

УДК 621.3

ОСНОВНЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ЛИНИЯХ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Атрашкевич С.Ю.

Научный руководитель – КЛИМЕНТИОНОК А.К.

Высоковольтная линия электропередачи постоянного тока использует для передачи электроэнергии постоянный ток, в отличие от более распространенных линий электропередач (ЛЭП) переменного тока. Высоковольтные ЛЭП постоянного тока могут оказаться более экономичными при передаче больших объёмов электроэнергии на большие расстояния. Использование постоянного тока для подводных ЛЭП позволяет избежать потерь реактивной мощности.

ЛЭП постоянного тока позволяет транспортировать электроэнергию между несинхронизированными энергосистемами переменного тока, а также помогает увеличить надёжность работы, предотвращая каскадные сбои из-за рассинхронизации фазы между отдельными частями крупной энергосистемы. ЛЭП постоянного тока также позволяет передавать электроэнергию между энергосистемами переменного тока, работающими на разной частоте.

В ряде случаев высоковольтная ЛЭП постоянного тока более эффективна, чем ЛЭП переменного тока:

- при передаче энергии по подводному кабелю, который имеет довольно высокую ёмкость, приводящую при использовании переменного тока к потерям на реактивную мощность;

- передача энергии в энергосистеме напрямую от электростанции к потребителю, без дополнительных отводов, например, в удаленные районы;

- увеличение пропускной способности существующей энергосистемы в случаях, когда установить дополнительные ЛЭП переменного тока сложно или слишком дорого;

- передача энергии и стабилизация между несинхронизированными энергосистемами переменного тока;

- присоединение удаленной электрической станции к энергосистеме;

- уменьшение стоимости линии за счет уменьшения количества проводников. Кроме того, могут использоваться более тонкие проводники, так как ЛЭП постоянного тока не подвержен поверхностному эффекту;

- упрощается передача энергии между энергосистемами, использующими разные стандарты напряжения и частоты переменного тока;

- синхронизация с сетью переменного тока энергии, производимой возобновляемыми источниками энергии.

Основным недостатком высоковольтной ЛЭП постоянного тока является необходимость преобразования типа тока из переменного в постоянный и обратно. Используемые для этого устройства требуют дорогостоящих запасных частей, так как, фактически, являются уникальными для каждой линии.

Преобразователи тока дороги и имеют ограниченную перегрузочную способность. На малых расстояниях потери в преобразователях могут быть больше чем в аналогичной по мощности ЛЭП переменного тока.

Ранее в линии постоянного тока использовали ртутные выпрямители, которые были ненадёжны. Тиристоры были впервые использованы в 1960-х. Также применяется биполярный транзистор с изолированным затвором (IGBT), который имеет лучшую управляемость и меньшую стоимость.

Поскольку напряжение ЛЭП постоянного тока в некоторых случаях достигает до 800 кВ, превышая напряжение пробоя полупроводникового прибора, преобразователи

построены с использованием большого количества последовательно соединённых полупроводниковых приборов.

Низковольтные управляющие цепи, используемые для включения и выключения тиристоров, должны быть гальванически развязаны от высоких напряжений линии электропередачи. Обычно такая развязка оптическая. Полный переключающий элемент обычно называется вентилем, независимо от его конструкции.

В выпрямлении и инверсии используются по существу одни и те же агрегаты. Многие подстанции настроены таким образом, чтобы они могли работать и как выпрямители, и как инверторы. В конце линии переменного тока ряд трансформаторов, часто трех однофазных трансформаторов, развязывают преобразовательную станцию от сети переменного тока, обеспечивая заземление и гарантируя корректное постоянное напряжение. Выходы этих трансформаторов подключены к выпрямителям по мостовой схеме, сформированной большим числом вентиляей.

В монополярной схеме, один из выводов выпрямителя заземляют. Другой вывод, с электрическим потенциалом выше или ниже заземленного, связан с линией электропередачи. Заземленный вывод может или не может быть связан с соответствующим выводом преобразовательной станции посредством второго проводника.

При отсутствии второго металлического проводника, токи протекают в земле между заземленными электродами двух электростанций. Поэтому это однопроводная схема с земным возвратом. Проблемы, которые создает ток, протекающий в земле, включают:

- электрохимическая коррозия длинных проложенных в грунте металлических объектов, таких как трубопроводы;

- при использовании воды в качестве второго проводника, ток, протекающий в морской воде может произвести хлор или как-либо иначе затронуть водный состав;

- несбалансированный ток может привести к возникновению магнитного поля, которое может повлиять на магнитные навигационные компасы судов, проходящих над подводным кабелем.

Эти воздействия могут быть устранены установкой металлического обратного проводника между двумя концами монополярной линии электропередачи. Так как один из выводов преобразователей заземлен, нет необходимости в установке изоляции обратного провода на полное напряжение передачи, что делает обратный провод менее дорогостоящим, чем проводник высокого напряжения. Решение об использовании металлического обратного провода основывается на экономических, технических и экологических факторах.

В биполярной передаче используется пара проводников, каждый под высоким напряжением относительно земли, противоположной полярности. Так как изоляция этих проводников должна выбираться по полному напряжению, стоимость линии электропередачи выше монополярной схемы с обратным проводом. Однако, преимущества биполярной передачи делают её более привлекательной по сравнению с монополярной. При нормальной нагрузке в земле протекают незначительные токи, как и в случае монополярной передачи с металлическим обратным проводом. Это уменьшает потери в земле и снижает экологическое воздействие. Когда короткое замыкание происходит на одной из линий биполярной системы, схема может продолжать работать на неповрежденной линии в монополярном режиме, передавая приблизительно половину номинальной мощности с использованием земли в роли обратного проводника.

Литература

1 Александров, А. Н. Электрические аппараты высокого напряжения / А. Н. Александров, А. И. Афанасьев. – Л.: Энергоатомиздат, 1989. – 503 с.

2 Жаворонков, М. А. Аппараты высокого напряжения: учебное пособие для вузов / М. А. Жаворонков. – М.: Энергоатомиздат, 1985. – 432 с