторых зонах вокруг опоры потенциалы электрического поля превышают допустимые значения, и неправильное расположение ОК может существенно снизить срок его эксплуатации. Кроме того, расчеты полей электрических потенциалов могут служить обоснованием выбора оболочки ОК. При этом использование обычной оболочки, вместо трекинговой, значительно снижает стоимость ОК.

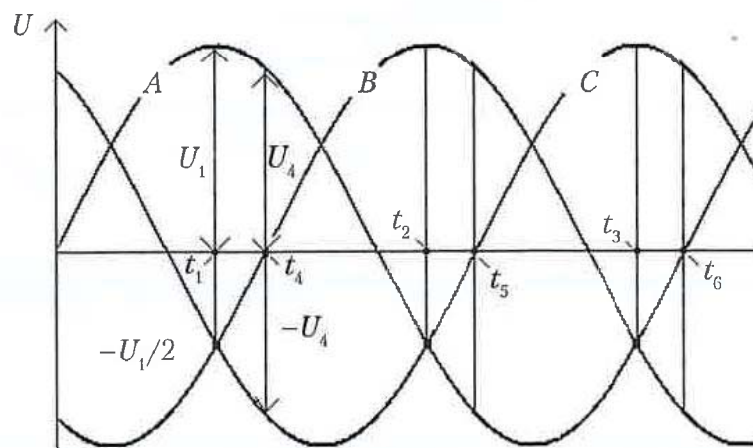


Рис. 2. График изменения напряжений на фазах

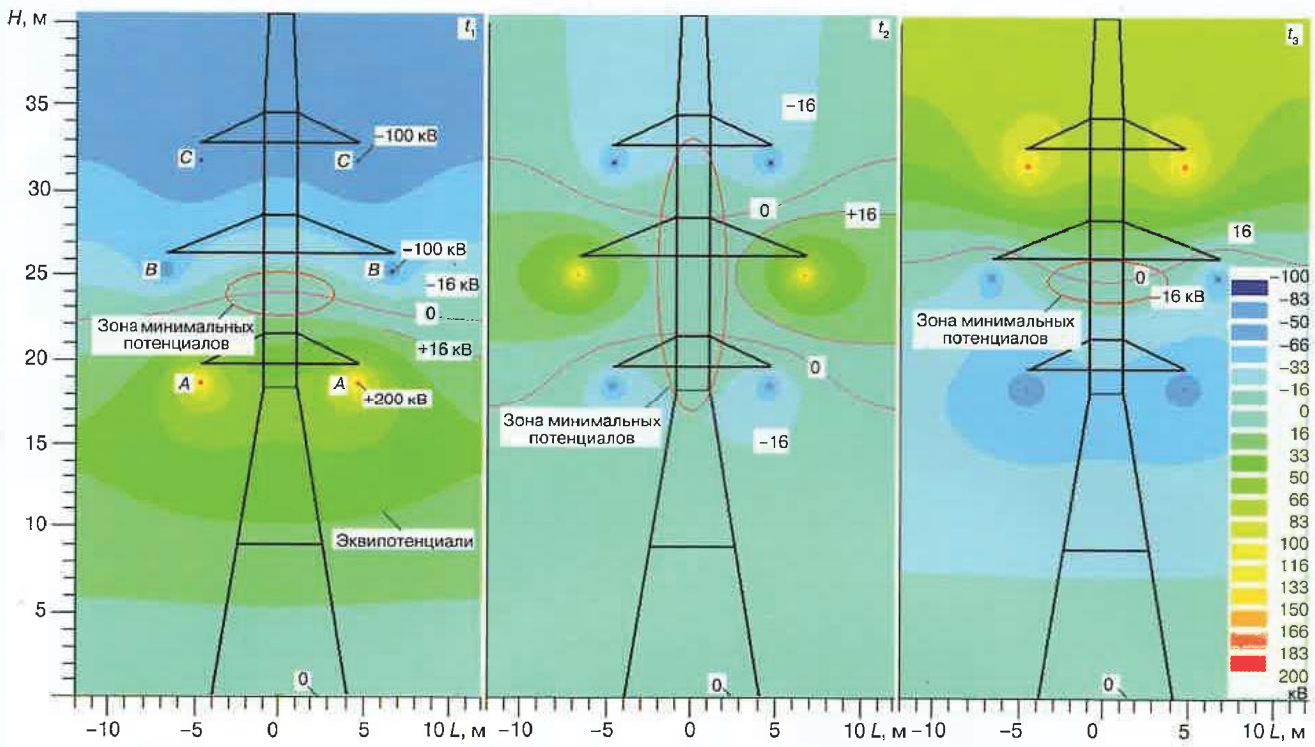


Рис. 3. Распределение электрического потенциала в моменты времени t_1 , t_2 и t_3

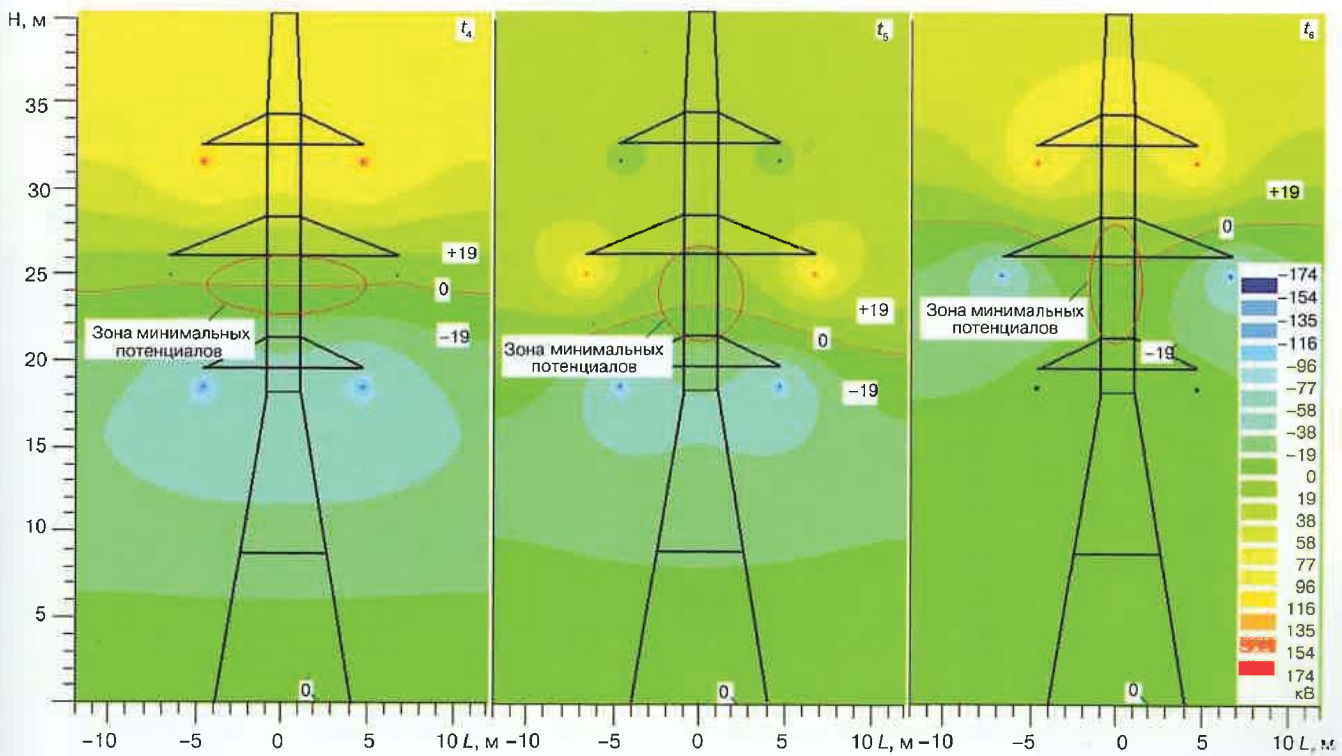


Рис. 4. Распределение электрического потенциала в моменты времени t_4 , t_5 и t_6

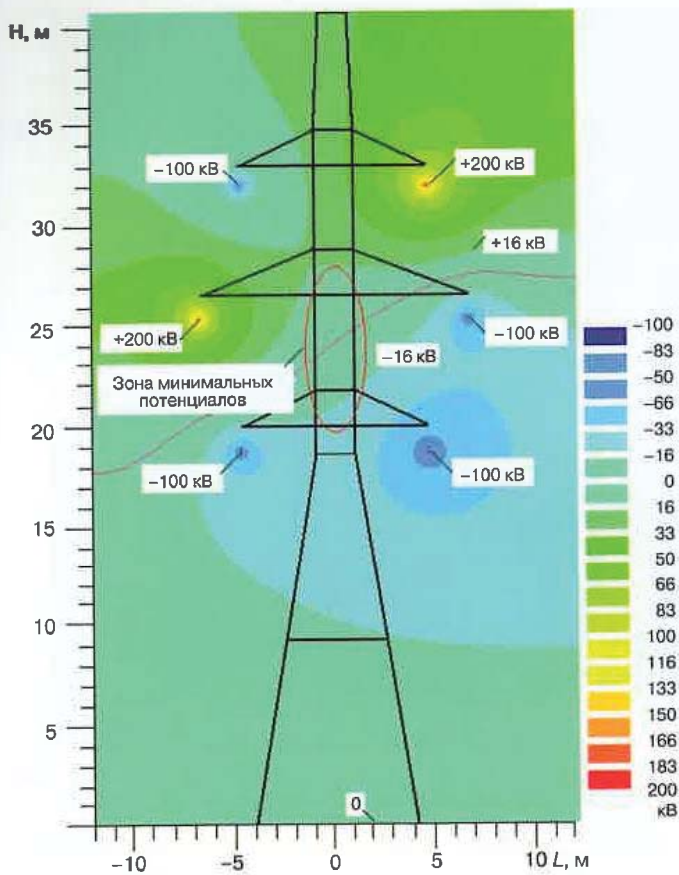


Рис. 5. Распределение электрического потенциала при асинхронном режиме работы цепей

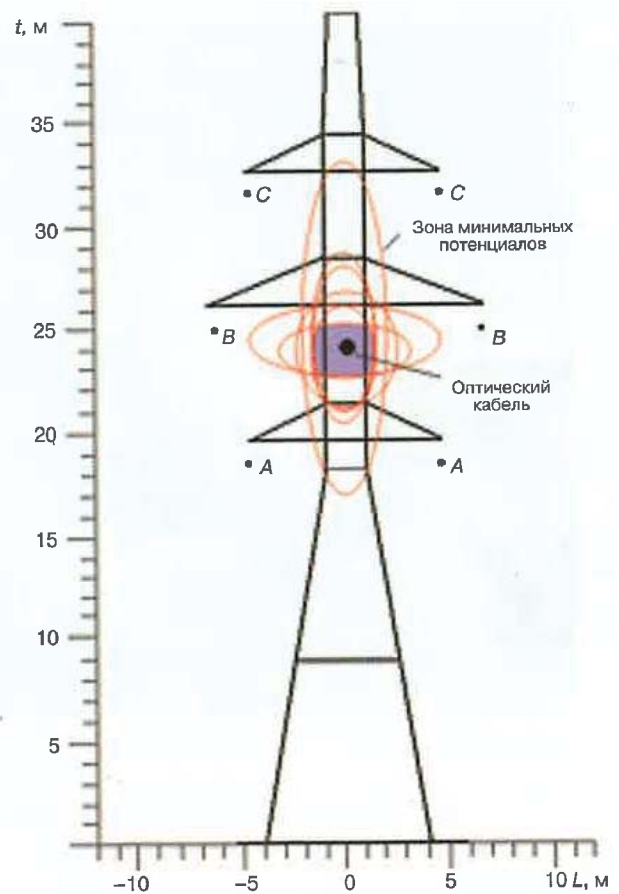


Рис. 6. Рекомендуемое положение оптического кабеля

Литература

1. Картер К.Н., Уолдрон М.А. Математическая модель образования сухого дугового разряда на поверхности оптического самонесущего диэлектрического кабеля, установленного на воздушной линии электропередачи. IEE PROCEEDINGS-C. — 1992. — Vol. 139, N. 3. MAY.
2. Филиппов Ю.И. и др. Электротермическая деградация оптического кабеля. LIGHTWAVE Russian Edition — 2006. — № 4.
3. Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше РД 153-34.0-48.518-98
4. ТУ 3587-001-88083123-2010 «Кабели связи оптические производства ООО «Инкаб».