

УДК 621.315

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗДУШНЫХ ЛЭП

Лобанова Е.А., студентка гр. ЭРб-201, 3 курс
Научный руководитель Долгопол Т.Л., доцент
Кузбасский государственный технический университет имени
Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

По статистическим данным продолжительность аварийных прекращений подачи электроэнергии потребителям за последние годы в России составляет от 70 до 100 часов в год. На каждые 100 км высоковольтных воздушных линий (ВЛ) электрических сетей ежегодно регистрируется до 26 отключений [1]. В основном это происходит из-за негативного воздействия природных явлений: ледяного дождя, отложения снежных покровов на проводах, резких порывов ветра, падения веток и деревьев, пляски проводов, а также перекрытие изоляции по загрязнениям, грозовые перекрытия изоляции, грозовые пережоги провода в следствии попадания молнии в провод, сторонние воздействия (проезд не габаритных грузов под линией).

Надежность линий зависит от надежности всех элементов ЛЭП: от устойчивости опор и надежности закрепления их в грунте; надежности арматуры; способности проводов и грозотросов выдерживать механическую нагрузку; от исправности и чистоты изоляторов; от содержания охранной зоны в надлежащем состоянии [2].

Статистика распределения отказов в воздушных ЛЭП без учета и с учетом атмосферных перенапряжений приведена в табл. 1.

Таблица 1

Распределение отказов по элементам ВЛ

Элементы воздушных линий	Поток отказов в % от общего количества	
	Без учета грозовых перенапряжений	С учетом грозовых перенапряжений
Опоры	9	13
Провода и тросы	37	52
Изоляторы	23	31
Арматура	3	4



Рис. 1. Распределение отказов по отдельным элементам ВЛ с учетом грозовых перенапряжений

Таким образом, более половины случаев аварийного отключения воздушных ЛЭП связаны с повреждением проводов и тросов. Одним из перспективных способов повышения надежности ЛЭП является использование проводов нового поколения (ПНП) [3]. К проводам нового поколения относятся компактированные провода, у которых проволоочки, составляющие их сечение, имеют Z-образную и трапециевидную форму, и высокотемпературные провода с рабочей температурой от 150 до 210°C, что значительно выше допустимой температуры нагрева традиционно используемых проводов марки АС равной 90°C.

Произведем сравнительный анализ конструкции и характеристик проводов нового поколения АААС – Z, АСТ и традиционно используемого провода марки АС. На надежность воздушных ЛЭП, а также и на их энергоэффективность влияют климатические условия. Гололедные явления на проводах воздушных ЛЭП приводят к многократному увеличению их веса на ширине пролета, что может привести к обрыву проводов. Затраты электроэнергии на плавку гололеда являются одной из составляющей климатических потерь, т. е. влияют на энергоэффективность сетей.

Применение Z-образных проволоочек в сечении неизолированных проводов обеспечивает практически идеально гладкую наружную поверхность провода и плотную компоновку сечения (имеет заполнение до 98,5%), что приводит к уменьшению коэффициента аэродинамического сопротивления. Поэтому провода типа Z испытывают меньшие механические напряжения [4].

Кроме этого, у проводов марки АС и Z-проводов разнятся схемы налипания снега в холодное время года. Конструкция провода с Z-образными проволоками приводит к самосбрасыванию снега с провода под действием силы тяжести.

Провода марки АСТ состоят из стального сердечника и проволок из алюминиевого термостойкого сплава, скрученных концентрическими по-
 вивами поверх стального сердечника [5]. Высокотемпературные провода
 могут выдерживать существенно более высокие температуры, что позво-
 ляет снизить вероятность перегрева и повреждения проводов.

Провод марки АСТ обладает более высокими механическими свой-
 ствами, чем провод марки АС. Как известно, пропускная способность го-
 лых проводов определяется их механической прочностью при повышен-
 ных температурах. У провода марки АСТ влияние температуры на проч-
 ностные свойства провода существенно меньше.

Максимальная рабочая температура провода АСТ превышает мак-
 симальную рабочую температуру провода марки АС на 120°C. Из-за
 большой рабочей температуры провода образование на его поверхности
 гололеда и налипание снега сокращается и увеличивается механическая
 прочность провода. Провода марки АСТ производят с такими же стан-
 дартными сечениями, что и провода марки АС.

К достоинствам проводов марки АС относятся прежде всего их низ-
 кая стоимость по сравнению со стоимостью проводов нового поколения,
 цена на которые значительно выше за счет использования более дорого-
 стоящих материалов и усложнения технологии их изготовления.

Произведем сравнительную оценку характеристик проводов нового
 поколения и проводов марки АС, которые имеют приблизительно одина-
 ковое сечение (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительный анализ характеристик проводов

Параметры проводов	АС –240/39	АААС-Z 242– 2Z	АСТ- 240/32
Диаметр, мм	21,6	18,9	21,6
Сечение провода, мм ²	240	242	240
Номинальная прочность на разрыв, кН	80,895	79,96	80,068
Максимально токовая нагрузка, А	610	692	1030
Удельное сопротивление провода при 20°C, Ом/км	0,1222	0,1279	0,1217
Максимальная рабочая тем- пература поверхности про- вода, °С	90	90	210
Удельная масса, кг/км	921	657	921

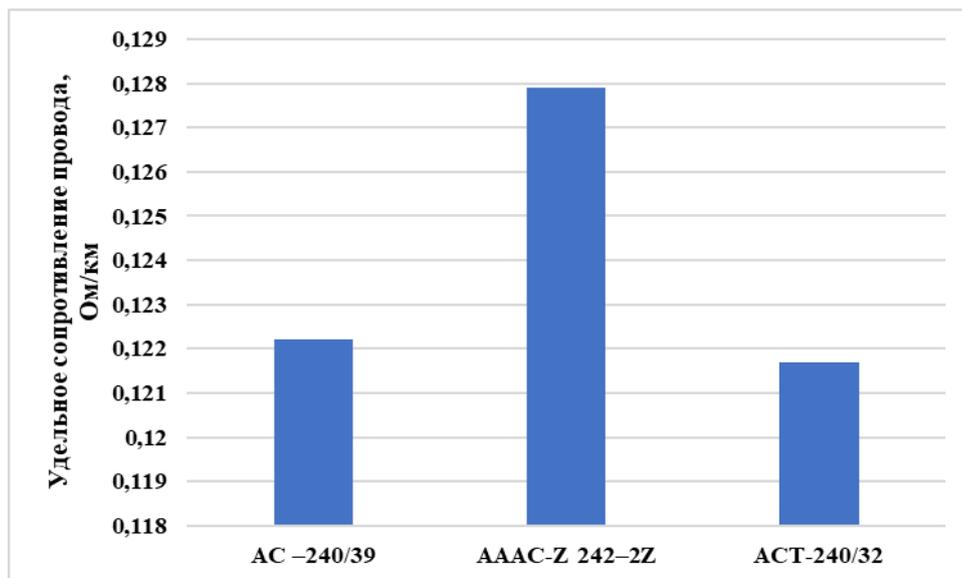


Рис. 2. Удельное сопротивление провода при температуре 20 °С

Согласно рис. 2 провод марки АААС-Z имеет большее удельное сопротивление, чем провода АС и АСТ, а следовательно, при использовании, Z - проводов в высоковольтных ЛЭП потери электроэнергии будут больше при тех же токовых нагрузках.

Преимуществом проводов АААС-Z является их меньший вес, они практически почти на 30% легче, чем провода АС и АСТ. В связи с этим, при использовании Z - проводов при строительстве новых ЛЭП это дает возможность увеличить пролет между опорами, что приведет к снижению стоимости ВЛ за счет уменьшения числа опор и изоляторов [6].

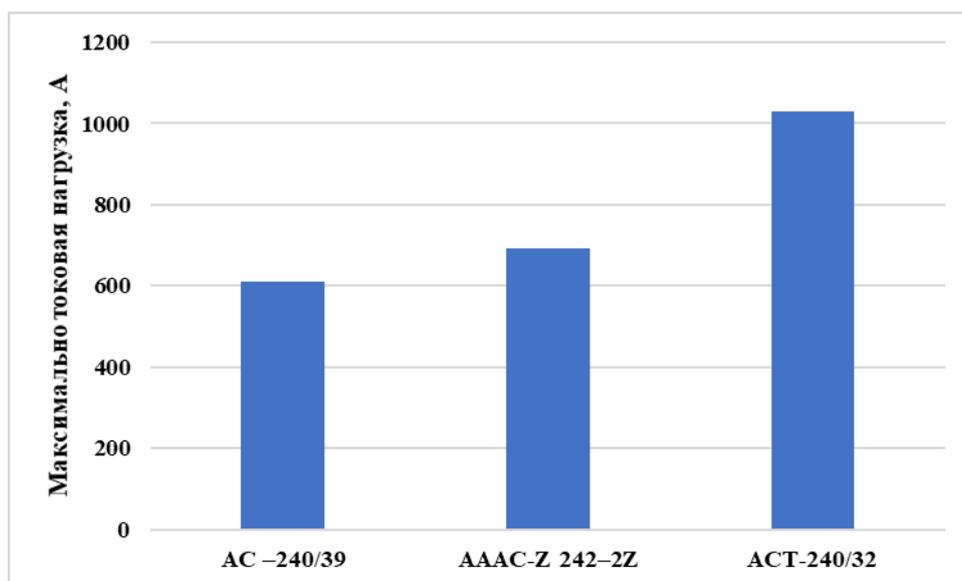


Рис. 3. Сравнение пропускной способности проводов

Экономически целесообразно использовать Z - провода при реконструкции воздушных ЛЭП с целью увеличения их пропускной способно-

сти. Меньший вес Z - проводов по сравнению с проводом АС не требует использования дополнительных опор в реконструируемой линии.

Как следует из гистограммы (рис.3) наибольший допустимый ток имеет провод марки АСТ, который на 40% выше допустимого тока провода марки АС.

И так как провода АС и АСТ имеют одинаковый вес, то для значительного увеличения пропускной способности воздушных ЛЭП следует использовать высокотемпературные провода, не требующие замены или увеличения числа опор ВЛ.

Механическая прочность сравниваемых проводов практически одинаковая.

Таким образом, использование проводов нового поколения при реконструкции старых и строительстве новых воздушных ЛЭП позволит существенно повысить их энергоэффективность и надежность.

Список литературы:

1. Статистический анализ аварийных отключений электроэнергии из-за гололедообразования на проводах ЛЭП на территории РФ. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://mnv.irgups.ru/statisticheskiy-analiz-avariynyh-otklyucheniyelektroenergii-iz-za-gololedoobrazovaniya-na-provodah>(дата обращения 17.02.2023)
2. Мероприятия по повышению надежности воздушных линий. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://studfile.net/preview/2215989/page:6/> (дата обращения 7.03.2023)
3. Провода для высоковольтных воздушных линий электропередачи. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://лаифил.рф/image/data/file/АААС-Z.pdf> (дата обращения 17.02.2023)
4. Общество с ограниченной ответственностью «ЭнергоКомплект». [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://avatok.ru/download/АААС-Z.pdf> (дата обращения 01.03.2023)
5. Инновационные конструкции неизолированных проводов. [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://www.el-com.ru/upload/iblock/6b3/6b3e80424ab715c6ef2246e94e9fe962.pdf>(дата обращения 01.03.2023)
6. Высокотехнологичные провода для высоковольтных линий электропередачи.[Электронный ресурс]: Режим доступа:<https://www.elsi.ru/upload/medialibrary/8f8/8f8325b9cfbbb27d726c196b0cd39f66.pdf> (дата обращения 20.02.2023)

Информация об авторах:

Лобанова Елизавета Андреевна, студентка гр. ЭРб-201, КузГТУ,
650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д. 28, lobanovaliza02@inbox.ru

Долгопол Татьяна Леонидовна, доцент, КузГТУ, 650000, г. Кемерово,
ул. Весенняя, д. 28, dtl.egpp@kuzstu.ru