Урок 80-81. **Расположение проводов и тросов на опоре**

При выборе типа опоры необходимо наметить желаемое расположение проводов на опоре. С точки зрения электрических процессов в ВЛ провода, желательно, располагать симметрично в углах равностороннего треугольника. Но на практике при таком расположении вероятно схлестывание проводов, закрепленных в гирляндах подвесных изоляторов. Удобно использовать опоры портального типа с горизонтальным расположением проводов в одной плоскости, но эти опоры дороги. Поэтому наиболее распространенным является размещение проводов в углах неравностороннего треугольника на одноцепных опорах (рис. 2.2а) и на двуцепных – в виде «бочки» (рис. 2.2б), «прямой елки» (рис. 2.2в), «обратной елки» (рис. 2.2г). В особых районах по гололеду и районах с частой пляской проводов, а также на ВЛ 500 кВ и выше провода располагают горизонтально.



Рис. 2.2. Расположение проводов на опоре

Согласно ПУЭ, воздушные линии напряжением 110 кВ и выше на металлических и железобетонных опорах должны быть защищены по всей длине грозозащитными тросами. Линии 35 кВ защищаются тросами только на подходах к подстанциям (на участках протяженностью 1 – 2 км). Линии 220 кВ на подходах к подстанциям (до 2-х км) защищаются двумя тросами.

Линии с расположением проводов согласно рис. 2.2, защищаются одним тросом (рис. 2.3а), линии с горизонтальным расположением проводов – двумя тросами (рис. 2.3б). Линии 220 и 330 кВ на опорах высотой 35–45 м иногда защищаются двумя тросами на подходах к подстанциям, а в отдельных случаях (в районах с сильной грозовой деятельностью) – по всей длине.

При одном грозозащитном тросе защитный угол  должен быть не более 300, а при двух тросах – не более 200.



Рис. 2.3. Расположение тросов на опоре

Наименьшие расстояния между проводом и тросом в середине пролета указаны в табл. 3.1.

Конструкции железобетонных и стальных унифицированных опор в одноцепном и двуцепном исполнении приведены на рисунке В1 приложения В. Основные размеры опор, область их применения и характеристики в табл. В1 приложения В.

**Расчет проводов и тросов на механическую прочность.**

1 Расчет ветровых и гололедных нагрузок

Для обеспечения надежной работы ВЛ в естественных условиях необходимо учитывать скорость ветра, гололедно-изморозевые отложения и температуры воздуха в районе, где проходит трасса ВЛ. Для определения нагрузок на элементы ВЛ, согласно ПУЭ, принимаются наиболее неблагоприятные сочетания климатических условий, наблюдаемых не реже одного раза в пять лет для линий напряжением до 3 кВ, одного раза в 10 лет для линий напряжением 6-330 кВ и одного раза в 15 лет для линий напряжением 500 кВ и выше. Увеличение периодов повторяемости с ростом напряжения ВЛ объясняется большей ответственностью линий более высокого напряжения.

Расстояние от проводов (или троса) до земли меняется по длине пролета. Поэтому в расчетах используется понятие высоты приведенного центра тяжести проводов (или троса) - . Величина , м, определяется по формуле:

, (3.1)

где  – средняя высота подвеса проводов (или троса) на опоре, м;

 - допустимая стрела провеса провода (или троса), м.

Значение , м, для проводов определяется по формуле:

,

где  - расстояние от земли до *i*-й траверсы опоры, м;

*m* – количество проводов на опоре;

 - длина гирлянды изоляторов, м.

Для предварительных расчетов длины гирлянд изоляторов могут быть приняты следующими: для ВЛ 35 кВ – 0,6 м; для ВЛ 110 кВ – 1,3 м; для ВЛ 220 кВ – 2,4 м.

Значение  для троса определяется высотой подвеса троса:

,

где *h2, h3, h1* - расстояния по рисунку В1 приложения, м;

*n* – число цепей.

Допустимая стрела провеса провода, м, определяется по формуле:

, (3.2)

где *h2* – расстояние от земли до нижней траверсы, м;

 - длина гирлянды изоляторов, м;

*Г* – габаритный размер, м, значения габаритного размера приведены в табл. 2.1.

Допустимая стрела провеса троса, м, определяется по формуле:

, (3.3)

где *z* – наименьшее допустимое расстояние по вертикали между проводом и тросом в середине пролета, м.

Расстояние z определяется ПУЭ в зависимости от расчетной длины пролета (табл. 3.1). Промежуточные значения определяются путем линейной интерполяции.

Таблица 3.1

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Длина пролета , м | 100 | 150 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 |
| Расстояние *z*, м | 2,0 | 3,2 | 4,0 | 5,5 | 7,0 | 8,5 | 10,0 |

При определении ветровых нагрузок на провода и тросы ВЛ принято использовать не скорость ветра *V* , а скоростной напор ветра , который определяется по формуле:

.

Скоростной напор ветра представляет собой давление воздуха, движущегося со скоростью *V*, на один квадратный метр. По величине скоростного напора ветра вся территория бывшего СССР разделена на семь ветровых районов. Для каждого из них в ПУЭ указаны нормативные значения скоростного напора на высоте 15 м от поверхности земли (табл. 3.2).

Таблица 3.2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Район по ветру | Нормативное значение q, даН/м2, при повторяемости | | Поскольку скорость ветра увеличивается с увеличением высоты, то для м значения  берутся непосредственно из табл. 3.2. При м вводится поправочный коэффициент . Значения этого коэффициента приведены в ПУЭ и табл. 3.3. |
| 1 раз в 5 лет | 1 раз в 10 лет |
| 1 | 27 | 40 |
| 2 | 35 | 40 |
| 3 | 45 | 50 |
| 4 | 55 | 65 |
| 5 | 70 | 80 |
| 6 | 85 | 100 |
| 7 | 100 | 125 |

Таблица 3.3

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота , м | до 15 | 20 | 40 | 60 | 100 | 200 | 350 и выше |
| Коэффициент | 1,0 | 1,25 | 1,55 | 1,75 | 2,1 | 2,6 | 3,1 |

Таким образом, максимальное значение скоростного напора ветра определяется так:

, (3.4)

где  – нормативный скоростной напор ветра из табл. 3.2.

Отложения гололеда, изморози и мокрого снега на проводах и тросах ВЛ имеют различную форму (рис. 3.1а). Эти отложения регистрируются на метеостанциях, взвешиваются и приводятся к эквивалентной массе гололеда круглой цилиндрической формы с плотностью 900 кг/м3 (рис. 3.1б). Толщина стенки *С* этого цилиндра является исходной величиной для определения интенсивности гололедообразования в данном районе.

По толщине стенки гололеда вся территория бывшего СССР разделена на четыре района и особый район. В ПУЭ и табл. 3.4 приведены значения нормативной толщины стенки гололеда *С* для различных районов.



Таблица 3.4

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Район  по гололеду | Нормативное значение С, мм, при повторяемости | | Для м значения С берутся непосредственно из табл. 3.4. При  м вводятся поправочные коэффициенты на высоту  (табл. 3.5) и диаметр провода (или троса)  (табл. 3.6). |
| 1 раз в 5 лет | 1 раз в 10 лет |
| 1 | 5 | 5 |
| 2 | 5 | 10 |
| 3 | 10 | 15 |
| 4 | 15 | 20 |
| особый | 20 и более | более 22 |

Таблица 3.5

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Высота *hПР*, м | до 25 | 30 | 50 | 70 | 100 | 200 |
| Коэффициент *kГ1* | 1,0 | 1,4 | 1,6 | 1,8 | 2,0 | 3,0 |

Таблица 3.6

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр провода (или троса) *d*, мм | 5 | 10 | 20 | 30 | 50 | 70 |
| Коэффициент *kГ2* | 1,1 | 1,0 | 0,9 | 0,8 | 0,7 | 0,6 |

Таким образом, максимальное значение толщины стенки гололеда при  м определяется так:

. (3.5)

Для определения значений ,  из соответствующих таблиц используется метод линейной интерполяции.

Температура окружающей среды сказывается на работе ВЛ путем прямого влияния на степень натяжения и провисания проводов и тросов. При расчетах проводов и тросов на механическую прочность принимаются во внимание следующие температуры:

1) высшая температура – , при которой провод может иметь максимальное удлинение и, следовательно, максимальную стрелу провеса;

2) низшая температура – , при которой провод имеет наименьшую длину, а температурные напряжения могут достигать наибольших значений;

3) среднегодовая температура , при которой провод работает наиболее длительное время;

4) температура гололеда - , при наибольшей скорости ветра и при гололеде, как правило, эта температура принимается равной –50С;

5) температура грозы - , при которой определяется надежность защиты всех элементов ВЛ тросом в условиях грозового режима, равная +150С.

Задание: Изучить материал и составить конспект.