

УДК 629.735

## Исследование динамической устойчивости генератора электростанции при работе в режиме недовозбуждения

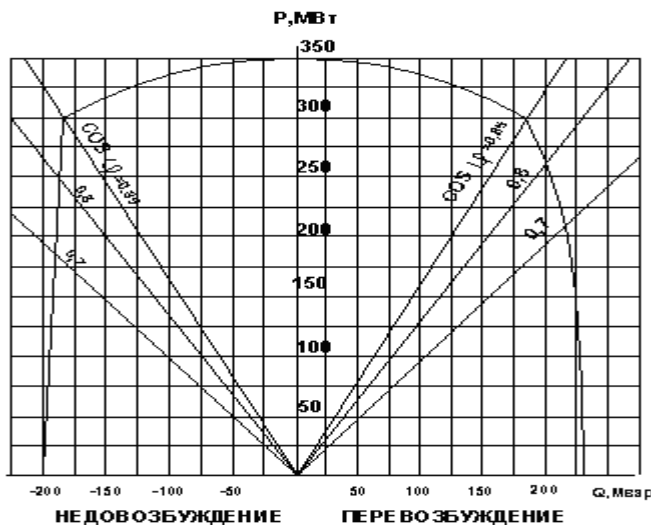
Якимов О.К.

Научный руководитель Филиппчик Ю. Д., аспирант

В настоящее время в республике Беларусь остро стоит проблема повышения напряжения в сетях 330-750 кВ. Это связано с их относительно малой загрузкой в часы ночного минимума и большими потоками зарядных мощностей генерируемых сетью. Уровень напряжения можно снизить за счет установки дополнительного сетевого оборудования – управляемых шунтируемых реакторов и синхронных компенсаторов. Однако это требует значительных дополнительных капитальных вложений со стороны энергетической системы [1].

Другим способом потребления избыточной реактивной мощности может быть перевод генераторов в режим недовозбуждения. Величина потребляемой реактивной мощности синхронным генератором зависит от текущего значения его активной мощности и ограничена нагревом крайних (лобовых) пакетов обмотки статора. При уменьшении значения тока возбуждения синхронного генератора также снижается и динамическая устойчивость машины при возникновении аварийных режимов в схеме сети.

В качестве исследуемой станции была выбрана Лукомльская ГРЭС (ЛГРЭС), а в качестве исследуемого на динамическую устойчивость – турбогенератор №3 (ТГ-3).



На рисунке 1 приведена диаграмма мощностей турбогенератора №3 Лукомльской ГРЭС. Как видно из зависимости предельно допустимое по условию нагрева потребление реактивной мощности при нагрузке генератора в 300 МВт составляет 185 Мвар. Выполним исследование динамической устойчивости генератора станции при переводе его в режим недовозбуждения, а также определим, исходя из заданного вида возмущения, предельную

величину потребляемой реактивной мощности.

Рисунок 1 - диаграмма мощностей турбогенератора №3 ЛГРЭС.

Исследование динамической устойчивости выполнялось на программном комплексе Мустанг 95. При этом было условно принято:

- на ЛГРЭС в работе находятся 8 блоков;
- активная нагрузка всех блоков номинальная  $P_{НОМ}=320$  МВт, а реактивная мощность блоков, за исключением исследуемого, составляет +20...+40 Мвар;
- активная нагрузка ТГ-3 равна  $P_H=300$  МВт;
- на I СШ-330 кВ происходит однофазное короткое замыкание (КЗ);

- ТГ-3 не отключается от сети из-за отказа выключателя;
- через 0,25 с в результате работы устройства резервирования отказа выключателя (УРОВ) ТГ-3 отключается от сети ( $t_{\text{отк}}=0,12+0,25=0,37$  с).

Последовательно изменяя величину потребляемой реактивной мощности ТГ-3 и исследуя его динамическую устойчивость при указанном возмущении, была построена зависимость 1 представленная на рисунке 2, а. Из данной зависимости видно, что при однофазном коротком замыкании с действием УРОВ предельная величина потребления реактивной мощности составляет -94 Мвар.

Ограничения по устойчивости, накладываемые на режим работы ТГ-3, преобладают над ограничениями по тепловому режиму до  $P_H=200$  МВт. При дальнейшем снижении выдаваемой активной мощности ТГ-3 начинают преобладать ограничения по нагреву.

Выполним исследование эффективности мероприятий по повышению динамической устойчивости. В первом случае проанализируем влияние времени отключения короткого замыкания на величину предельной потребляемой реактивной мощности по условиям динамической устойчивости. Каждому времени отключения КЗ соответствует предельно допустимая по условию устойчивости передаваемая мощность [2].

Если принять, что на станции установлены элегазовые выключатели, то время отключения КЗ сократится до  $t_{\text{отк}}=0,07+0,25=0,32$  с. Из результатов расчета, приведенных на рисунке 2, а зависимость 2, видно, насколько применение современных выключателей и быстродействующих защит позволяет увеличить предельную потребляемую мощность (с 94 до 152 Мвар). Ограничения по тепловому режиму наступают при нагрузке генератора близкой к 260 МВт.

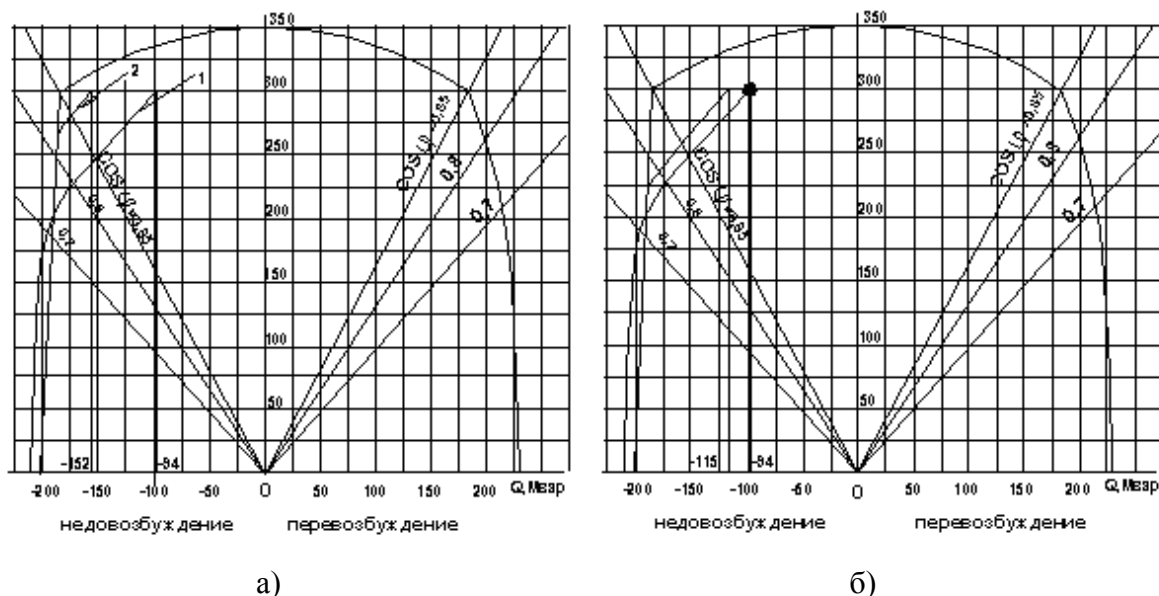


Рисунок 2 – Влияние мероприятий по повышению динамической устойчивости на величину предельной потребляемой реактивной мощности исследуемым генератором

Еще одним эффективным средством для повышения динамической устойчивости синхронных генераторов является применение электрогидравлического преобразователя (ЭГП), который позволяет вводить в систему регулирования электрические сигналы (импульсы) и тем самым осуществить быстродействующее управление регулирующими клапанами турбины [3]. Результаты расчета эффективности применения ЭГП приведены на рисунке 2,б .

На основании выполненных расчетов в программном комплексе Мустанг можно сделать вывод о том, что для исследуемого турбогенератора при  $P_{Г}=300$  МВт ограничение потребления реактивной мощности по условиям устойчивости является определяющим ( $Q_{Г}=-94$  Мвар) по сравнению с тепловым графиком, который позволяет потреблять  $Q=185$  Мвар. Выполненный анализ применения мероприятий по повышению динамической устойчивости показывает, что применение быстродействующих релейных защит и элегазовых выключателей позволяет значительно увеличить предельное значение потребляемой реактивной мощности синхронным генератором с 94 до 152 Мвар. В тоже время использование ЭГП является менее эффективным, так как увеличение потребляемой мощности происходит с 94 до 115 Мвар.

#### Литература

1. Калентионок Е.В., Прокопенко В.Г., Федин В.Т. Оперативное управление в энергосистемах. – Мн.: Вышэйшая школа, 2007. – 351 с.
2. Калентионок, Е.В. Устойчивость электроэнергетических систем / Е.В. Калентионок. – Мн.: Техноперспектива, 2008. – 375 с.
3. Файбисович, В.А. Повышение устойчивости и надежности недовозбуждения синхронных генераторов / В.А. Файбисович. – М.: Энергия, 1973. – 87 с.