

УДК621.311

ПЕРЕДАЧА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ ЛИНИЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Заруба И.А.

Научный руководитель – к.т.н., доцент Прокопенко В.Г.

Линии постоянного тока – это совокупность электроустановок, проводов и аппаратов, служащих для преобразования переменного тока в постоянный для дальнейшей его передачи на большое расстояние, с последующем его преобразованием в переменный. Электропередачи постоянного тока нулевой длины (вставки постоянного тока) используют для связи двух независимых энергосистем, работающих с различными частотами, либо для несинхронной работы систем одной номинальной частоты, но с различными принципами и средствами ее регулирования (в этом случае выпрямитель и инвертор расположены на одной подстанции), в подземном и подводном исполнении длиной более 50 км, в наземных соединениях длиной более 800 км. Также электропередача постоянного тока может быть выполнена с числом более двух преобразовательных подстанций (многоподстанционная электропередача), которая предназначена для связи нескольких систем.

Принцип работы электропередачи постоянного тока можно рассмотреть на ее простейшей схеме (рис. 1). Электропередача содержит по концам две преобразовательные подстанции Π_1 и Π_2 и линию электропередачи постоянного тока, которая может быть воздушной либо кабельной.

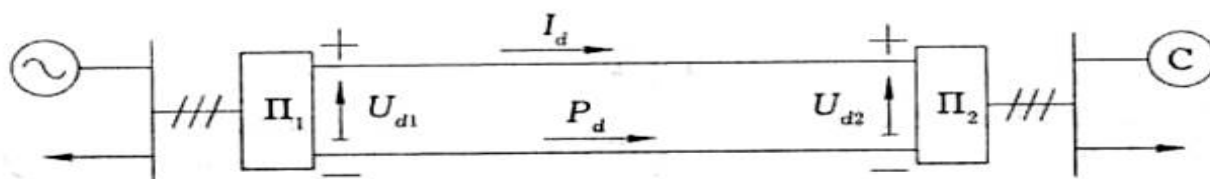


Рисунок 1 – Принципиальная схема электропередачи постоянного тока

Если передача мощности осуществляется от электростанции в приемную систему, то подстанция Π_1 будет работать в выпрямительном режиме, а Π_2 – в инверторном. При этом на подстанции Π_1 , получающей активную мощность от электростанции, будет происходить преобразование трехфазного переменного тока в постоянный ток, а на подстанции Π_2 – обратное преобразование постоянного тока в переменный и выдача активной мощности в систему. При передаче активной мощности по такой схеме часть ее будет теряться в оборудовании подстанций и в линии.

Мощность P_d , передаваемая по линии, будет зависеть от тока I_d в ней, который может изменяться регулированием соотношения напряжений U_{d1} и U_{d2} соответственно на подстанциях Π_1 и Π_2 . Напряжение U_{d2} на инверторной подстанции Π_2 направлено встречно относительно напряжения выпрямительной подстанции Π_1 и I_d тока.

Целый ряд преимуществ может быть получен за счет способности вентильных преобразователей выполнять функции быстродействующего выключателя и очень совершенного регулятора передаваемой мощности.

Следует отметить, что при связи двух энергосистем на постоянном токе аварийные режимы в одной из энергосистем не отражаются на работе другой энергосистемы столь непосредственно, как это происходит при связи на переменном токе. Кроме того, исключается подпитка места короткого замыкания в одной энергосистеме со стороны другой. Поэтому объединение энергосистем или ввод дополнительной мощности в энергосистему через электропередачу постоянного тока не приводит к увеличению токов короткого замыкания и не требует соответствующей замены всего оборудования, и, прежде всего, выключателей.

Одно из основных отличий линий постоянного тока от линий переменного – отсутствие индуктивного сопротивления, что значительно улучшает передачу электроэнергии. Преобразовательные подстанции из-за сложного и дорогостоящего оборудования значительно увеличивают стоимость передач постоянного тока. В то же время, сама линия постоянного тока стоит дешевле, чем линии электропередач переменного тока из-за меньшего количества проводов, изоляторов, линейной арматуры и более легких опор. Поэтому выбор линий постоянного тока экономически оправдан при их очень большой длине, когда удорожание подстанций компенсируется удешевлением линии.

Как упоминалось ранее, на нормальный режим работы линии постоянного тока не оказывают влияния ее реактивные параметры – индуктивность и емкость. Это значит, что падения напряжения на ней гораздо меньше, чем на линии переменного тока. Это создает предпосылки для увеличения радиуса действия линии постоянного тока по сравнению с линиями электропередачи переменного тока. При этом ни при каких длинах не возникает ограничений передаваемой мощности по условиям устойчивости параллельной работы генераторов.

Существенны выгоды постоянного тока для кабельных линий, поскольку условия работы изоляции кабелей при постоянном напряжении несравненно легче, чем при переменном. Это позволяет повышать номинальное напряжение кабельных линий и при одной и той же толщине изоляции повышать пропускную способность в 2 - 4 раза. Помимо этого, при использовании постоянного тока отпадает понятие «ограничение длины» кабельной линии (т.е. отсутствует критическая длина кабельной линии).

Благодаря практически безынерционному регулированию преобразователей межсистемная связь по линиям электропередачи постоянного тока может осуществляться по строго заданной программе, например, с целью поддержания частоты, баланса активной мощности, демпфирования низкочастотных колебаний и т.д.

Литература

1. Передача электрической энергии /Н. Н. Тиходеев. Под ред. В.И. Попкова. – 2-3 изд., перераб. и доп. – Л., 1984. – 248 с.
2. Передача энергии и электропередачи: Учебное пособие для студентов энергетических специальностей вузов. / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин. - Мн.: Адукацыя і выхаванне - 2003.- 554 с.