

УДК 621.311

С.В.Белков (6 курс, каф. ЭСиС), С.В.Смоловик, д.т.н., проф.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСТРОЙСТВ ПРОДОЛЬНОЙ ЕМКОСТНОЙ КОМПЕНСАЦИИ (УПК)

УПК – весьма популярная в США мера повышения пропускной способности. В Европе и России УПК не нашла применения. Следует отметить, что последовательное соединение индуктивности ВЛ и емкости УПК может привести к очень неблагоприятным электромагнитным и электромеханическим процессам.

Как правило, основной целью компенсации параметров линии является снижение ее волновой длины λ . УПК 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 линии.

Стоимость УПК составляет существенную часть стоимости электропередачи и зависит от степени компенсации и длины ВЛ. Необходимая емкость батареи может быть выбрана из условия компенсации части падения напряжения на индуктивном сопротивлении линии от передаваемого активного тока, превышающего натуральный ток линии:

$$I \cdot Z_B \cdot \sin \lambda - I \cdot X_c = U_2 \cdot \sin \lambda,$$

откуда, подставляя $I = I_n \cdot (P/P_n)$, получаем:

$$X_c = (1 - P_n/P) \cdot Z_B \cdot \sin \lambda \quad (1)$$

Из последней формулы следует, что чем больше отношение P/P_n , тем большее требуется емкостное сопротивление батареи конденсаторов и тем больше необходимая ее мощность:

$$Q_c = 3 \cdot I^2 \cdot X_c = 3 \cdot I_n^2 \cdot P/P_n \cdot (P/P_n - 1) \cdot Z_B \cdot \sin \lambda \quad (2)$$

Отношение емкостного сопротивления батареи УПК к полному индуктивному сопротивлению линии $X = Z_B \cdot \lambda$ (степень продольной емкостной компенсации) согласно (1) равно:

$$X_c/X = (1 - P_n/P) \cdot \sin \lambda / \lambda \quad (3)$$

Из формул (1)-(3) следует, при любом увеличении передаваемого тока сверх натурального, УПК позволяет обеспечить равенство напряжений по концам линии $U_1 = U_2$. Однако при этом напряжение перед батареей УПК U_1^* может значительно превышать напряжение по концам линии. Причем это превышение зависит как от отношения передаваемого тока к натуральному току $I/I_n = P/P_n$, так и от волновой длины линии λ . Чем больше λ , тем при том же отношении P/P_n повышение U_1^* над номинальным становится больше. Поскольку длительное повышение напряжения на линии ограничено, то и ограничено и возможное увеличение передаваемой мощности по сравнению с натуральной.

При увеличении класса напряжения ВЛ эффективность УПК снижается из-за уменьшения допустимого повышения напряжения линии. Необходимо отметить, что увеличение передаваемой по линии мощности возможно только при пропорциональном увеличении активного сечения проводов линии для обеспечения экономичности режима передачи электроэнергии.

Показано, что весьма эффективной оказывается комбинация УПК с УШР, расположенным по разным сторонам емкости. За счет регулирования УШР обеспечивается нужный уровень напряжения на зажимах емкости.