

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

211-1

17-23 ноября 2023 года

УДК 621.316

А.М. КОЧЕШКОВА, студент гр. 8Э-31 (АлтГТУ)
г. Барнаул

УВЕЛИЧЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЛЭП И СНИЖЕНИЕ ПОТЕРЬ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

Базовая структура электроэнергетики, обеспечивающая передачу электроэнергии от промышленных электростанций к большим районам распределения или подстанциям, состоит из разветвленных линий электропередачи и магистральных высоковольтных сетей.

При выборе номинального напряжения ЛЭП учитываются следующие факторы: мощность, передаваемая по ВЛЭП, количество цепей ВЛ и расстояние до точки передачи электроэнергии. При проектировании систем передачи электроэнергии выбираются оптимальные параметры номинальных напряжений переменного тока (таблица 1) с учетом экономических факторов [1]. Важно отметить, что при увеличении пропускной способности и протяженности ВЛ необходимо более высокое номинальное напряжение, что связано с техническими и экономическими особенностями.

На сегодняшний день вопрос увеличения передаваемой мощности по линиям электропередачи при использовании проводов АС решался следующими способами:

- увеличение поперечного сечения провода;
 - расщепление фаз в линиях сверхвысокого напряжения;
 - дополнительное строительство ВЛЭП;
 - повышение номинального напряжения ВЛ.

**VI Международная молодежная научно-практическая
конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»**

211-2

17-23 ноября 2023 года

Таблица 1

Экономически целесообразные параметры ЛЭП [3]

Напряжение, кВ	Наибольшая передаваемая мощность, МВт	Наибольшее расстояние передачи, км
0,38	0,05 – 0,10	0,5 – 1,0
10	2,0 – 3,0	10 – 15
35	5 – 10	30 – 50
110	25 – 50	50 – 150
150	40 – 70	100 – 200
220	100 – 200	150 – 250
330	200 – 300	300 – 400
500	700 – 900	800 – 1200
750	1800 – 2200	1000 – 1500
1150	4000 – 6000	2000 – 3000

Ввиду того, что неизолированный сталеалюминиевый провод (АС) с большим сечением имеет соответственно больший диаметр и массу, что при заданных воздействиях, таких как провисание, ветер и гололед, приводит к увеличению механической нагрузки на линейную арматуру. А поскольку уже имеющиеся опоры неспособны выдержать такую нагрузку, то появляется необходимость в строительстве дополнительных опор или замене существующих. Но все это непосредственно связано с большими экономическими и временными затратами.

При увеличении мощности, сердечник провода АС подвергается нагреву, что приводит к расширению металла, вследствие чего нарушается габарит линии. Что становится причиной обрыва провода или короткого замыкания. То же происходит и при экстремальных механических нагрузках, при сильном ветре или снегопаде, когда существует риск обрыва провода под массой налипшего снега, или при сильных порывах ветрах, а также в условиях крайне низких или высоких температур, характеризующиеся особенностями климатических зон.

Для устранения вышеупомянутых недостатков, было принято решение заменить текущие сталеалюминиевые провода на провода высокотемпературного типа. Такие провода, входящие в категорию устойчивых к провисанию проводов с большей степенью теплостойкости (HTLS conductors), имеют схожий по величине диаметр, как и традиционные провода АС, что позволяет их использовать с уже существующими опорами ВЛ [2]. Провода высокотемпературного типа предназначены для работы в условиях экстремально высоких температур (превышающих 100°C). Допустимая токовая нагрузка для стандартных сталеалюминиевых проводов соответствует нагреву до 90°C, в отличии от

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

211-3

17-23 ноября 2023 года

высокотемпературного провода, у которого допустимая рабочая температура варьируется от 120°C до 250°C. Таким образом, применяя высокотемпературные провода, становится возможным увеличение пропускной способности ЛЭП, в условиях повышенной токовой нагрузки (в 1,5-3 раза) при сохранении габарита линии.

Один из способов решения проблемы увеличения пропускной способности ВЛ заключается в том, чтобы применять компактные провода таких марок как AERO-Z, благодаря их конструктивным особенностям (сечение токопроводящих жил Z-образной формы). В таблице 2 приведена сравнительная характеристика сталяалюминиевого провода АС 240/56, AERO-Z 346-2Z и AERO-Z 366-2Z.

Провод AERO-Z благодаря своей конструктивной обладает большей крутильной жесткостью, что способствует его устойчивости к образованию поверхностных отложений гололеда и снега (рисунок 1). А его гладкая поверхность уменьшает аэродинамическое демпфирование при колебаниях ветра. Но, несмотря на указанные преимущества провода AERO-Z, его стоимость примерно в шесть раз превышает стоимость традиционного провода АС.

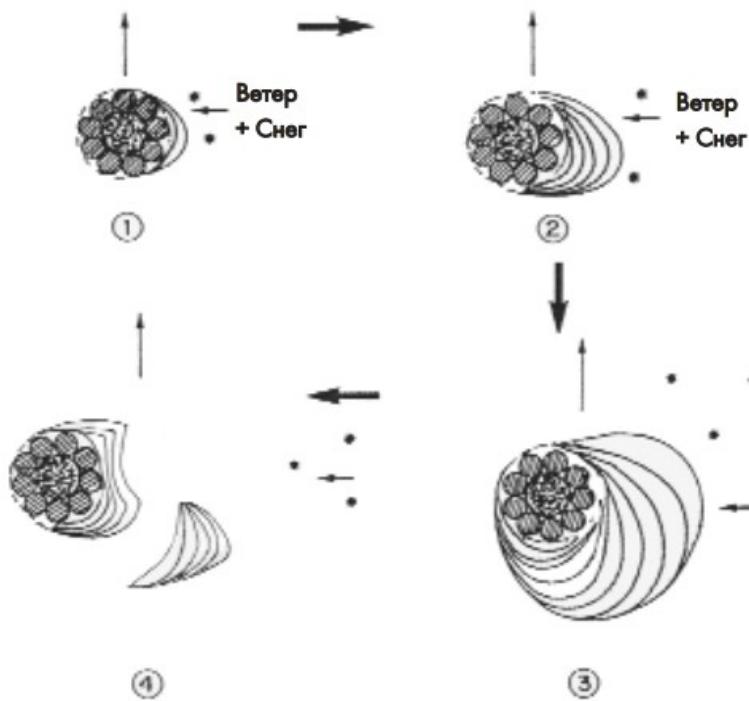


Рис. 1. Процесс гололедообразования на проводе AERO-Z

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

211-4

17-23 ноября 2023 года

Таблица 2

Сравнительная характеристика провода АС и компактных проводов типа AERO-Z

Марка	Диаметр, мм	Сечение, мм^2	Сопротивление Ом/км	Разрывное усилие, кг	Масса кг/км	Аэросопротивление
AC 240/56	22,4	241/56,3 (100%)	0,1218	9779	1105	0,9
AERO-Z 346-2Z	22,4	345,65 (144%)	0,097	11131	957	0,8
AERO-Z 366-2Z	23,1	366,13 (150%)	0,092	11618	1015	0,8

Неизолированные провода нового поколения условно можно классифицировать на три основные группы:



Рис. 1. Классификация инновационных проводов нового поколения

Во всем мире провода для высоких температур воздушных линий изготавливаются различными способами. Что включает в себя компактированные провода марки GTACSR с трапециевидными токопроводящими проволоками (рисунок 2, а), провода с зазорами,

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

211-5

17-23 ноября 2023 года

заполненными термостойкой смазкой (рисунок 2, б), изготавливаемые японской компанией «J-Power», а так же изготовление инновационных типов проводов, имеющих токопроводящие жилы Z-образной формы, что позволяет сократить зазоры в поперечном сечении проводника (рисунок 2, в).

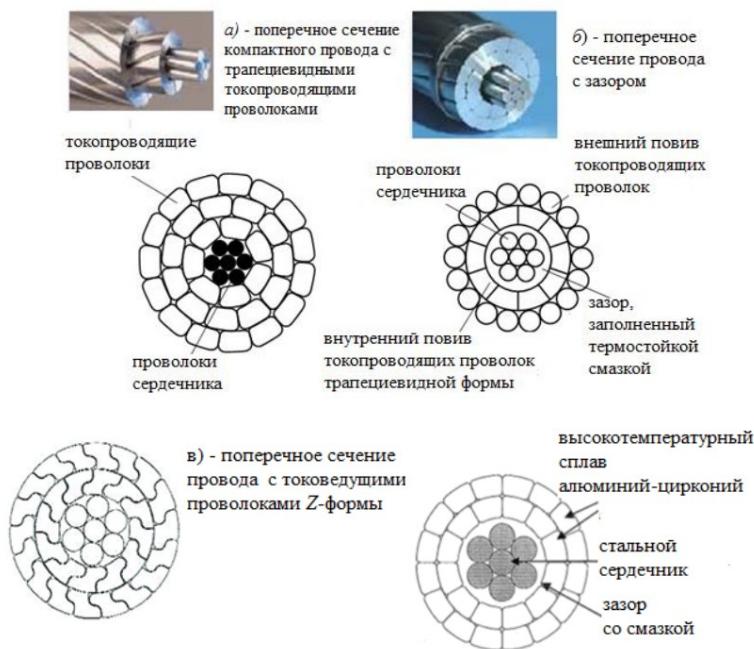


Рис. 3. Высокотемпературные провода

Преимущество провода GTACSR заключается в том, что при температуре 150°C вся нагрузка ложится на стальной сердечник, что позволяет проводу сохранять характеристики стали в отношении коэффициента расширения и модуля упругости. Это в свою очередь приводит к уменьшению габарита ВЛ вследствие увеличения температуры. Поскольку рабочие температуры для провода GTACSR существенно уменьшают стрелу провеса в сравнении с традиционными проводами марки АС.

На основе использования проводов нового поколения в другими странами можно сделать вывод, что использование компактных и высокотемпературных проводов позволяет увеличить пропускную способность ВЛЭП по сравнению с АС. Это разница составляет от нескольких десятков до сотен процентов. Однако в каждом конкретном случае использование прогрессивных проводов требует экономической оправданности и эффективности, а также соответствия задачам оптимизации и проектирования линий передачи энергии.

VI Международная молодежная научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»

211-6

17-23 ноября 2023 года

Затраты на переоборудование ВЛ инновационными проводами составляют незначительную часть по сравнению с переоборудованием ВЛ на проводах марки АС. В то время как эффективность от увеличения пропускной способности полностью компенсирует дополнительные экономические расходы. Что дает возможность для достижения требуемой величины тока при меньших экономических и временных затратах, параллельно снижая нагрузку на линейную арматуру и опоры, а также улучшая устойчивость к климатическим особенностям окружающей среды. По итогу надежность ВЛ и системы линий в целом повышается.

С учетом значительных изменений в методах планирования и эксплуатации систем передачи электроэнергии, а также применения новейших инновационных технологий, рекомендуется повысить токовую плотность в существующих ВЛЭП.

Список литературы:

1. Идельчик В.И. Электрические системы и сети. М: Энергоатомиздат, 1989. 346 с.
2. Стандарт организации ПАО «ФСК ЕЭС» // Указания по проектированию ВЛ 220 кВ и выше с неизолированными проводами нового поколения, 2019.
3. Файбисович Д.Л. Справочник по проектированию электрических сетей. М: ЭНАС, 2012.

Информация об авторах:

Кочешкова Александра Максимовна, студент гр. 8Э-31, АлтГТУ, 656038, г. Барнаул, ул. Ленина, д. 46, aleksandra.k01@yandex.ru