

УДК 621.313

А.А.Луппова (4 курс, каф. ЭСиС), С.В.Смоловик, д.т.н., проф.

]

ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРОДОЛЬНОЙ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ ПО СРАВНЕНИЮ С ДРУГИМИ МЕРОПРИЯТИЯМИ ПО ПОВЫШЕНИЮ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ СЕТЕЙ

В высоковольтных линиях большой протяженности (более 400 км) возникают ограничения по пропускной способности. Эти ограничения связаны со свойствами самой передачи переменного тока, обладающей некоторой предельной мощностью, и с необходимостью обеспечить статическую и динамическую устойчивость электропередачи в нормальном и послеаварийном режимах.

Увеличить предел передаваемой мощности можно путем изменения волнового сопротивления и волновой длины методом их компенсации. Под компенсацией параметров понимается включение в электропередачу дополнительных устройств, сообщающих всей электропередаче дополнительные свойства. Способы компенсации можно условно разделить на:

- 1) компенсацию всех параметров линии к нулевой длине. В этом случае с помощью устройств компенсации добиваются того, что емкостная проводимость линии и индуктивное сопротивление полностью уничтожаются (компенсируются);
- 2) компенсация волнового сопротивления. В этом случае дополнительные устройства на линии будут выбираться так, чтобы уменьшить Z_B , т.к. $Z_B = \sqrt{\frac{L}{C}}$, то уменьшения этой величины можно достичь, уменьшая в n раз индуктивность линии и увеличивая во столько же раз емкость. При этом волновая длина не изменится, а предельно передаваемая мощность увеличится;
- 3) компенсация волновой длины. При увеличении или уменьшении в одинаковое число раз емкости и индуктивности линии, волновая длина меняется, а волновое сопротивление остается неизменным.

В реальной жизни не применяется компенсация только волновой длины или волнового сопротивления. Обычно изменяются сразу несколько параметров линии.

В качестве устройств, используемых при компенсации, могут применяться статические неуправляемые устройства и вращающиеся машины или управляемые статические устройства.

Существует два вида компенсации: продольная и поперечная.

Продольная емкостная компенсация используется в следующих случаях: для увеличения пропускной способности одноцепной линии; для увеличения пропускной способности каждой цепи в случае многоцепных линий, когда одна или более цепей выведены из эксплуатации; для получения желаемого деления нагрузки между параллельными цепями; для увеличения передаваемой мощности по условию устойчивости путем уменьшения угла между напряжениями по концам.

В зависимости от целей сооружения установки продольной компенсации (УПК) она должна отвечать определенным требованиям в отношении пропускной способности и

степени компенсации, под которой понимают отношение емкостного сопротивления установки к индуктивному сопротивлению линии.

Очень важен выбор места установки УПК. При длине линии менее 400 км место установки конденсаторов практически не оказывает влияния на их эффективность. При линиях с большой протяженностью вследствие возрастания емкостной проводимости эффективность УПК, имеющей одно и то же емкостное сопротивление, оказывается различной в зависимости от места ее расположения. Исходя из этого, с точки зрения увеличения пропускной способности наиболее эффективным является расположение УПК в середине линии.

Но в большинстве случаев определяющим при выборе местоположения УПК оказывается ряд других соображений. Например, в длинной линии характерно снижение перенапряжений на разомкнутом конце из-за того, что зарядный ток линии, протекая по УПК, вызывает падение напряжения, находящееся в противофазе с падением напряжения от этого тока на индуктивности. Следовательно, наиболее полно это явление будет проявляться при расположении УПК в начале линии. Из сказанного выше видно, что в зависимости от целей установки УПК ее влияние на режим передачи в каждом конкретном случае будет разной. Поэтому вопрос о целесообразности ее сооружения и расположении решается технико-экономическим сравнением с другими мероприятиями, а также электрическим расчетом.

Помимо продольной емкостной компенсации применяют и другие мероприятия по улучшению режимов ЛЭП.

Когда электропередача работает с нагрузкой меньше натуральной, и в линии имеется избыток реактивной мощности, ее можно компенсировать включением реакторов.

Линия, передающая мощность больше натуральной и требующая для поддержания напряжения дополнительной реактивной мощности, может быть дополнена включением конденсаторов – поперечная емкостная компенсация.

При сравнении поперечной емкостной компенсации с продольной очевидно, что УПК уменьшает волновое сопротивление за счет компенсации индуктивности линии. Это приводит к увеличению пропускной способности и улучшению устойчивости из-за уменьшения угла между напряжениями по концам передачи. При поперечной емкостной компенсации увеличение пропускной способности также наблюдается за счет увеличения емкостной проводимости, но, как следствие этого, возрастает волновая длина, что приводит к меньшей устойчивости.

Сочетание продольной емкостной компенсации с одновременной компенсацией емкости линии реакторами позволит уменьшить как волновую длину, так и повысить натуральную мощность.

Компенсация может осуществляться и управляемыми компенсирующими устройствами. Примером управляемой поперечной компенсации является синхронный компенсатор вдоль линии передач. Если поставить вдоль линии несколько параллельных синхронных компенсаторов и таким способом поддерживать напряжение, то можно работать с любым углом сдвига между концами передачи.

Еще один способ осуществления компенсации — это управляемые статические устройства. Статические устройства либо выдают в линию, либо поглощают реактивную мощность и тем самым обеспечивают поддержание напряжения в точке их присоединения. Принцип статических устройств заключается в том, что параллельно конденсаторной батарее включается реактор, мощность которого изменяется. В результате суммарная мощность, равная разности мощностей батарей и реактора, также меняется по величине и знаку. Регулирование мощности реактора может выполняться как путем подмагничивания сердечника постоянным током, так и с помощью управляемых вентилялей. Изменяя угол управления вентилями, можно изменять мощность реактора в широких пределах.

Применение регулируемых устройств поперечной компенсации позволяет изменять характеристики линии, ее натуральную мощность и вести режим так, чтобы передаваемая мощность всегда соответствовала натуральной. При этом достигается наиболее благоприятное распределение напряжения вдоль линии, увеличивается ее пропускная способность.