Определение критических длин пролетов

Трасса сооружаемой воздушной линии электропередачи 220 кВ проходит по лесостепной, ненаселённой местности, относящейся ко 2 району по гололёду и ко 2 району по ветровой нагрузке.

Низшая температура – t\_ = -430C [1, табл. 3.1].

Высшая температура – t+ = +380C [1, табл. 4.1].

Среднегодовая температура – tСГ = 5,4 [1, табл. 5.1].

Температура гололедообразования – tГ = -50C [2, п. 2.5.51].

Модуль упругости *Е* = 7,70×104 Н/м, температурный коэффициент α = 19,8×10-6 град-1 согласно табл. 2.5.8 [2].

Заданный пролет *l*=475 м (см. задание 1)

Предельные значения напряжений при наибольшей нагрузке и наименьшей температуре по табл. 2.5.7 [2]: σнб=σ\_= 126 Н/мм2 , а также при среднегодовой температуре σсг = 84 Н/мм2. Каждое из этих значений не должно быть превышено в процессе работы ВЛ.

Рассчитаем изменение значений среднеэксплуатационных напряжений в проводе, которые будут возникать в пролетах различной длины, если требуется обеспечить сохранение допускаемых напряжений при возникновении наибольшей нагрузки или наибольшей температуры.

Для этого составим и решим уравнение состояния провода. Искомой величиной считаем σсэ.

Исходные условия − возникновение наибольшей механической нагрузки γнб; искомые условия – среднеэксплуатационные. Тогда уравнение состояния примет вид:

.

Полученное уравнение можно представить как неполное кубическое:



где ; .

Данную задачу можно решить методом Ньютона. Рассмотрим, как меняется σсэ c изменением *l* при γнб. Независимая переменная *l* может меняться от 0 до ∞.

При *l*=0:



*l*→∞:



Т.е. при возникновении γнб σсэ будет меняться от 110.144 до 62.236 Н/мм2 . Получим зависимости коэффициентов А и В от *l*i:





Вычислим значения А и В, а также значения σсэ при длинах пролетов от 0 до 470 м и сведем результаты в таблицу 1. Для расчета используем метод Ньютона:



Таблица 1 – Результаты расчета уравнения состояния провода для 1 варианта

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *l*, м | А | В | , Н/мм2 | , Н/мм2 | , Н/мм2 | , Н/мм2 | , Н/мм2 | , Н/мм2 | , Н/мм2 |
| 50 | 107.94 | 8525 | 110.14 | 108.70 | 108.665 | 108.665 | 108.665 | 108.665 | 108.665 |
| 100 | 101.34 | 34100 | 108.665 | 104.756 | 104.467 | 104.466 | 104.466 | 104.466 | 104.466 |
| 150 | 90.34 | 76725 | 104.466 | 98.879 | 98.287 | 98.281 | 98.281 | 98.281 | 98.281 |
| 200 | 74.93 | 136400 | 98.281 | 92.026 | 91.306 | 91.297 | 91.297 | 91.297 | 91.297 |
| 250 | 55.13 | 213125 | 91.297 | 85.382 | 84.784 | 84.778 | 84.778 | 84.778 | 84.778 |
| 300 | 30.92 | 306900 | 84.778 | 79.863 | 79.491 | 79.489 | 79.489 | 79.489 | 79.489 |
| 350 | 2.31 | 417725 | 79.489 | 75.726 | 75.531 | 75.531 | 75.531 | 75.531 | 75.531 |
| 400 | -30.70 | 545600 | 75.531 | 72.751 | 72.655 | 72.655 | 72.655 | 72.655 | 752655 |
| 450 | -68.12 | 690525 | 72.655 | 70.612 | 70.564 | 70.564 | 70.564 | 70.564 | 70.564 |

Рассчитаем изменение значений среднеэксплуатационных напряжений в проводе, которые будут возникать в пролетах различной длины при воздействии наименьшей температуры.

Тогда уравнение состояния примет вид:



При *l*=0:



При l→∞:



Т.е. при воздействии наименьшей температуры σсэ будет меняться от 126 до 52,209 Н/мм2 .

Получим зависимости коэффициентов А и В от *l*i:

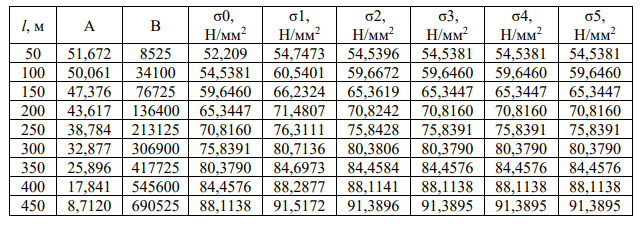
;

.

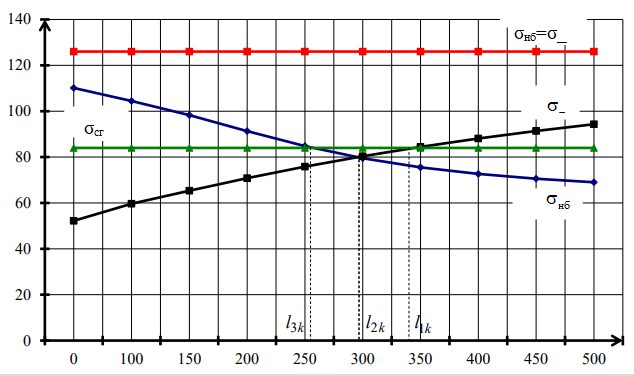
Вычислим значения А и В, а также значения σсэ при длинах пролетов от 0 до 470 м и сведем результаты в таблицу 3.



Таблица 3 – Результаты расчета уравнения состояния провода для 2 варианта



Результаты расчетов представлены на рис. 2.

 Рисунок 2 − Зависимости механических напряжений в проводе от длины пролета

Расчет критических длин пролетов аналитическим методом:







Вывод: т.к. заданный пролет *l* = 475 м больше чем третий критический пролет *l* >*l*3*k* , то расчетным режимом является режим наибольших нагрузок.

Если прямая σсэ не пересекает зависимость напряжения в проводе от длины пролета при наинизшей температуры, то первый критический пролет *l*1*k* является мнимым.

Определение критической температуры и габаритного пролета

Значение критической температуры:



(Значения берем из задания 1)

*t*к = 330 С, *t*+ = 380 С, *t*к <*t*+ - следовательно, максимальное провисание провода будет при максимальных температурах.

Габаритный пролет:



Данное уравнение является биквадратным. Представим его в следующем виде:









 Значение *l*габ = 408.25 м >*l*2к = 295.107 м - следовательно, расчётные условия выбраны верно.

Пересчитаем стрелу провисания для габаритного пролета:



Если значение *l*габ<*l*2к - следовательно, расчётные условия выбраны не верно. Выбираем режим наинизших температур, т.е. σ\_, *t*\_, γ*n*.

**Список литературы:**

1. Строительные нормы и правила. СНиП 23-01-99\*. Строительная климатология.
2. Правила устройства электроустановок (все действующие разделы). - 6 и 7-е изд. - Новосибирск: Норматика, 2014. - 464 с. - Кодексы. Законы. Нормы. - ISBN 978-5-4374-0385-3.