

УДК 621.315.1

Кельбасс Сергей Витольдович – к.т.н., доцент (г. Алматы, Казахская Академия транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева)

Жұмаділлаев Әділет Меркебайұлы – магистрант (г. Алматы, Казахская академия транспорта и коммуникации им. М. Тынышпаева)

МЕРЫ ПОВЫШАЮЩИЕ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Повышение пропускной способности воздушных линий (ВЛ) обусловлено быстрым ростом потребления электроэнергии во всех странах мира. Растет число городов-мегаполисов, что требует обеспечения глубокого ввода мощности в центры городов и крупных промышленных предприятий. Слишком дорогой становится земля под полосы отчуждения ВЛ, повышаются требования к экономичности и экологии, снижению сроков строительства ВЛ, безопасности и защите от электромагнитных полей и помех от них, что требует новых подходов к сооружению воздушных каналов передачи электроэнергии. Применение новых технологий в электроэнергетике и электротехнической промышленности позволяет решить эти задачи.

Важной задачей при строительстве воздушных линий электропередачи (ЛЭП) является снижение расходов при передаче электроэнергии. Этого можно достигнуть применением новых марок проводов, современных типов изоляторов, сооружением компактных ВЛ, контролем температуры и натяжения провода, строительством воздушных линий электропередачи постоянного тока (ВЛПТ).

Для повышения технико-экономических показателей ЛЭП необходимо их развитие в следующих направлениях:

- строительство компактных ВЛ с применением новых конструкций опор, позволяющих повысить пропускную способность ЛЭП;
- повышение нагрузочной способности и снижение провеса проводов ВЛ;
- повышение номинального напряжения ВЛ;
- повышение нагрузки ВЛ с учетом метеоусловий;
- замена традиционных марок проводов на провода с улучшенными эксплуатационными характеристиками (термостойкие провода, провода с уменьшенным провесом);
- непрерывный контроль пропускной способности ВЛ;
- применение ВЛПТ.

Строительство новых линий

В этом случае возможны следующие варианты: размещение дополнительной линии на существующих опорах; строительство новой линии в том же коридоре.

Предпочтительным является размещение дополнительной линии на существующих опорах из-за нехватки ширины полосы отчуждения и появления возможности повышения напряжения или увеличения числа цепей на одной опоре.

С другой стороны, простейшим и самым эффективным методом «усиления» электрической сети является прокладка новых ВЛ в существующих коридорах с использованием усовершенствованных видов проводов повышающих пропускную способность линий. Однако, в промышленно развитых странах экономически более целесообразна реконструкция действующих ВЛ.

Повышение рабочих напряжений

Значительное повышение пропускной способности линий и снижение потерь электроэнергии в них достигается применением более высоких уровней напряжения. При этом требуются усиление изоляции и расширение коридора, что связано с заменой

изоляторов и изменением размещения проводов для обеспечения необходимых воздушных промежутков между ними и землей. Необходимо так же учитывать замену трансформаторного оборудования и применение более высоких опор и усиление фундаментов.

Повышение рабочего напряжения часто позволяет при замене ВЛ использовать прежнюю ширину коридора и для реконструкции существующей ВЛ требуются меньше времени на их замену, а технические решения достаточно простые. Целесообразность перевода на другой класс напряжения определяется конструкцией ВЛ и существующей шириной коридора трассы ВЛ.

Повышение нагрузки действующей линии

Наиболее оптимальное решение при повышении пропускной способности действующих линий - сохранение имеющихся проводов, так как замена проводов связана с большим перерывом в работе ВЛ. При сохранении прежних проводов требуется изменить для них верхнюю рабочую температуру в пределах, допустимых по статистике погодных условий, при этом дополнительный нагрев проводов ограничивается их провесом и техническими условиями старения материала проводов.

Стандартные алюминиевые сплавы могут продолжительно работать при температурах 90°-100°С. При долгосрочном повышении нагрузочной способности, простейший выход – увеличение нагрузки на существующие провода, но при этом необходимо учитывать увеличение провеса в пролетах и возможности соединительных зажимов. Наибольшие ограничения связаны с условием увеличения провеса проводов и соответственно уменьшения расстояния до земли в пролете. При этом необходимо оценивать возможные значения температуры провода, особенно в пролетах с критическим провесом. Такие линии при повышении номинальной нагрузки должны проверяться визуально с вертолета.

Ограничение провеса проводов

Для ограничения провеса провода при увеличении нагрузки применяются следующие меры: повышение натяжения провода; изменение конструкции подвески; укорочение изолирующей подвески без уменьшения ее электрической прочности.

Увеличение провеса провода может быть допущено путем подъема точки подвеса провода - замена поддерживающей гирлянды на натяжную (рисунок1).

Возможность повышения нагрузки с помощью увеличения провеса провода на существующей линии зависит от максимально допустимой температуры, длины пролета и типа провода.

Снижение провеса провода с помощью увеличения его натяжения возможно при условии, что этот провод находится в хорошем состоянии, а имеющееся его натяжение относительно низкое. Увеличение натяжения может привести к снижению надежности провода и системы его подвески. При этом возрастает риск воздействия эоловой вибрации на срок службы провода и возможность усиления механических воздействий при гололеде или штормовом ветре (установка дополнительных гасителей вибрации).

Натяжение провода может быть снижено уменьшением длины пролета в критических зонах, установкой подпорок в середине пролета или критических местах линии (длинный пролет, неудобный рельеф местности, участки с повышенной солнечной радиацией).

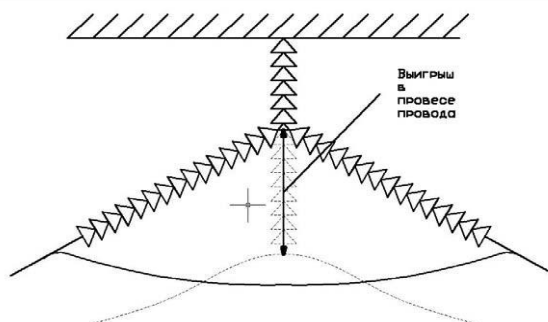


Рисунок 1 - Замена подвесной гирлянды на натяжную

Замена проводов

Наиболее эффективный метод повышения пропускной способности ВЛ - применение усовершенствованных типов проводов. Конструкции проводов с высокой термостойкостью и малым весом позволяют без какой-либо реконструкции опор повысить пропускную способность линии вдвое и более.

Наиболее эффективно применение проводов с улучшенными характеристиками при соблюдении следующих условий: провод работает на пределе термической нагрузки; провес провода в пролетах находится в пределах допустимого; конструкция линии позволяет использовать более тяжелый провод (без усиления ее элементов).

Применение обычных типов проводов большого сечения – наиболее простой способ. Основное ограничение в этом случае – рост массы провода, это требует усиливать конструкцию линии (опоры, фундаменты, изолирующую подвеску).

Другим ограничивающим фактором являются ветровая и гололедная нагрузка, усиливающаяся из-за увеличения поверхности провода. Применение трапецеидальных Z-образных проволок проводящей части вместо круглых (при том же сечении – меньшая поверхность провода) позволяет уменьшить ветровую и гололедную нагрузку. Такой провод имеет малое аэродинамическое сопротивление и сниженные потери энергии на корону, а также обладает повышенной нагрузочной способностью (сечение проводящей части в 1,5 раза больше, чем у провода ACSR при том же внешнем диаметре) и уменьшенным на 50% коэффициентом лобового сопротивления ветру.

Термостойкие провода

Виды термостойких проводов определяются свойствами сердечника и токопроводящих жил (алюминий и его сплавы), а их применение целесообразно при условии, что их стоимость не превышает расходы на усиление конструкции линии. Обычные провода имеют предел по нагреву 90-100°C из-за потери механических свойств алюминия при более высоких температурах.

Алюминий после отжига становится мягким, его прочность снижается, но растяжимость увеличивается, это снижает риск обрыва провода. Провод с отожженным алюминием и стальными сердечниками типа ACSS имеет сниженную на 30% прочность по сравнению с проводом ACSR. Конструкция, масса и диаметр этих проводов одинаковы, но провод ACSS меньше растягивается и имеет меньший провес. Алюминий в проводе ACSS работает до температуры 250°C – предельное значение для проволоки сердечника с гальваническим покрытием и узлов крепления провода.

Высокую температуру провода допускают сплавы алюминия с цирконием типа TAL и Z TAL. Комбинации такого провода с сердечниками из специальной стали имеют такие же массу и диаметр, как провод ACSR, но выдерживают более высокие температуры. Провес такого провода в пролете больше.

Непрерывный контроль пропускной способности ВЛ

Под руководством института электроэнергетики США EPRI разработана система непрерывного слежения за термической нагрузкой ВЛ в динамике, потребность в которой вызвана необходимостью «предсказания» нагрузки ВЛ при наличии независимых производителей энергии. Система DTCR (Dynamic Thermal Circuit Rating) осуществляет в реальном времени наблюдение за нагрузкой ВЛ и погодой. Данные от датчиков, размещенных в критических точках ВЛ, передаются через систему телеизмерений телеуправления SCA-DA/EMS. Часть информации поступает с метеостанций.

Согласно полученным данным система рассчитывает пропускную способность ВЛ с учетом ветра, осадков, температуры воздуха, натяжения проводов. В расчеты включаются и силовые трансформаторы, питающие линию. По температуре масла в баке и условиям охлаждения определяется температура наиболее нагретых конструктивных частей внутри обмоток. С учетом тепловых постоянных времени достигается наиболее полное использование нагрузочной способности оборудования в динамике. Система DTCR непрерывно следит за нагрузкой, а также определяет допустимую перегрузку в течение 4ч., 1ч. и 15мин.

Эффективность управления загрузкой ВЛ в динамике высокая (обычно линия загружена на 70-90%). Дозагрузка силовых трансформаторов в продолжительных режимах не столь эффективна в результате ограничений по охлаждению, а в динамических – из-за больших тепловых постоянных времени. Однако такую систему можно успешно использовать в качестве диагностической.

Применение ВЛ постоянного тока (ВЛПТ)

Применение воздушных линий электропередачи постоянного тока в условиях рынка – эффективное решение многих проблем в электрических сетях: повышение надежности, безопасности и экономичности передачи электроэнергии. При передаче электроэнергии на дальние расстояния многие проблемы в таких сетях решаются с помощью ВЛПТ, позволяющих связать асинхронно работающие системы и эффективно регулировать потоки мощности. Для ВЛ экономичность ВЛПТ превалирует при дальности передачи 800-1000км и более, для кабельных линий -50 км и более. Посредством ВЛПТ решаются проблемы подводных кабельных линий и передач на дальние расстояния больших мощностей.

Для сравнения разных способов повышения пропускной способности ВЛ на рисунке 2 приведена диаграмма. Наибольшие возможности появляются при переводе ВЛ с переменного на постоянный ток.

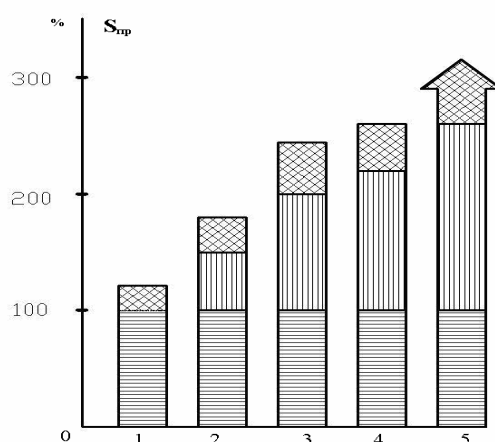


Рисунок 2 - Диаграмма повышения пропускной способности ВЛ:

1- динамический контроль; 2 - изменение структуры линии; 3 - снижение провеса провода;
4- увеличение сечения; 5 - перевод на постоянный ток

Выводы:

1. Применение проводов повышенной нагревостойкости и уменьшенного веса позволяют увеличить их сечение без замены опор, а при сооружении новых линий снизить массу опор.

2. Провода с композитными сердечниками допускают нагрузку по току на 100% без изменения опор. Провода с зазорами между токоведущей частью и сердечником позволяет поднять нагрузку на 65% без замены опор.

3. Недостаток проводов с повышенными температурами это увеличение потерь в линии и высокая стоимость проводов (такие провода в 2-10 раз дороже обычного провода).

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Б. А. Совершенствование и развитие линий электропередачи // Энергетика за рубежом, 2009. №4.

2. Алексеев Б. А. Совершенствование и развитие линий электропередачи // Энергетика за рубежом, 2009. №6.

3. Никифоров Е. П. Об увеличении нагрузочной способности действующих ВЛ по току // Электрические станции 2008. №11.

4. Александров Г. Н. Воздушные линии электропередачи повышенной пропускной способности // Электричество 1981. №7.