

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЯХ 10 кВ ПОКРЫТЫХ ПРОВОДОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ СЕЛЬСКИХ РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫХ СЕТЕЙ

Д. Э. Сацюк

*Учреждение образования «Гомельский государственный
технический университет имени П. О. Сухого», Беларусь*

Научные руководители: К. М. Медведев, О. Ю. Пухальская

Согласно ТКП 385–2012 [1] ЛЭП 10 кВ, проходящие по землям лесного фонда (лесным насаждениям) и населенным пунктам, следует выполнять с применением воздушных линий с покрытыми проводами (ВЛП).

Преимуществами ВЛП по сравнению с традиционными ВЛ с неизолированными проводами является [2]:

- существенное уменьшение аварийных отключений по причине снижения междуфазных коротких замыканий и замыканий провода на землю;
- уменьшение требуемой ширины просеки в лесных массивах;
- уменьшение габаритов до земли и инженерных сооружений;
- сокращение эксплуатационных расходов;
- повышение надежности работы при образовании гололеда;
- повышение безопасности работ вблизи ВЛП.

Расчет количества внезапных отключений ВЛ 10 кВ выполняется по формуле [3]:

$$\begin{aligned} N_{10} = & \omega_{з.о.г} (n_{д.о} + n_{доб} + n_{б.о}) + \omega_{дер} (n_{д.о} + n_{доб}) + \omega_{б.п} n_{доб} + \omega_{б.о} n_{б.о} + \\ & + \omega_{ф.и} n_{ф.и} + \omega_{с.и} n_{с.и} + \omega_{к.п} (n_{ф.и} + n_{с.и}) + \omega_{а.м} L_{а.м} + \omega_{а.б} L_{а.б} + \omega_{а.с} L_{а.с} + \\ & + \omega_{ст} L_{ст} + \omega_{к} L_{к} + \omega_{р.с.а} n_{р.с.а} + \omega_{а.с.а} n_{а.с.а} + \omega_{р.в} n_{р.в} + \omega_{р.т} n_{р.т} + \\ & + \omega_{м.т.п} n_{м.т.п} + \omega_{к.т.п} n_{к.т.п} + \omega_{з.т.п} n_{з.т.п}, \end{aligned} \quad (1)$$

где $\omega_{з.о.г}$, $\omega_{дер}$, $\omega_{б.п}$, $\omega_{б.о}$, $\omega_{ф.и}$, $\omega_{с.и}$, $\omega_{к.п}$ – параметры потока отказов (ППО) креплений опор в грунте, деревянных опор, железобетонных приставок, железобетонных опор, фарфоровых изоляторов, стеклянных изоляторов, креплений проводов, соответственно; $\omega_{а.м}$, $\omega_{а.б}$, $\omega_{а.с}$, $\omega_{ст}$, $\omega_{к}$ – ППО алюминиевых проводов сечением 35 мм² и ниже, алюминиевых проводов сечением 50 мм² и выше, сталеалюминиевых проводов, стальных проводов, кабеля, соответственно; $\omega_{р.с.а}$, $\omega_{а.с.а}$, $\omega_{р.в}$, $\omega_{р.т}$ – ППО линейных секционирующих аппаратов с ручным управлением (разъединителей, выключателей нагрузки), линейных секционирующих аппаратов с автоматическим управлением (выключатели), вентильных и трубчатых разрядников, соответственно; $\omega_{м.т.п}$, $\omega_{к.т.п}$, $\omega_{з.т.п}$ – обобщенные ППО мачтовой, комплектной и закрытой ТП 10/0,4 кВ, соответственно, учитывающие повреждаемость выносного разъединителя, проводов спуска к проходным изолятором, проходных изоляторов, вентильного (трубчатого) разрядника и

предохранителей 10 кВ; $n_{до}, n_{доб}, n_{бо}$ – количество деревянных опор, деревянных опор на железобетонных приставках и железобетонных опор, соответственно, шт; $n_{ф.и}, n_{с.и}$ – количество фарфоровых и стеклянных изоляторов, соответственно, шт; $L_{а.м}, L_{а.б}, L_{а.с}, L_{ст}, L_{к}$ – протяженность ВЛ 10 кВ с проводами А-35 и ниже, А-50 и выше, сталеалюминиевыми, стальными проводами и кабелем, соответственно, км; $n_{р.с.а}, n_{а.с.а}, n_{р.в}, n_{р.т}$ – количество линейных секционирующих аппаратов с ручным и автоматическим управлением, вентильных и трубчатых разрядников, соответственно, шт; $n_{м.т.п}, n_{к.т.п}, n_{з.т.п}$ – количество мачтовых, комплектных и закрытых ТП 10/0,4 кВ, соответственно, шт.

В случае, когда ВЛ 10 кВ выполнена с применением покрытых проводов, можно использовать статистические данные для распределительных сетей 10–0,4 кВ, собранные ОАО «Фирма ОРГРЭС» [4]. Полученное по формуле (1) количество внезапных отключений пересчитывается по следующей формуле:

$$N'_{10} = \frac{L_{а.м} + L_{а.б} + L_{а.с} + L_{ст} + L_{к}}{L} N_{10} + \frac{L_{в.л.п}}{L} \cdot \frac{N_{10}}{5,14}, \quad (2)$$

где $L_{в.л.п}$ – протяженность части ВЛ, выполненной покрытыми проводами, км; L – общая протяженность ВЛ 10 кВ, км:

$$L = L_{а.м} + L_{а.б} + L_{а.с} + L_{ст} + L_{к} + L_{в.л.п}. \quad (3)$$

В качестве исходной информации о ВЛ 10 кВ необходимы:

- схемы ВЛ с обозначением длины участков, марки и сечения проводов, ТП с диспетчерским номером и установленной мощностью, коммутационных аппаратов с диспетчерскими номерами, нормальных разрывов;
- паспортные данные ВЛ 10 кВ – сведения о количестве элементов различных видов на линии.

Расчет количества аварийных отключений ВЛ 10 кВ выполнен для следующих случаев:

- традиционная ВЛ 10 кВ с неизолированными проводами на протяжении всей трассы;
- участки ВЛ 10 кВ, проходящие по лесным массивам, выполнены с использованием покрытых проводов, на остальных участках трассы – неизолированные провода.

Расчет проводился для трех линий Гомельского сельского РЭС – ВЛ № 932 и № 34 подстанции 35/10 кВ «Телешы» и ВЛ № 5689 подстанции 110/10 кВ «Клѣнки».

На рис. 1 представлены паспортные данные трех рассматриваемых ВЛ 10 кВ.

| Паспортные данные ВЛ 10 кВ | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|-------------------|--------------------------|--------------------|---|-------------------|-------------------|--------------------|-------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| ↓ | | | | | | | | | | | |
| Количество опор и изоляторов, шт | | Длины участков линий, км | | Количество секционирующих аппаратов и разрядников, шт | | Количество ТП, шт | | | | | |
| Параметр ВЛ | № ВЛ | | | Параметр ВЛ | № ВЛ | | | Параметр ВЛ | № ВЛ | | |
| | №932 п/ст. Телеша | №934 п/ст. Телеша | №5689 п/ст. Клёнки | | №932 п/ст. Телеша | №934 п/ст. Телеша | №5689 п/ст. Клёнки | | №932 п/ст. Телеша | №934 п/ст. Телеша | №5689 п/ст. Клёнки |
| $n_{до}$ | 0 | 0 | 0 | $L_{ам}$ | 7,761 | 0 | 0 | $n_{МТП}$ | 0 | 0 | 0 |
| $n_{доб}$ | 0 | 0 | 0 | $L_{аб}$ | 1,89 | 0,45 | 2,12 | $n_{РСА}$ | 3 | 2 | 2 |
| $n_{бо}$ | 347 | 158 | 190 | $L_{ас}$ | 10,41 | 9,03 | 7,149 | $n_{АСА}$ | 0 | 0 | 0 |
| $n_{фи}$ | 977 | 559 | 697 | $L_{ст}$ | 0 | 0 | 0 | $n_{РВ}$ | 3 | 3 | 3 |
| $n_{си}$ | 322 | 32 | 146 | $L_{к}$ | 0 | 0 | 0,77 | $n_{РТ}$ | 0 | 0 | 0 |

Рис. 1. Паспортные данные ВЛ 10 кВ

Результаты расчета представлены в таблице 1.

Результаты расчета количества внезапных отключений ВЛ 10 кВ

| №ВЛ | Длина всей ВЛ L_{Σ} , км | Длина участков ВЛ, проходящих через лес $L_{лес}$ | | Количество внезапных отключений ВЛ для случаев: | | Снижение числа внезапных отключений, % |
|--------------------|---------------------------------|---|-----------------------|---|---|--|
| | | км | в %-х от L_{Σ} | вся ВЛ с голыми проводами (N_{10}) | участки, проходящие через лес, выполнены в виде ВЛП (N'_{10}) | |
| №932 п/ст. Телеша | 20,06 | 1,36 | 6,9 | 4,37 | 4,12 | 5,7 |
| №932 п/ст. Телеша | 9,48 | 0,69 | 7,3 | 0,775 | 0,73 | 5,8 |
| №5689 п/ст. Клёнки | 10,04 | 4,56 | 45,4 | 3,66 | 2,32 | 36,6 |

Выводы

Замена неизолированных проводов на покрытые на участках ВЛ 10 кВ, проходящих через лес, позволяет уменьшить количество внезапных отключений линии и, следовательно, повысить надежность электроснабжения потребителей сельскохозяйственного назначения.

Степень снижения аварийности зависит от процентного соотношения длин участков ВЛ, выполненных в виде ВЛП, и всей линии.

Л и т е р а т у р а

1. Нормы проектирования электрических сетей внешнего электроснабжения напряжением 0,4–10 кВ сельскохозяйственного назначения: ТКП 385–2012 (02230). – Введ. 10.07.2012. – Минск : РУП «Белэнергосетьпроект», 2012. – 88 с.
2. Фадеева, Г. А. Проектирование распределительных электрических сетей : учеб. пособие / Г. А. Фадеева, В. Т. Федина ; под общ. ред. В. Т. Фебина. – Минск : Выш. шк., 2009. – 365 с.
3. Куценко, Г. Ф. Методика определения расчетного количества внезапных отключений потребителей сельскохозяйственного назначения по цепи «источник–потребитель» / Г. Ф. Куценко, О. Ю. Пухальская // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2005. – № 3. – С. 30–33.
4. Клименко, С. В. Сравнение показателей надежности сельских распределительных сетей, выполненных с применением изолированных и неизолированных проводов / С. В. Клименко // Изв. вузов. Электромеханика. – 2004. – № 6. – С. 14–17.