

Тешебаев Абдыкапар - к.т.н., профессор,
Карыбекова Бермет Кенжекуловна – доцент,
Шарипбек уулу Нурсултан - магистрант,
Ошский технологический университет

МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СВН

В статье рассмотрены вопросы мероприятий по повышению пропускной способности линии электропередачи СВН с учетом технических ограничений по нагреву, потери мощности и напряжения, и по условию повышения надежности.

Ключевые слова: линия электропередачи, пропускная способность, электрические сети, технические ограничения, сверхвысокое напряжение.

Teshebaev Abdykapor - candidate of technical sciences, associate professor,
Karybekova Bermet Kenzhekulovna - Associate Professor,
Sharipbek uulu Nursultan - master student,
Osh technological university

MEASURES TO INCREASE THE CAPACITY OF THE ULTRA-HIGH VOLTAGE TRANSMISSION LINE

The article considers issues of measures to increase the throughput capacity of the SVN transmission line, taking into account the technical limitations of heating, power and voltage losses, and on the condition of increasing reliability.

Key words: power transmission line, throughput, electrical networks, technical limitations, ultrahigh voltage.

В настоящее время проблема повышения пропускной способности ЛЭП СВН (линии электропередачи сверхвысокого напряжения) сохраняет свою **актуальность** в связи с ростом энергопотребления Республики.

Целью работы являются анализ мероприятий по повышению пропускной способности ЛЭП СВН.

Пропускная способность линии электропередачи - это та наибольшая активная мощность, которую с учетом всех технических ограничений можно передать по линии. Технические ограничения определяются: устойчивостью параллельной работы генераторов системы, нагревом отдельных элементов передачи, значением длительно допустимого напряжения, потерями на корону в линии и другими факторами.

Пропускная способность линии электропередачи зависит от напряжения, силы тока и реактивного сопротивления линии. Наибольшая передаваемая мощность определяется как:

$$P_{\text{наиб}} = \frac{U_1 U_2}{Z_c \sin \alpha_0 L}$$

где: U_1 - модуль напряжения в начале линии;

U_2 - модуль напряжения в конце линии;

Z_c - волновое сопротивление линии;

$\alpha_0 L$ - волновая длина линии.

Волновое сопротивление линии определяется по формуле:

$$Z_c = \sqrt{\frac{x_0}{b_0}} \quad \text{где: } x_0 - \text{удельное реактивное сопротивление линии;}$$

b_0 - удельная емкостная проводимость линии.

Для повышения пропускной способности ЛЭП СВН используют различные средства, которые можно разделить на три группы:

1. Разработкой и применением средств для воздействия на элементов электропередачи, что достигается:

- изменением параметров генераторов, трансформаторов, совершенствование конструкций расщепленных фаз линий с целью снижения индуктивного сопротивления и увеличения натуральной мощности;
- компенсацией реактивных параметров линии с помощью сосредоточенных устройств поперечной и продольной компенсации.

2. Применением устройств автоматического регулирования:

- АРВ генераторов;
- быстродействующим регулированием мощности турбин;
- регулированием напряжения по концам электропередачи;
- регулированием реактивной мощности (БСК).

3. Использованием специальных схем, это:

- сооружение промежуточных подстанций; □
- использование устройств для настройки линии на режим полуволны;
- использование вставок постоянного тока.

Все мероприятия по повышению пропускной способности линий электропередачи делят на 2 группы: организационные мероприятия эксплуатационного характера и технические мероприятия, требующие дополнительных капиталовложений.

К техническим мероприятиям по повышению эффективности режимов распределительных электрических сетей относятся следующие [2]:

1. Замена проводов перегруженных воздушных и кабельных линий электропередачи на большие сечения. Это приводит к повышению пропускной способности ЛЭП СВН по нагреву, улучшению режима напряжения, повышению надежности электроснабжения.

2. Использование установок продольной емкостной компенсации, включаемые в расщепку ЛЭП, позволяет существенно повысить пропускную способность сети по режиму напряжения [1].

3. Разделение перегруженной, протяженной линии на две части повышает пропускную способность линии, снижает потери мощности и напряжения, а также сокращает величину недоотпущенной электроэнергии.

4. Применение пунктов автоматического регулирования напряжения

позволяет увеличить пропускную способность линии по критерию минимума потерь напряжения.

Следовательно, пропускная способность линии электропередач ограничена определенными техническими условиями. Необходимо помнить, что по линии электропередач передается полная мощность, в которую входит реактивная мощность. Сама по себе реактивная мощность полезной работы не совершает, она требуется лишь для создания магнитного поля в устройствах, у которых принцип работы связан с магнитным полем

(трансформаторы, асинхронные двигатели и др.). Значит, реактивная мощность нужна. Но реактивную мощность гораздо выгоднее вырабатывать непосредственно рядом с потребителем этой мощности, чем гнать ее от генератора электростанции. Реактивная мощность составляет определенную часть в полной мощности, которую передает линия электропередач, но для линии важнее, сколько активной мощности она может передать. В этом случае реактивная мощность в линии, можно сказать, что мешается. Она увеличивает полную мощность в линии, от этого растет ток в линии и соответственно увеличиваются потери в этой линии. Но в настоящее время еще не придумали способ, устройства, которые бы позволили передавать по линиям электропередач только наиболее нужную, активную мощность. Если бы по линии

передавалась только активная мощность, а реактивная бы вырабатывалась рядом с потребителями этой мощности, потери в линиях были бы, заметно меньше и некоторые линии электропередач можно было бы вообще не строить, так как их пропускная способность активной мощности вполне бы хватало. Большую проблему для пропускной способности ЛЭП доставляют электромагнитные процессы передачи электроэнергии. ЛЭП СВН имеют достаточно большую зарядную мощность, большое индуктивное сопротивление. Зарядную мощность в режиме холостого хода и в режиме малых нагрузок следует компенсировать, иначе произойдет повышение напряжения выше нормы на концах линии. Индуктивное сопротивление линии отрицательно сказывается на пропускной способности.

В основном, пропускная способность ЛЭП ограничивается нагревом проводов. Нельзя допускать нагрев проводов ЛЭП выше 70°C , потому как в этом случае происходит ускоренное окисление проводов, а также окисление контактов, соединяющих отрезки проводов. Провод линии электропередач нельзя сделать цельным, так как провод очень длинный, поэтому используют отрезки проводов, и скрепляют их между собой. При повышении температуры, контакт между двумя проводами начинает греться, окисляться и возрастают потери энергии в нем. Эти потери обусловлены нагревом контакта. Также металл самих проводов начинает быстро окисляться при нагреве выше допустимой температуры в 70°C . А если учесть то, что из-за поверхностного эффекта электрический ток течет по внешней стороне проводника, окислившиеся провода к эксплуатации не подлежат. Увеличение сечения проводов с целью увеличения пропускной способности приведёт к очень большим затратам на сооружение линии. Стоит знать, что линии электропередач могут тянуться на сотни километров, а то и больше. А если заменять уже существующий провод на провод большего сечения, то к стоимости нового провода и его установки прибавится еще и стоимость демонтажа старого провода. В результате это выльется в такую сумму, что никто этим заниматься не будет, потому как эти затраты будут окупаться довольно долго.

Если свести ограничение пропускной способности линии электропередач только по нагреву – то это будет большой шаг вперед в электроэнергетике. Что означает, новые линии электропередачи сверхвысокого напряжения можно строить с проводами такого сечения, на пропускную способность которого рассчитывается линия. Имеются линии электропередач, пропускная способность которых не зависит от электромагнитных свойств линии (емкости и индуктивности, волнового сопротивления) – это линии электропередач постоянного тока. В силу того, что индуктивного сопротивления линии постоянного тока нет, линия имеет только активное сопротивление и предел передаваемой мощности выше, чем у линии переменного тока. Предел передаваемой мощности не зависит от длины линии, как в случае с линией переменного тока. Образно говоря, то, какую мощность можно передавать по линии постоянного тока, зависит только от допустимого нагрева ее проводов. Так же следует учесть, что при постоянном токе отсутствует поверхностный эффект, а значит, ток равномерно распределяется по проводнику, значит, провода можно сделать меньшего сечения. Но у ЛЭП постоянного тока есть и довольно серьезные недостатки. Как известно, линия электропередач не существует сама по себе, она связана с системой, в которую входят потребители, устройства выработки, распределения электроэнергии. Сама линия работает на постоянном токе, однако генераторы, трансформаторы работают на переменном токе. Для функционирования линии постоянного тока необходимо установить инверторы и выпрямители, которые будут находиться на преобразовательных подстанциях. Преобразовательная подстанция – очень сложное и дорогое устройство. К тому же у инверторов есть определенные сложности в работе при переменной мощности, к тому же инверторы потребляют много реактивной мощности, что вынудит установить рядом с ними

компенсирующие устройства (синхронные компенсаторы или конденсаторные батареи). Определенные сложности в работе линий электропередач постоянного тока, дорогое проектирование, строительство привели к малому распространению линий постоянного тока в электроэнергетике. К тому же из-за дороговизны увеличивать пропускную способность линий электропередач переменного тока, преобразовывая ее на постоянный ток, не дает хорошего результата.

Следовательно, с экономической точки зрения более эффективны линии переменного тока. Пока что пропускная способность ЛЭП СВН ограничивается ее электромагнитными свойствами: емкостью и индуктивностью, которые зависят от конструкции и длины линии. Необходимо отметить, что у линий электропередач, напряжением свыше 330 кВ, ограничения пропускной способности в основном связаны с электромагнитными свойствами линии, ее устойчивостью. В силу данных ограничений, пропускная способность линии до ограничения по нагреву даже не доходит. Для линий, напряжением до 330 кВ, ограничение по нагреву имеются а, ограничения, связанные с электромагнитными свойствами линии, выражены слабо.

Таким образом, необходимо рассмотреть следующие мероприятия по повышению пропускной способности ЛЭП СВН: использованием установок продольной емкостной;компенсацией через замена замена проводов на большие сечения; разделением перегруженной линии на две части; применением пунктов автоматического регулирования напряжения.

Литература:

1. **Александров, Г.Н.** Передача электрической энергии переменным током. [Текст] Л.: Энергатаомиздат, Ленингр.отд-е, 1990.-176с.
2. **Веников, В.А.** Дальние электропередачи переменного и постоянного тока: Учебн. пособие для вузов [Текст] / Ю.П. Рыжов // М: Энергатаомиздат, 1985.-272с.
3. **Герасименко, А.А.** Передача и распределение электрической энергии. – Ростов-н / В.Т. Федин // Д.: Феникс. 2006. - 720 с.
4. **Идельчик, В.И.** Электрические системы и сети: Учебник для вузов.-М. Энергатаомиздат, 1989.-528с.