ВЫСОКАЯ ПРОЧНОСТЬ ПРОВОДА. НУЖНА ЛИ ОНА?

АВТОР:

ЯРЦЕВ Н. В.,
ЗАО «3М РОССИЯ»

Экономическая эффективность внедрения новых технических решений (трасса, провод, опоры, фундаменты) определяется целым комплексом исходных данных, связанных с конкретной линией.

Ключевые слова: воздушная линия, провод, опоры, провода ЛЭП, ACCR, прочность

Механическая прочность проводов является важнейшей характеристикой ВЛ

В последнее время, общаясь с электросетевыми компаниями, мы все чаще сталкиваемся с мнением, что, применяя провод с увеличенной прочностью при других равных параметрах, можно тем самым увеличить длину пролетов на линии и сэкономить на опорах при строительстве новых воздушных линий электропередачи.

Имея опыт оценки поведения различных типов проводов в заданных условиях и основываясь на множестве сравнений, хочется отметить, что в большинстве проектов утверждение о пользе прочности не подтверждалось на практике. Таким образом, появилась идея собрать вместе и систематизировать факторы, которые тем или иным образом вносят свои коррективы в имеющийся постулат.

Определяем область для проведения оценки:

– воздушная линия 220 кВ, двухцепная, один провод в фазе марки АС 400/51;
– опоры У220-2 – анкерные, П220-2 – промежуточные, сделаны по типовому проекту ТП 3.407-100;
– высота до нижней траверсы У220-2 составляет 10,5 м;
– высота до нижней траверсы П220-2 составляет 22,5 м;
– длину гирлянды подвесных изоляторов принимаем в размере 2,5 м для линии 220 кВ;
– минимальный габарит до земли для ВЛ 220 кВ в ненаселенной местности 7 м (ПУЭ 7);
– климатические условия:
  - гололед – 15 мм;
  - ветер – 600 Па;
  - максимальная температура – 40 °С;
  - минимальная температура – минус 50 °С;
  - среднегодовая температура – 0 °С.

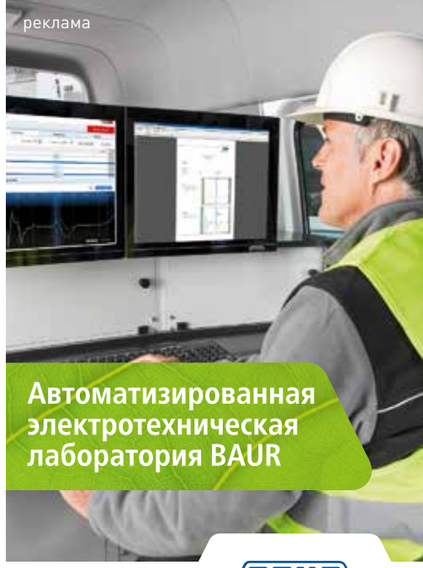
Принимаем для сравнительных расчетов пролет между промежуточными опорами.

Для расчетов используем программный комплекс PLS-CADD v.13.00. Модели проводов используем нелинейные биметаллические с учетом ползучести материалов (нелинейная модель провода, кроме конечного модуля упругости и коэффициента теплового линейного расширения каждого из материалов, включает в себя отдельные полиномы для описания кривых растяжения материалов сердечника и внешних повивов в начальных условиях и после вытяжки). Для определения габаритного пролета (рис. 1) воспользуемся стандартным сочетанием нормативных климатических условий (НСКУ). Максимальная стрела провеса возможна либо в режиме гололеда, либо в режиме максимальной температуры окружающей среды. В результате мы получили такую стрелу провеса, определяющую габаритный пролет при условии Т макс = +40 °С.

Теперь сделаем расчеты для более прочного провода АС 400/93 (на рис. 2 а,б и 3 показан оранжевым).

На первый взгляд, применяя на 44% более прочный провод и увеличивая его натяжение, мы либо выигрываем 2,6 м в стреле, либо можем увеличить габаритный пролет до 450 м, т.е. на 12,5%. Однако это не совсем так. Здесь нам необходимо задать вопрос: «Выдержат ли увеличение натяжения в проводе анкерные опоры?» В соответствии с типовым проектом опоры У220-2 рассчитаны на провод АС 400/51, т.е. максимальная расчетная нагрузка на эту опору учитывает натяжение провода АС 400/51 на 45% от его прочности (ПУЭ 6-й и 7-й редакций). Таким образом, мы должны поставить

реклама



BAUR
ENSURING THE FLOW.

titron® – Новейшие технологии поиска повреждений кабеля

- Интуитивное программное обеспечение нового поколения
- Автоматизированное централизованное управление системой
- Высочайшие стандарты безопасности и качества
- Гибкая комплектация техническим оборудованием и аппаратурой

www.baur.eu/ru/titron

Демонстрация titron® в России!

Россия станет первой страной вне ЕС, в которой в мае/июне 2015 будет проведено демонстрационное турне titron®. Новая лаборатория будет представлена в Санкт Петербурге и Москве.

Просим направлять заявки на участие по адресу: d.antipov@baur.at

BAUR Prüf- und Messtechnik GmbH
headoffice@baur.at · www.baur.eu

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАБАРИТНОГО ПРОЛЕТА ПРОВОДА АС 400/51

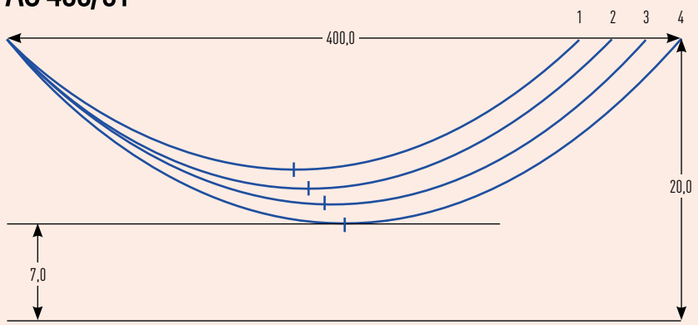


Рис. 1

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГАБАРИТНОГО ПРОЛЕТА ПРОВОДОВ АС 400/51 И АС 400/93 (ПРИНЯТО ОГРАНИЧЕНИЕ ПО ПРОЧНОСТИ ПРОВОДА В РЕЖИМАХ МАКСИМАЛЬНОЙ НАГРУЗКИ)

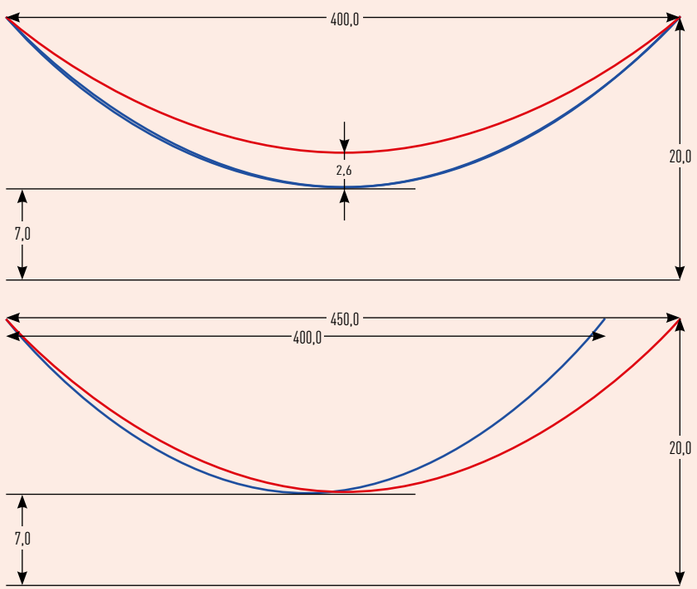


Рис. 2

ограничение по натяжению провода, основываясь на максимальной расчетной нагрузке на опору в размере 54216 Н (прочность АС 400/51 120481 Н × 0,45 = 54216 Н). Тогда картина кардинально меняется. Вместо желаемых 400 м и больше габаритный пролет для провода АС 400/93 составит 370 м, т.е. на 7,5% меньше.

Однако, наряду с прочностью провод заметно прибавил в весе и потолстел на 2 мм из-за большего относительного количества стали. Возможно, если мы избавимся от этих «недостатков», то и результат будет совсем другим? У нас есть возможность проверить, как это работает. Добавим в наше сравнение провода ACCR 741-T23 Redwing и ACCR-TW 958-T16 Suwanee (табл. 1). Они легче, чем провода со стальным сердечником, и при этом по прочности и диаметру соответствуют задаче сравнения.

Из проведенного анализа видно, что в данном случае на длину габаритного пролета в гораздо большей степени влияет вес провода, чем его прочность. При этом так и не удалось увеличить габаритный пролет больше чем на 1%. И это мы рассмотрели только один из дополнительных параметров, которые следует учитывать.

Ниже мы приводим перечень элементов, влияющих на длину габаритного пролета ВЛ, кроме прочности провода:

- вес провода;
- диаметр провода;
- коэффициент теплового линейного расширения провода;
- модуль упругости провода;
- прочность применяемых опор;
- высота и прочность тросостоек применяемых опор;

СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОВОДОВ

Тип провода	Прочность на разрыв	Вес, кг/км	Диаметр, мм	Расчетный габаритный пролет, м
АС 400/51	120481	1490	27,5	400
АС 400/93	173715	1851	29,1	370
ACCR-TW 958-T16 Suwanee (Drake)	164947	1600	27,9	385
ACCR 741-T23 Redwing	161026	1334	27,9	405

Таблица 1

АС С МАКСИМАЛЬНЫМ НАТЯЖЕНИЕМ, ОГРАНИЧЕННЫМ ВЕЛИЧИНОЙ 54216 Н

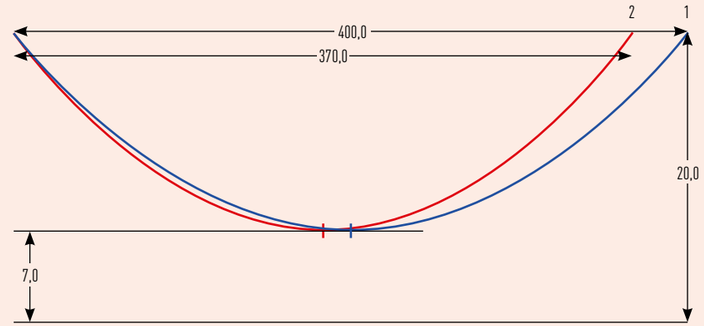


Рис. 3

- прочность грозотроса;
- совокупность климатических условий в районе строительства ВЛ;
- топология местности в районе строительства ВЛ;
- несущая способность выбранных фундаментов.

В ближайшее время в дополнительных публикациях мы планируем более детально рассмотреть влияние каждого из описанных факторов на длину габаритного пролета ВЛ.

ВЫВОДЫ

По изменению одного параметра, в нашем случае – прочности провода, нельзя делать выводы об экономической эффективности внедрения подобного решения. Здесь следует принимать во внимание целый комплекс исходных данных, связанных с конкретной линией. Для того чтобы однозначно определить, какой из вариантов технических решений (трасса, провод, опоры, фундаменты) будет оптимален для конкретной линии, необходимо проводить проектную стадию ОТР в полном объеме. Ни в коем случае нельзя опираться на любое «однобокое» утверждение типа такого: «Прочнее провод – длиннее пролеты – экономически более выгодное решение». Как показывает практика, для более прочных проводов габаритный пролет далеко не всегда оказывается длиннее.

ЛИТЕРАТУРА

1. Справочник по проектированию электроэнергетических систем / Под ред. С.С. Рокотяна, И.М. Шапиро. М.: Энергоатомиздат, 1985.
2. Справочник по проектированию электрических сетей / Под ред. Д.Л. Файбисовича. М.: ЭНАС, 2009.
3. Типовой проект ТП 3.407-100 «Унифицированные стальные нормальные опоры ВЛ 220 и 330 кВ». М.: Энергосетьпроект, 1973.
4. Правила устройства электроустановок. 6-е изд. М.: ЭНАС, 2000.
5. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. М.: ЭНАС, 2003.
6. ГОСТ 839-80. 1981.