

X Международная научно-практическая конференция «Опоры и фундаменты для ВЛ: технологии проектирования и строительства», 5-7 июля 2023 г., Санкт-Петербург

АО Электросетьстройпроект



ЭССП-КД-2023-07-05

Версия 1 от 5 июля 2023

Воздушные линии электропередачи —
Низкочастотные колебания ВЛ

Колосов С.В. *Dr ès sc.*

Москва
2023

Содержание

1 Низкочастотные колебания	2	2
2 Пляска (Galloping)	3	3
3 Низкочастотная эолова вибрация (Abnormal LF Aeolian Vibration)	3	4
4 Литература	5	5
5 Журнал «Воздушные линии»	10	6
	11	7

8

9

10

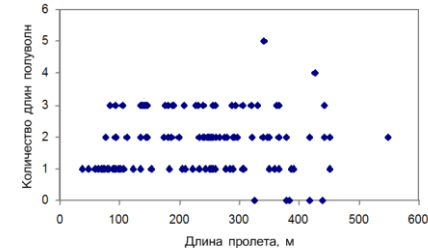
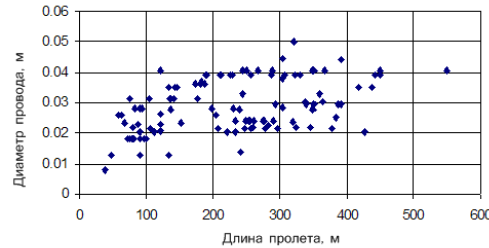
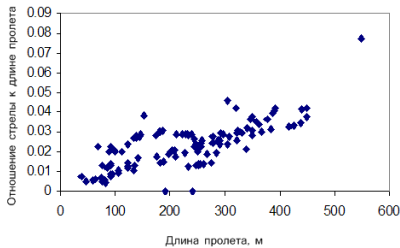
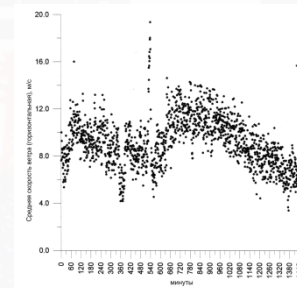
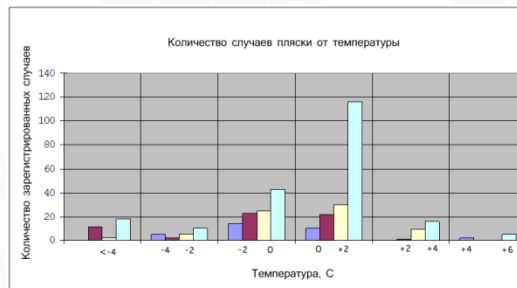
11

Низкочастотные колебания

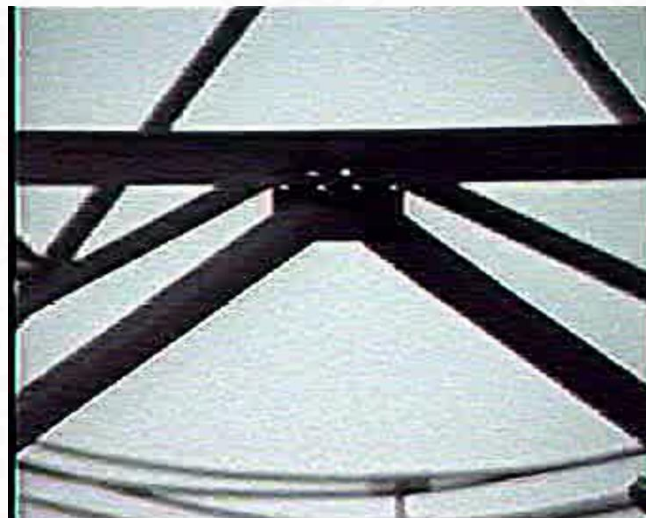
Низкочастотные колебания проводов и тросов на ВЛ — установившиеся колебания проводов/тросов/кабелей в пролетах ВЛ, с частотой от 0 до 8 Гц.

Пляска

Пляска — низкочастотные колебания проводов и расщепленной фазы с большой амплитудой, вызываемые ветром. Диапазон частот от 0,1 до 1 Гц. Амплитуда от 0,1 до 1 стрелы. Для распределительных линий амплитуда может достигать 4 стрел. Возникает при ветре от 5 до 30 м/с. Как правило, возникает при температурах, близких к 0°C.



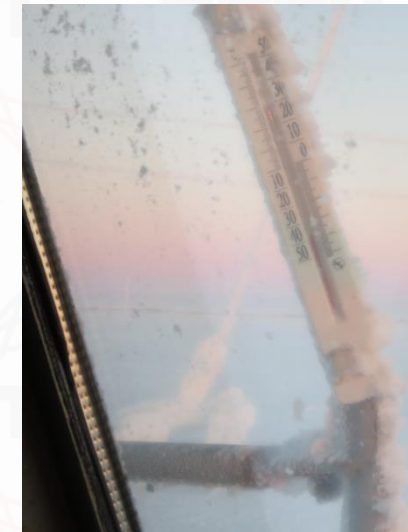
Пляска: Последствия



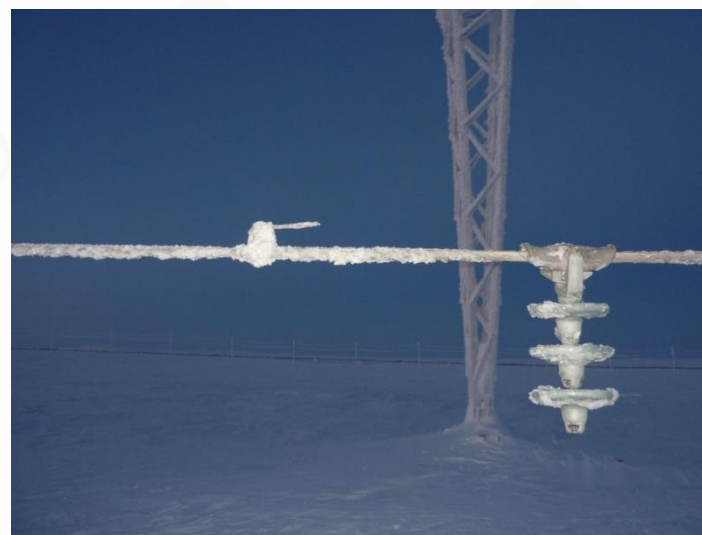
Низкочастотная эолова вибрация (аномальная вибрация)

Низкочастотная эолова вибрация — низкочастотные колебания проводов с большой амплитудой до 1 диаметра, вызываемые ветром. Диапазон частот от 1 до 8 Гц. Возникает при ветре от 0 до 8 м/с. Возникает на проводах при температурах значительно ниже нуля. Проявление на тросах и кабелях не подтверждено.

Статистические данные недоступны. Зарегистрированы события: ВЛ 220 кВ Хыльчюю - Варандей, ВЛ 220 кВ Салехард - Надым.



Низкочастотная эолова вибрация: Последствия



Низкочастотная эолова вибрация: Вероятные причины

Водонаполненный провод АС при быстром охлаждении образует лед в полостях между проволоками. Вибрация даже с максимальными амплитудами может вызывать напряжения сдвига во льду между проволоками до 0,1 МПа, при том, что напряжение разрушения льда составляет 0,5-12 МПа. Такой провод имеет существенно сниженное (околонулевое) самодемпфирование ввиду того, что сухое межпроводочное трение невозможно.

Мощность накачки от ветра может составлять до 1 Вт на пролете 400 м, в проводе АС 300/39.

Гасители вибрации (Стокбриджа) не рассчитаны на эффективную работу при частотах меньше 8 Гц. Мощность поглощения у различных моделей варьируется от 0 до 1 Вт на амплитудах 24 мм и частоте 3 Гц.

2

3

4

5

6

7

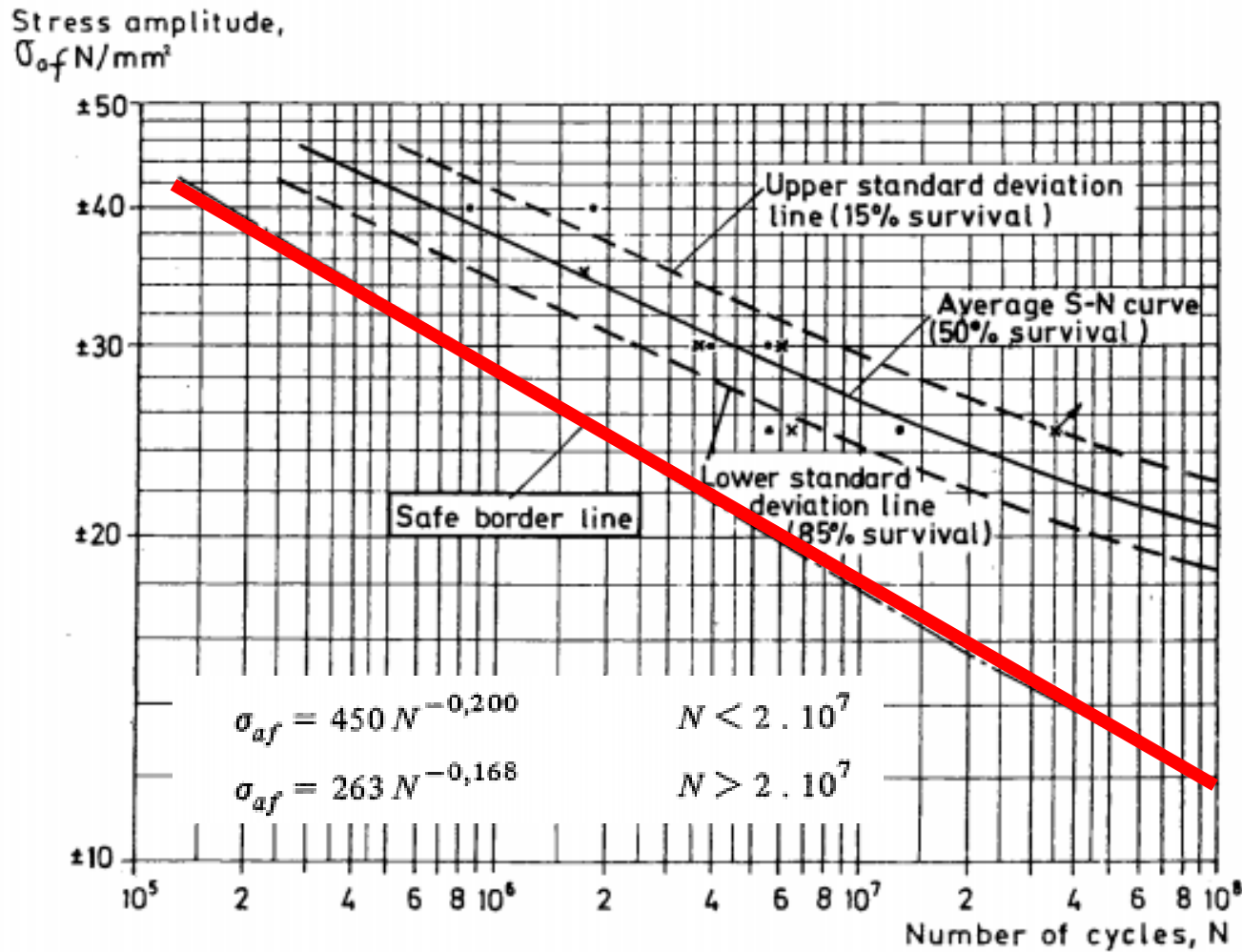
8

9

10

11

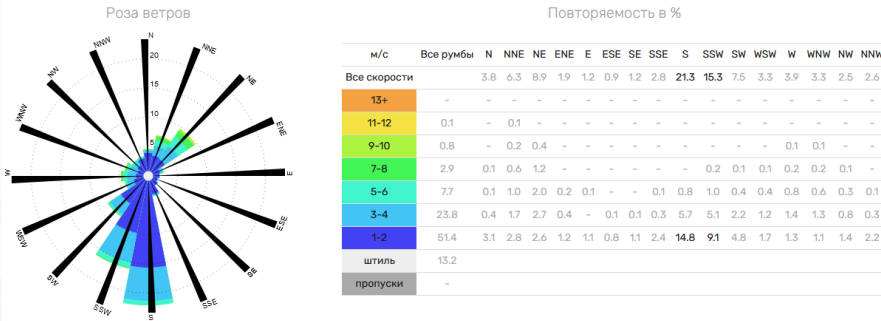
Накопление усталостных повреждений



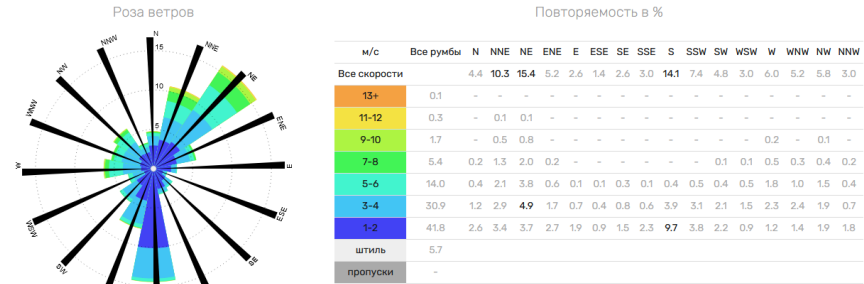
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9
- 10
- 11

Вибрационная нагрузка

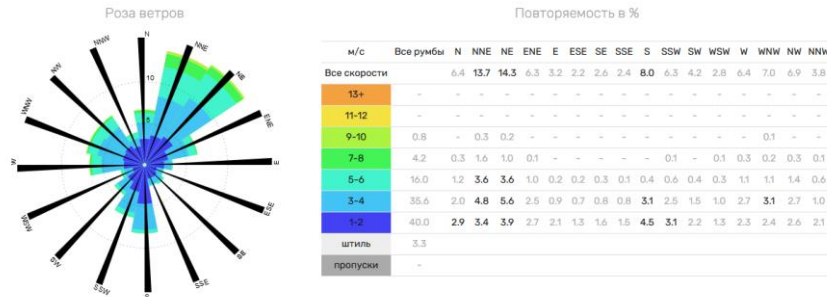
23330. Салехард. Зима, все годы



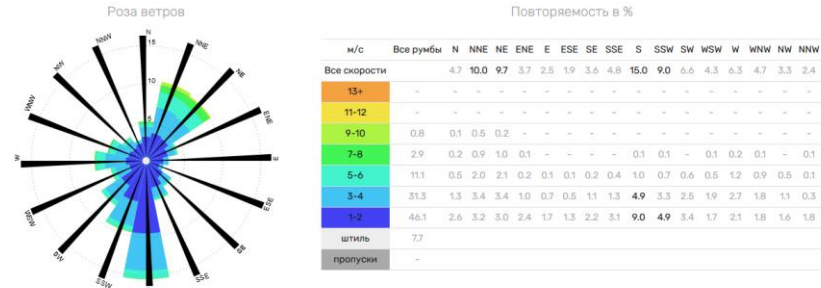
23330. Салехард. Весна, все годы



23330. Салехард. Лето, все годы



23330. Салехард. Осень, все годы



Скорость ветра, м/с	Частота вибрации (ср), Гц	Длительность в год, ч	Число циклов вибрации за год
1,5	11,6	1812	75°669°120
3,5	27,0	1079	104°878°800
5,5	42,4	358	54°645°120
7,5	57,8	124	25°801°920

Длительность вибрации в зоне прохождения ВЛ 220 кВ Надым – Салехард – 2. превосходит «среднюю безопасную» длительность вибрации в 8,6 раза. Район следует обозначать как чрезвычайно опасный по вибрации.

Литература

- [1] CIGRE SC22 WG04, *Recommendations for the evaluation of the lifetime of transmission line conductors*, Electra 63, March 1979.
- [2] Колосов С.В. Анализ вибрационной нагрузки провода ВЛ Салехард - Надым 2. *Воздушные линии*, №4, 2023
- [3] Колосов С.В., Баранов С.А. Частотный анализ гасителей вибрации. *Воздушные линии*, №4, 2023
- [4] Колосов С.В., Губарь К.В. Частотный анализ поддерживающей арматуры. *Воздушные линии*, №4, 2023

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

Журнал «Воздушные линии»

