

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВСТАВОК ПОСТОЯННОГО ТОКА НА УСТОЙЧИВОСТЬ ГЕНЕРАТОРОВ СТАНЦИИ

Степура А.А.

Научный руководитель – старший преподаватель Филипчик Ю.Д.

Для передачи энергии и объединения энергосистем используются линии не только переменного, но и постоянного тока. Функциональная схема такой линии, осуществляющей связь между двумя электроэнергетическими системами, приведена на рисунке. В современных энергосистемах генерация электрической энергии, ее распределение и потребление осуществляются на переменном токе. Поэтому линии электропередачи постоянного тока используется лишь для транспорта электрической энергии из одной системы в другую.

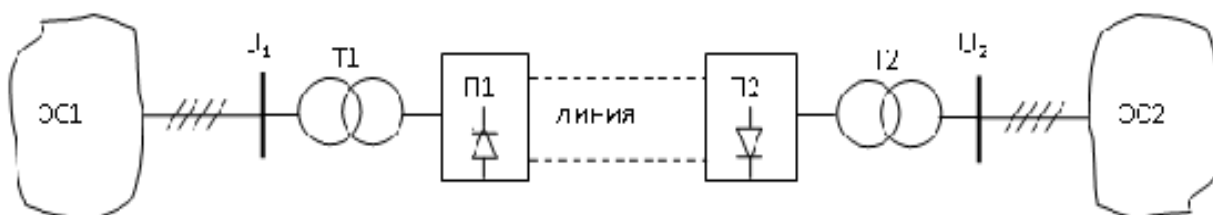


Рисунок 1 Функциональная схема линии электропередачи

Для осуществления передачи электрической энергии постоянным током энергию переменного тока, вырабатываемую генераторами передающей системы, преобразуют в энергию постоянного тока. В таком виде энергия, передаваемая по линии, на приемном конце которой она вновь преобразуется в энергию переменного тока и передается в приемную энергосистему.

Преобразование электрической энергии осуществляется с помощью преобразователей П1 и П2, расположенных по концам передачи и подключенных к передающей и приемной системам. Один из этих преобразователей является выпрямителем, другой - инвертором. В качестве преобразователей для электропередач постоянного тока в настоящее время применяют статические управляемые вентильные преобразователи, обладающие свойством реверсивности. При изменении направления передачи мощности от ЭС2 к ЭС1 П2 становится выпрямителем, а П1 - инвертором.

Смоделируем вставку постоянного тока в узле 3 в нагрузочном режиме как нагрузку, а в генераторном режиме - генератором. Будем изменять мощность вставки от (1,0 до -1,0) P генератора с шагом (0,5 P), так как реактивная мощность вставки практически равна 0.

Вставка как нагрузка в режиме без АРВ:

А) 400 МВт

Предельная передаваемая мощность незначительно снизилась с 216 до 213 МВт. P_0 для этого случая равно также 170 МВт.

$$K_p = \frac{P_{\text{пр}} - P_0}{P_0} = \frac{213 - 170}{170} = 0,25 > K_{\text{рн}}(0,2)$$

Условие выполнено, надежность и устойчивость работы системы соблюдается, однако она несколько ухудшилась, по сравнению с режимом без АРВ и вставки (K_p 0,25 < 0,27).

Б) 200 МВт

Предельная передаваемая мощность 215 МВт.

$$K_p = \frac{P_{\text{пр}} - P_0}{P_0} = \frac{215 - 170}{170} = 0,26 > K_{\text{рн}}(0,2)$$

Вывод: в режиме без АРВ при моделировании вставки как нагрузки устойчивость не изменяется.

В) 0 МВт – устойчивость осталась та же.

Вставка как нагрузка в режиме с АРВ:

А) 400 МВт

Предельная передаваемая мощность увеличилась с 994 МВт до 1120 МВт. Это связано с тем, что в исследуемой мной энергосистеме генерируется значительно больше мощности, чем потребляется (генерация примерно в 2,3 раза больше нагрузки). Поэтому избыточная мощность потребляется вставкой постоянного тока.

$$K_p = \frac{P_{\text{пр}} - P_0}{P_0} = \frac{1120 - 400}{400} = 1,8 > K_{\text{рн}}(0,2)$$

K_p возросло с 1,49 до 1,8.

Б) 200 МВт

$$K_p = \frac{P_{\text{пр}} - P_0}{P_0} = \frac{1117 - 400}{400} = 1,79 > K_{\text{рн}}(0,2)$$

В режиме генераторов станции без АРВ ни при P вставки 200 МВт, ни при 400 МВт устойчивость генераторов не изменилась. $P_{\text{max}} = 216$ МВт, $P_0 = 170$ МВт.

В режиме с АРВ $P_{\text{max}} = 954$ МВт при P вставки 400 МВт и $P_{\text{max}} = 980$ МВт при P вставки 200 МВт.

$$K_{p400} = \frac{P_{\text{пр}} - P_0}{P_0} = \frac{954 - 400}{400} = 1,39 > K_{\text{рн}}(0,2), \text{ без вставки } 1,49.$$

$$K_{p200} = \frac{P_{\text{пр}} - P_0}{P_0} = \frac{980 - 400}{400} = 1,45 > K_{\text{рн}}(0,2), \text{ без вставки } 1,49.$$

Вывод: в режиме вставки как генератора, статическая устойчивость генераторов станции с АРВ ухудшается. В режиме вставки как нагрузки наоборот, увеличивается. Устойчивость генераторов без АРВ практически не меняется при наличии вставки в узле 3. Следовательно, вставку постоянного тока лучше использовать как потребитель мощности.

Литература

1. Калентионок Е.В. Устойчивость электроэнергетических систем. Минск: Техноперспектива, 2008. - 375 с
2. Жданов П.С. Вопросы устойчивости электрических систем. М., Энергия, 1979. - 456 с.