**Практическое занятие №18. Расчет погонных параметров воздушных линий**

**Цель:** изучить способы расчёта погонных параметров воздушных линий

[**Погонное**](https://studopedia.ru/2_46254_pogonnoe-soprotivlenie-poperechnomu-sdvigu-puti-v-ballaste-q-prinyato-peremennim-zavisyashchim-ot-velichini-samogo-sdviga-u.html)(удельное) (на единицу длины) [**активное**](https://studopedia.ru/2_41480_aktivnoe-soprotivlenie.html)сопротивление *r*о при частоте 50 Гц и обычно применяемых сечениях алюминиевых или медных проводов и жил кабелей можно принять равным погонному омическому сопротивлению. Явление поверхностного эффекта начинает заметно сказываться только при сечениях порядка 500 мм2.

**Активное сопротивление – это** сопротивление при протекании по проводнику переменного тока, омическое - это сопротивление при протекании по тому же проводнику постоянного тока. Для сталеалюминиевых проводов явление поверхностного эффекта также незначительно и может не учитываться.

Значительное влияние на активное сопротивление оказывает температура материала проводников, которая зависит от температуры окружающей среды и тока нагрузки.

**Погонные** (удельные) [**реактивные**](https://studopedia.ru/11_244827_reaktivnoe-soprotivlenie.html) (индуктивные) сопротивления фаз линий в общем случае получаются разными. Они определяются взаимным расположением фаз и геометрическими параметрами. При расчетах симметрических рабочих режимов пользуются средними значениями (независимо от транспозиции фаз линии).

**Схемы замещения ЛЭП**

**Линия электрической сети** теоретически рассматривается состоящей из бесконечно большого количества равномерно распределенных вдоль нее активных и реактивных сопротивлений и проводимостей.

Точный учет влияния распределенных сопротивлений и проводимостей сложен и необходим при расчетах очень длинных линий, которые в этом курсе не рассматривается.

На практике ограничиваются упрощенными методами расчета, рассматривая линию с сосредоточенными активными и реактивными сопротивлениями и проводимостями.

**Для проведения расчетов** принимают упрощенные схемы замещения линии, а именно: П-образную схему замещения, состоящую из последовательно соединенных активного (*r*л) и реактивного (*x*л) сопротивлений. Активная (*g*л) и реактивная (емкостная) (*b*л) проводимости включены в начале и конце линии по 1/2.

П-образная схема замещения характерна для воздушных ЛЭП напряжением 110-220 кВ длиной до 300-400 км.

|  |
| --- |
|  |
|  | http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image007.jpg |

**П – образная схема замещения ЛЭП напряжением 110-220 кВ длиной до 300-400 км.**

[**Активное сопротивление**](https://studopedia.ru/2_41480_aktivnoe-soprotivlenie.html) определяется по формуле: http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image009.gif,

где *r*о – удельное сопротивление Ом/км при *t*о провода + 20о,

*l* – длина линии, км

Активное сопротивление проводов и кабелей при частоте 50 Гц обычно примерно равно омическому сопротивлению. Не учитывается явление поверхностного эффекта.

Удельное активное сопротивление *r*о для сталеалюминиевых и других проводов из цветных металлов определяется по таблицам в зависимости от поперечного сечения.

Для стальных проводов нельзя пренебрегать поверхностным эффектом. Для них *r*о зависит от сечения и протекающего тока и находится по таблицам.

При температуре провода, отличной от 20о С сопротивление линии уточняется по соответствующим формулам.

[**Реактивное сопротивление**](https://studopedia.ru/11_244827_reaktivnoe-soprotivlenie.html) определяется: http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image011.gif,

где *x*о - удельное реактивное сопротивление Ом/км. Удельные индуктивные сопротивления фаз ВЛ в общем случае различны (об этом уже говорилось).

При расчетах симметричных режимов используют средние значения *x*о : **http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image013.gif**http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image015.gif**(1)**,

где *r*пр - радиус провода, см;

*Д*ср - среднегеометрическое расстояние между фазами, см, определяется следующим выражением:

http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image017.gif,

Где *Д*ав, *Д*вс, *Д*са - расстояния между проводами соответствующих фаз А, В, С.

Например, при расположении фаз по углам равностороннего треугольника со стороной *Д*, среднегеометрическое расстояние равно *Д*.

|  |
| --- |
|  |
|  | http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image019.jpg |

Дав=Двс=Дас=Д

|  |  |
| --- | --- |
|  | http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image021.jpg |

**При расположении проводов ЛЭП в горизонтальном положении:**

*Д*ав=*Д*вс=*Д*

*Д*ас=2*Д*

При размещении параллельных цепей на двухцепных опорах потокосцепление каждого фазного провода определяется токами обеих цепей. Изменение *Х*0 из-за влияния второй цепи зависит от расстояния между цепями. Отличие *Х*0 одной цепи при учете и без учета влияния второй цепи не превышает 5-6% и не учитывается в практических расчетах.

В линиях электропередач при http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image023.gif(иногда и при напряжении 110 и   
220 кВ) провод каждой фазы расщепляется на несколько проводов. Это соответствует увеличению эквивалентного радиуса. В выражении для *Х*0:

http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image013.gif **(1)**

Вместо *r*пр используется

http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image026.gif,

где *r*эк - эквивалентный радиус провода, см;

*а*ср - среднегеометрическое расстояние между проводами одной фазы, см;

*n*ф- число проводов в одной фазе.

Для линии с расщепленными проводами последнее слагаемое в формуле 1 уменьшается в nф раз, т.е. имеет вид http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image028.gif.

Удельное активное сопротивление фазы линии с расщепленными проводами определяются так : r0= r0пр / nф,

Где r0пр - удельное сопротивление провода данного сечения, определенное по справочным таблицам. Для сталеалюминиевых проводов Х0 определяется по справочным таблицам, в зависимости от сечения, для стальных в зависимости от сечения и тока.

**Активная проводимость (gл) линии соответствует двум видам потерь активной мощности:**

1) от тока утечки через изоляторы;http://ok-t.ru/studopediaru/baza2/2064465118261.files/image015.gif

2) потери на корону.

**Токи утечки через изоляторы** малы и потерями в изоляторах можно пренебречь. В воздушных линиях (ВЛ) напряжением 110 кВ и выше при определенных условиях напряженность электрического поля на поверхности провода возрастает и становится больше критической. Воздух вокруг провода интенсивно ионизируется, образуя свечение - корону. Короне соответствуют потери активной мощности. Наиболее радикальными средствами уменьшения потерь мощности на корону является увеличение диаметра провода, для линий высокого напряжения (330 кВ и выше) использование расщепления проводов. Иногда можно использовать так называемый системный способ уменьшения потерь мощности на корону. Диспетчер уменьшает напряжение в линии до определенной величины.

Вывод: