

УДК 621.313

В.Г.Тюгай (5 курс, каф. ЭСиС), А.Н.Беляев, к.т.н., доц.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРЕГУЛЯРНЫХ КОЛЕБАНИЙ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ ПРОТЯЖЕННОЙ МЕЖСИСТЕМНОЙ СВЯЗИ

Одним из условий, ограничивающих величину передаваемой по высоковольтной линии активной мощности помимо термической стойкости проводов и существенного падения напряжения на ее продольном активно-индуктивном сопротивлении, является сохранение статической устойчивости в данной системе. Отметим также, что необходимым условием существования динамической устойчивости также является статическая устойчивость. Запас по статической устойчивости может быть количественно оценён. В соответствии с руководящими указаниями по расчету устойчивости энергосистем, разработанных совместно ВНИИЭ, ЦДУ «ЕЭС России» и ОАО «Энергосетьпроект», величина коэффициента запаса статической (апериодической) устойчивости по активной мощности в сечении вычисляется по формуле

$$K_p = \frac{P_{np} - P - \Delta P_{нк}}{P},$$

где P_{np} – предельный по апериодической статической устойчивости переток активной мощности в рассматриваемом сечении; P – переток в сечении в рассматриваемом режиме ($P > 0$); $\Delta P_{нк}$ – амплитуда нерегулярных колебаний активной мощности в этом сечении (принимается, что под действием нерегулярных колебаний переток изменяется в диапазоне $P \pm \Delta P_{нк}$).

Таким образом, допустимое значение фактически передаваемой по линии активной мощности должно быть меньше предельного значения на величину амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности в этом сечении, в противном случае при их возникновении система потеряет устойчивость.

Значение амплитуды нерегулярных колебаний активной мощности устанавливается для каждого сечения энергосистемы (в том числе, частичного) по данным измерений. При отсутствии таких данных расчетная амплитуда нерегулярных колебаний активной мощности сечения может быть определена по выражению:

$$\Delta P_{нк} = K \cdot \sqrt{\frac{P_{н1} \cdot P_{н2}}{P_{н1} + P_{н2}}},$$

где $P_{н1}$, $P_{н2}$ – суммарные мощности нагрузки с каждой из сторон рассматриваемого сечения, МВт. Коэффициент K принимается равным 1,5 при ручном регулировании и 0,75 при автоматическом регулировании (ограничении) перетока мощности в сечении.

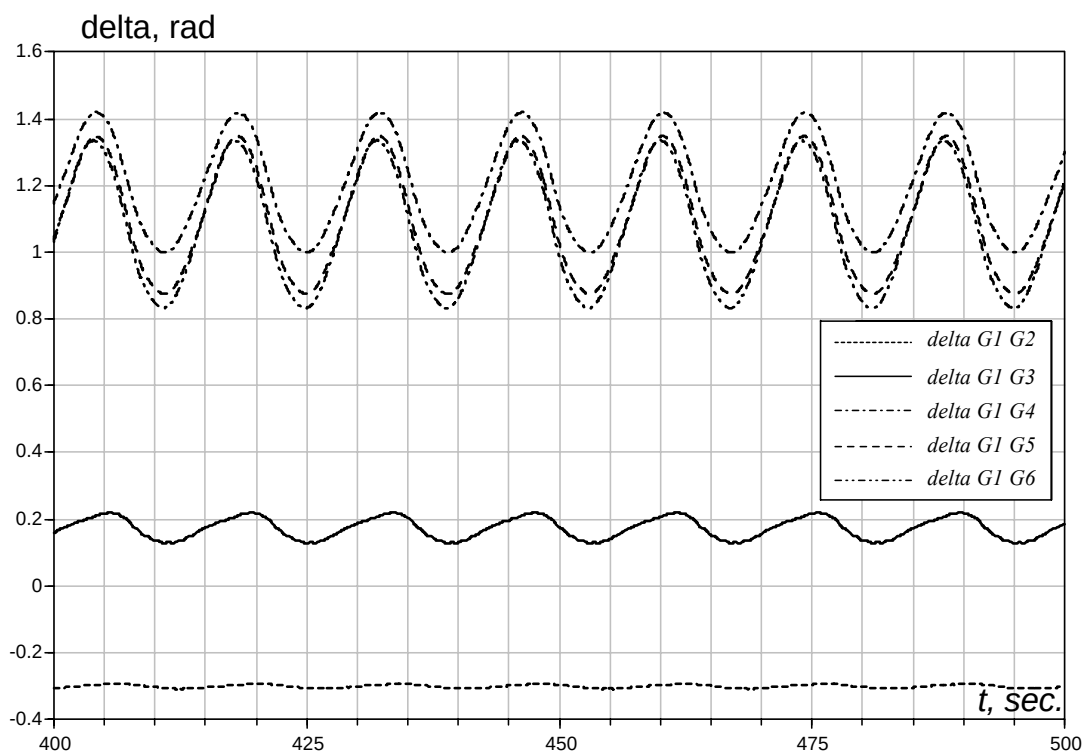


Рис. 1. Качания взаимных углов при нерегулярных колебаниях мощности в ЭЭС Центральной Азии (эквивалентный генератор Г6).

Влияние амплитуды нерегулярных колебаний на величину предела передаваемой мощности можно оценить на примере электропередачи 500 кВ Север–Юг Казахстана. Передача активной мощности осуществляется от тепловых электростанций Экибастуза, примыкающих к ОЭС Сибири и ОЭС Урала, по транзитной ВЛ 500 кВ в южный регион Казахстана с примыканием транзита к ОЭС Центральной Азии. В данной системе амплитуда нерегулярных колебаний активной мощности определяется мощностью нагрузки меньшей Центрально-Азиатской энергосистемы и составляет приблизительно 200 МВт, т. е. примерно 10...20 % от мощности транзита (в зависимости от режима). В связи с ростом мощности нагрузок южного региона появляется необходимость в увеличении мощности транзита. Наиболее разумно этого добиться в первую очередь за счет демпфирования нерегулярных колебаний мощности ($\Delta P_{нк}=0$) в месте их возникновения и таким образом разгрузить сечение на величину этих колебаний. Одним из методов достижения данного эффекта может быть установка регулирующего устройства на одной из ГЭС, примыкающих к системе, в которой эти колебания возникают. На примере транзита Север–Юг Казахстана — это может быть Капчагайская ГЭС 4×100 МВт, расположенная на реке Или в 60 км от подстанции Алматы 500 кВ.

Влияние нерегулярных колебаний мощности амплитудой 200 МВт на изменение взаимных углов генераторов отправной (G1), приемной (G6) и промежуточных (G2-G5) станций проиллюстрировано на рис. 1, из которого видно, что дополнительные качания мощности и углов могут привести к потере устойчивости системы, которая изначально была статически устойчива.