

Карыбекова Бермет Кенжекуловна, доцент,
Бегматова Дарыйка Монокбаевна, магистрант,
Ошский технологический университет

УЛУЧШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЛЭП ПУТЕМ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ НА ПОСТОЯННОМ ТОКЕ

Пропускная способность линии электропередач зависит от многих способов. В данной статье рассмотрен один из способов улучшения пропускной способности ВЛЭП путем электропередачи на постоянном токе.

Ключевые слова: Постоянный ток, напряжение, фаза, пропускная способность линии, мощность, воздушная линия, потери электроэнергии

Карыбекова Бермет Кенжекуловна, доцент,
Бегматова Дарыйка Монокбаевна, магистрант,
Ош технологиялык университети

ТУРУКТУУ ТОКТУ БЕРҮҮ ЖОЛУ МЕНЕН АБА ЭЛЕКТР ЧУБАЛГЫЛАРЫНЫН ӨТКӨРҮМДҮҮЛҮК ЖӨНДӨМДҮҮЛҮГҮН ЖОГОРУЛАТУУ

Электр чубалгыларынын өткөрүмдүүлүк жөндөмдүүлүгү көп жагынан көз каранды. Бул макалада аба электр өткөргүчтөрдүн өткөрүмдүүлүк жөндөмдүүлүгүн турактуу ток берүү менен жакшыртуу жолдорунун бири талкууланат.

Ачкыч сөздөр: туруктуу ток, чыңалуу, фаза, чубалгынын өткөрүмдүүлүк жөндөмдүүлүгү, кубаттуулук, аба чубалгысы, электр энергиясын жоготуулар.

Karybekova Bermet Kenjekulovna, docent,
Begmatova Daryika Monokbaevna, graduate student,
Osh technological university

IMPROVING THE TRANSMISSION CAPACITY OF HIGH-VOLTAGE TRANSMISSION LINES THROUGH DIRECT CURRENT TRANSMISSION

The transmission capacity of a power line depends on many ways. This article discusses one of the ways to improve the throughput of high-voltage transmission lines by direct current power transmission

Key words: direct current, voltages, phase, line capacity, power, overhead line, power losses

В настоящее время ведутся разработки по усовершенствованию передачи электроэнергии с использованием воздушных линий постоянного тока (ВЛПТ или HVDC) (рис.1.).

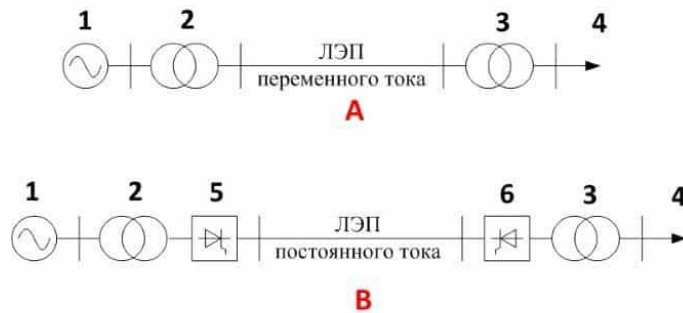


Рис. 1. Схемы электропередачи: а-переменным током; в- постоянным током. 1- генератор синусоидальной ЭДС, 2- повышающий трансформатор, 3 -понижающий трансформатор, 4- отвод с распределительными устройствами, 5- выпрямительный блок, 6- инверторный блок.

Пропускная способность такой ВЛ не зависит от ее электромагнитных свойств: емкости, индуктивности и волнового сопротивления. Известно, что индуктивное сопротивление линии постоянному току отсутствует. Следовательно, ограничение пропускной способности такой ЛЭП определяется только ее длиной и активным сопротивлением.

Мощность, которую можно передать по ВЛ постоянного тока, равна произведению номинального напряжения линии U на величину тока линии I :

$$P = U I \quad (1)$$

Таким образом, с увеличением величины напряжения, происходит уменьшение передаваемого по проводу тока при фиксированном значении передаваемой по линии мощности и, как следствие, можно уменьшить сечение провода, необходимого для передачи этой мощности, что уменьшает себестоимость самой ЛЭП [3].

Трансформатор, как самое эффективное устройство для изменения величины напряжения, работает только на переменном токе. На сегодняшний день не существует эффективного способа изменять в широких пределах напряжение постоянного тока, поэтому на входе всех высоковольтных ЛЭП постоянного тока (рис.1.б) устанавливается трансформатор (2) для повышения напряжения переменного тока и оборудование (5) для преобразования переменного тока в постоянный, а на выходе — оборудование преобразования постоянного тока в переменный (6) и трансформатор (3) для понижения напряжения этого переменного тока.

Предел мощности, передаваемой по такой ВЛ выше, чем у линии переменного тока. Причем, отсутствие поверхностного эффекта в проводнике при протекании по нему постоянного тока делает равномерным распределение последнего по проводнику. Поэтому, для передачи электрической мощности на постоянном токе необходимы провода меньшего сечения, чем при передаче этой же мощности на переменном токе.

Мощность P переменного тока определяется действующим значением напряжения U , которое в $\sqrt{2}$ раз меньше его амплитудного значения $U_m = \sqrt{2}U$, то есть составляет 71 % от его максимального амплитудного напряжения, от величины которого зависит фактическая толщина изоляции и расстояние между проводами ВЛ [1]. Для постоянного тока действующее значение напряжения равно его амплитудному значению $U=U_m$, поэтому при электропередаче на постоянном токе становится возможным передавать на 41 % больше мощности по существующей линии электропередачи с проводниками и изоляцией того же размера, чем при электропередаче на переменном токе, что тоже повышает пропускную способность ВЛ и снижает затраты

Для напряжений любого класса воздушные линии постоянного тока имеют следующие достоинства:

- 1) отсутствие реактивной мощности;
- 2) не требуют расчета устойчивости;
- 3) имеют равномерное распределение напряжения вдоль линии, так как в установившемся режиме они не генерируют реактивную мощность;
- 4) имеют более простую конструкцию ВЛ по сравнению с ВЛ переменного тока, а именно: меньшее число гирлянд изоляторов, меньшие затраты металла;
- 5) возможность изменять направление потока мощности (реверсивные линии);
- 6) имеют потери мощности в 20—30 раз меньше по сравнению с передачей на переменном токе при передаче той же мощности на одинаковое расстояние при одинаковых классах напряжения.
- 7) имеют более низкую стоимость по сравнению со стоимостью передачи на переменном токе на расстояния свыше 800—1200 км.

На рис.2 приведена приближенная зависимость стоимостей электропередачи на постоянном и переменном токах [2].

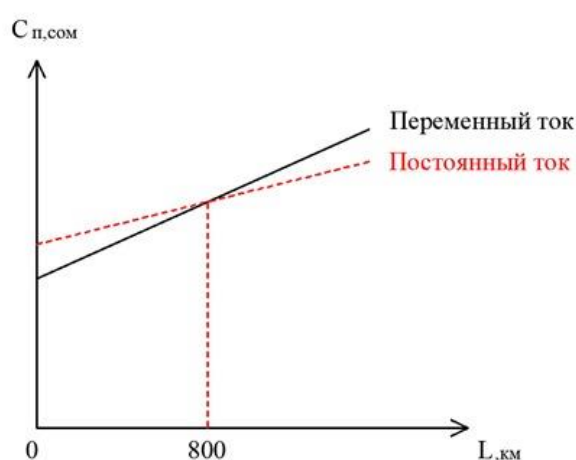


Рис. 2. График затрат $C_{п}$ на электропередачу постоянным и переменным током в зависимости от расстояния

Из приведенных на рисунке 2 зависимостей затрат на электропередачу постоянным и переменным током видно, что начальная стоимость передач на переменном токе на расстояния меньше чем 800км значительно меньше, чем при передаче на постоянном токе и считается более выгодной с экономической стороны по затратам. Но уже с ростом передачи на расстояния более 800 км передача на постоянном токе выигрывает, становится более выгодной с экономической точки зрения по стоимости.

Однако использование ВЛПТ для передачи электроэнергии имеет ряд существенных недостатков, существенно ограничивающих использование таких линий на практике. Связано это с тем, что все генераторы и трансформаторы в электроэнергетической системе работают на переменном токе, а сама линия работает на постоянном, поэтому для ее функционирования необходимо преобразование типа тока из переменного в постоянный и обратно.

Для осуществления данных преобразований тока необходима установка инверторов и выпрямителей, а, следовательно, дополнительное строительство дорогих преобразовательных подстанций. К тому же инверторы потребляют большое количество реактивной мощности и, как следствие, требуют установки рядом с ними дополнительных компенсирующих устройств и дорогостоящих запасных частей, так как, фактически, являются уникальными для каждой линии. Следовательно, перевод ВЛЭП напряжением 500 кВ на постоянный ток, является дорогостоящим и достаточно

сложным мероприятием, требующим для этого серьезных технико-экономических обоснований [4].

Таким образом, основным недостатком высоковольтной ВЛПТ являются:

- 1) невозможность трансформации постоянного тока.
- 2) необходимость в преобразовании типов токов из переменного в постоянный и обратно;
- 3) необходимость в сооружении достаточно сложных конечных подстанций, включающих в себя большое число преобразователей напряжения и вспомогательной аппаратуры для сглаживания формы напряжения. В силу того, что выпрямители и инверторы очень сильно искажают форму кривой напряжения на стороне переменного тока, требуется установка мощных сглаживающих устройств, что значительно снижает надежность электропередачи и системы в целом.
- 4) невозможность отбора мощности по пути прохождения ВЛПТ, вследствие невозможности трансформации постоянного тока.
- 5) затраты на создание преобразователей постоянного тока в переменный ток, значительно превышают затраты на трансформаторы переменного тока такой же мощности.

Таким образом, можно сделать вывод, что из-за больших затрат K_0 (рис.3) строительство линий электропередач постоянного тока (кривая 2) становится экономически целесообразным только при электропередаче на большие расстояния, при длине ВЛПТ более 1000...1200 км (точка m) [3].

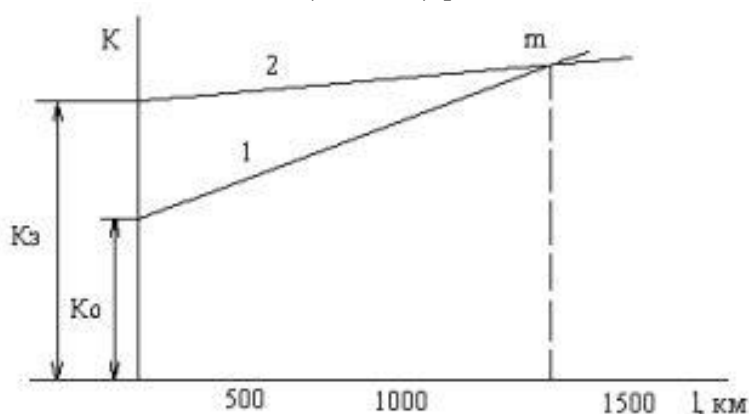


Рис.3. Зависимость капитальных затрат K от длины линии l при электропередаче: кривая 1-на переменном тока, кривая 2- на постоянном токе

В целом же, с экономической точки зрения, более эффективными по передаче электрических мощностей остаются линии переменного тока.

Заключение

Из выше изложенного можно заключить, что проблема повышения пропускной способности ВЛЭП напряжением 500кВ остается актуальной для Кыргызстана и в настоящее время. Все традиционные технические мероприятия по улучшению пропускной способности ВЛЭП напряжением 500кВ требуют от электроэнергетических предприятий дополнительных, порой значительных капиталовложений на строительство новых или модернизацию уже введенных в эксплуатацию ВЛЭП. Новые пути повышения пропускной способности ВЛЭП и современные тенденции в этом направлении, на сегодняшний день, также требуют значительных капиталовложений или имеют достаточно много технических ограничений для широкого их применения. Поэтому актуальной становится необходимость повышения передаваемой мощности, по возможности, избегая строительства новых линий, полной перестройки уже существующих линий, подвески новых цепей и т.д. В связи с этим, экономически целесообразными остаются технические мероприятия по модернизации уже существующих ВЛЭП чем строительство и введение в эксплуатацию новых ВЛЭП.

Наилучшего результата в этом направлении достигают технические мероприятия использующие составные методы, позволяющие одновременно применять сразу несколько технических мероприятий.

Литература:

1. **Быстрицкий, Г.Ф.** Основы энергетики. Учебник для вузов. [Текст] / Г.Ф. Быстрицкий //Кнорус, М,2012,-278с.
 2. **Герасименко, А.А.** Передача и распределение электрической энергии [Текст] / А.А.Герасименко, В.Т.Федин // Учебник для вузов,– Ростов-н/Д.: Феникс. 2006. - 720 с.
 3. **Кочкин, В.И.** Новые технологии повышения пропускной способности ЛЭП [Текст] // Новости Электротехники. - 2007. - № 3. - С. 45.
- Рыжов, Ю.П.** Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения [Текст] / Рыжов Ю.П. // Учебник для ВУЗов. Москва, издательский дом МЭИ, 2007.