

УДК 528.48

П. И. СОЛОВЕЙ, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА, О. В. ВОЛОЩУК, Е. Ю. ОВЧАРЕНКО
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛЫ ПРОВЕСА И ГАБАРИТА ПРОВОДОВ ЛЭП С БОЛЬШИМИ ПЕРЕПАДАМИ ВЫСОТ

Аннотация. Рассмотрена методика геодезического контроля стрелы провеса и габарита проводов воздушных линий электропередачи с большими перепадами высот опор. Установлено, что определение стрелы провеса в самой низкой точке провода совпадает со стрелой провеса в середине пролета. Это позволяет значительно сократить объем полевых и вычислительных работ.

Ключевые слова: геодезический контроль, расчет точности, габариты проводов.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Разработка эффективной методики геодезического контроля стрелы провеса и габарита проводов линии электропередачи, проходящей в холмистой и горной местности со значительными перепадами высот, является актуальной задачей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Основное внимание в работах [1, 3, 4, 5] уделено методике геодезического контроля параметров проводов ЛЭП, расположенных в равнинной местности, при проведении геодезических изысканий. Но почти отсутствуют публикации, посвященные геодезическому мониторингу стрелы провеса и габарита проводов ЛЭП, проходящих в горной и холмистой местности, со значительными перепадами высот.

ЦЕЛИ

Целью статьи является разработка эффективной и точной методики геодезического контроля стрелы провеса и габарита проводов ЛЭП в условиях со значительными перепадами высот точек подвеса.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

При прохождении линий электропередачи в холмистой и горной местности возникает необходимость определения стрелы провеса и габарита проводов на участках с большими перепадами высот точек подвеса.

Пусть в отвесной плоскости V (рис.) расположены нижняя (т. A) и верхняя (т. B) точки подвеса провода ЛЭП. Требуется определить стрелу провеса и габарит $G = OO'$ между самой низкой точкой O провода и точкой O' препятствия. В равнинной местности точки O и P совпадают, а в горной – расстояния между ними могут достигать нескольких метров.

Рассмотрим возможность определения стрелы провеса и габарита провода при визировании электронным безотражательным тахеометром на одну, самую низкую, точку O провода. Для этого применим прямоугольную систему координат XBY , в которой за начало координат принята верхняя точка B подвеса. Ось Y совпадает с отвесной линией, а ось X – перпендикулярна ей.

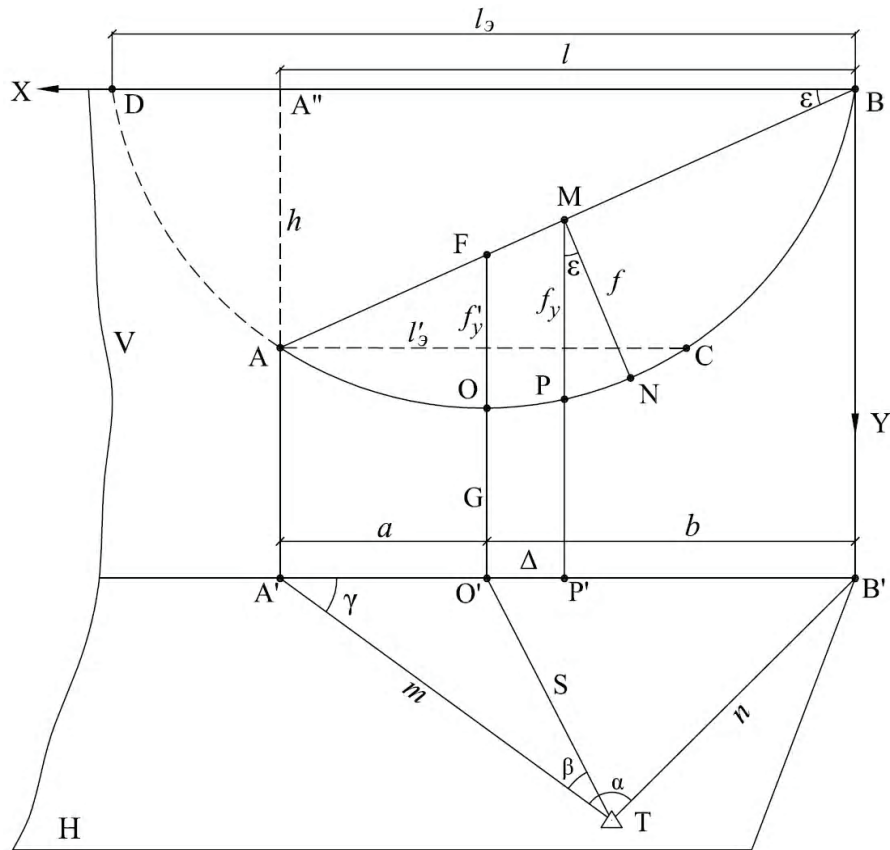


Рисунок – Схема определения стрелы провеса и габарита провода ЛЭП на участке с большими перепадами высот точек подвеса.

Для определения расстояний $a = A'O'$ и $b = O'B'$ от самой низкой точки провода до низшей и верхней точек подвеса используют [1] малый и большой эквивалентные пролеты $l'_3 = AC$ и $l_3 = DB$, которые вычисляют по формулам:

$$l'_3 = l - \frac{2\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}; \quad (1)$$

$$l_3 = l + \frac{2\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}; \quad (2)$$

где l – длина пролета;
 σ – сила натяжения провода;
 γ – вес одного погонного метра провода;
 h – превышение между точками A и B подвеса провода.

Из формул (1) и (2) получим:

$$a = \frac{l'_3}{2} = \frac{l}{2} - \frac{\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}; \quad (3)$$

$$b = \frac{l_3}{2} = \frac{l}{2} + \frac{\sigma \cdot h}{\gamma \cdot l}. \quad (4)$$

Положение точки O' можно получить непосредственным отложением расстояния a в створе линии $A'B'$. В горной местности это сложно выполнить, поэтому направление на точку O провода получают следующим образом.

В точке T (рис.) устанавливают электронный безотражательный тахеометр таким образом, чтобы точки A и B попали в радиус действия прибора, а расстояние $S = TO'$ было не меньше габарита провода. Измеряют расстояния $m = TA'$, $n = TB'$, угол α между направлениями TA' и TB' .

Вычисляют длину пролета:

$$l = \sqrt{m^2 + n^2 - 2mn \cdot \cos \alpha}. \quad (5)$$

Из треугольника $TA'B'$ будем иметь:

$$\frac{l}{\sin \alpha} = \frac{n}{\sin \gamma}. \quad (6)$$

Откуда:

$$\sin \gamma = \frac{n \cdot \sin \alpha}{l}, \quad \gamma = \arcsin(\gamma). \quad (7)$$

Из треугольника $TA'O'$ получим:

$$S = \sqrt{a^2 + m^2 - 2am \cdot \cos \gamma}, \quad (8)$$

тогда по теореме синусов:

$$\frac{S}{\sin \gamma} = \frac{a}{\sin \beta}, \quad (9)$$

откуда:

$$\sin \beta = \frac{a \cdot \sin \gamma}{S}, \quad \beta = \arcsin(\beta). \quad (10)$$

Отложив от направления TA' угол β , получают направление на точку O провода и тригонометрическим нивелированием определяют габарит G провода.

Для определения стрелы провеса f провода необходимо определить ее составляющую f_y по отвесной линии MP . Тогда стрела провеса будет равна:

$$f = f_y \cdot \cos \varepsilon, \quad (11)$$

где ε – угол наклона хорды BA .

Точка P' располагается на некотором горизонтальном расстоянии $\Delta = O'P'$ от точки O' и чтобы зафиксировать точку P' , требуются дополнительные вычисления и измерения.

Рассмотрим, как повлияет на точность определения составляющей f_y , если вместо отрезка $f_y = MP$, вычислить отрезок $f'_y = FO$.

В работе [2] приведена формула, которая позволяет определять составляющую стрелы провеса на любом расстоянии X от верхней точки B подвеса:

$$f_y = \frac{\gamma \cdot X(l - X)}{2\sigma}. \quad (12)$$

Подставив в формулу (12) значение $X = l/2$ (средина пролета), получим составляющую стрелы провеса в точке P :

$$f_y = \frac{\gamma \cdot l^2}{8\sigma}. \quad (13)$$

Подставив в формулу (12) расстояние b из формулы (4), получим составляющую f'_y в самой низкой точке O провода:

$$f'_y = \frac{\gamma \left[\left(\frac{l}{2} \right)^2 - \left(\frac{\sigma \cdot h}{l} \right)^2 \right]}{2\sigma}. \quad (14)$$

Пусть $\gamma = 3,46 \cdot 10^{-3}$, $l = 300$ м, $\sigma = 13,0$ кгс/мм², $\varepsilon = \arctg h/l = 30^\circ$. Подставив численные данные в формулы (13) и (14), получим $f_y = 2,994$ м, $f'_y = 2,987$ м. Как видно, разность $f_y - f'_y = 0,007$ м, что является несущественной величиной.

ВЫВОДЫ

Таким образом, определение стрелы провеса в точке O (самая низкая точка провода) вместо точки P (средина пролета) не повлияет на точность определения стрелы провеса. Это значительно сокращает объем полевых и вычислительных работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Инженерно-геодезические работы для проектирования и строительства энергетических объектов [Текст] : учебник для техникумов / А. А. Карлсон, Л. И. Пик, О. А. Пономарев, В. И. Сердюков. – М. : Недра, 1986. – 349 с.
2. Крюков, К. П. Конструкции и механический расчет линий электропередачи [Текст] / К. П. Крюков, Б. П. Новгородцев. – 2-е изд., перераб. и доп. – Л. : Энергия, Ленингр. отделение, 1979. – 312 с.
3. Руководство по изысканиям трасс воздушных линий электропередач 35–1150 кВ [Текст]. – Взамен 14115 тм-т1 «Руководство по инженерным изысканиям трасс воздушных линий электропередачи 500 кВ и выше» / Энергосетьпроект. – Москва : Энергосетьпроект, 1996. – 226 с.
4. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам [Текст] / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, В. Е. Новак и др. – М. : Недра, 1980. – 781 с.
5. Справочник геодезиста [Текст] / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, Г. В. Багратуни и др. ; под ред. В. Д. Большакова, Г. П. Левчука. – Изд. 2, перераб. и доп. – М. : Недра, 1975. – 1056 с.

Получено 02.04.2019

П. І. СОЛОВЕЙ, А. М. ПЕРЕВАРЮХА, О. В. ВОЛОЩУК, О. Ю. ОВЧАРЕНКО
ГЕОДЕЗИЧНИЙ КОНТРОЛЬ СТРЕЛИ ПРОВИСАННЯ І ГАБАРИТУ
ПРОВІДІВ ЛЕП З ВЕЛИКИМИ ПЕРЕПАДАМИ ВИСОТ
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. Розглянуто методику геодезичного контролю стріли провисання і габариту проводів повітряних ліній електропередавання з великими перепадами висот опор. Встановлено, що визначення стріли провисання в найнижчій точці проводу збігається зі стрілою провисання в середині прольоту. Це твердження дозволяє значно скоротити обсяг польових і обчислювальних робіт.

Ключові слова: геодезичний контроль, розрахунок точності, габарити проводів.

PAVEL SOLOVEJ, ANATOLY PEREVARJUHA, OKSANA VOLOSHCHUK,
ELENA OVCHARENKO
GEODETIC CONTROL OF THE SAG AND THE GAUGE OF LEP WIRES WITH
LARGE ELEVATION DIFFERENCES
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The technique of geodetic control of the sag and the gauge of the wires of overhead power lines with large differences in support heights is considered. It has been established that the definition of the sag at the lowest point of the wire coincides with the sag in the middle of the span. This statement can significantly reduce the amount of field and computational work.

Key words: geodesic control, accuracy calculation, wire dimensions.

Соловей Павел Илларионович – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций высотных зданий и сооружений.

Переварюха Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций колеблющихся и вращающихся объектов.

Волощук Оксана Владимировна – ассистент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезический мониторинг параметров проводов и опор ЛЭП в условиях эксплуатации.

Овчаренко Елена Юрьевна – студентка ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезическое обеспечение в землеустройстве и кадастре.

Соловей Павло Іларіонович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій висотних будівель і споруд.

Переварюха Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ДОНУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследования статических и динамических деформаций колеблющихся и вращающихся объектов.

Волощук Оксана Владимировна – ассистент кафедры инженерной геодезии ДОНУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезический мониторинг параметров проводов и опор ЛЭП в условиях эксплуатации.

Овчаренко Елена Юрьевна – студентка ДОНУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезическое обеспечение в землеустройстве и кадастре.

Solovej Pavel – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of high-rise buildings.

Perevarjuha Anatoly – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of varying and rotating objects.

Voloschuk Oksana – assistant, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic monitoring of wire parameters and transmission line poles under operating conditions.

Ovcharenko Elena – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic support in land management and cadastre.