

УДК 621.311

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИМПУЛЬСНОЙ РАЗГРУЗКИ ТУРБИН ГЕНЕРАТОРОВ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Кривко С. А.

Научный руководитель – старший преподаватель Филипчик Ю.Д.

Проблема обеспечения устойчивости энергосистем существует из-за возникающего в аварийных режимах небаланса мощности на валу синхронных машин, приводящему к недопустимому их ускорению или торможению, следствием которых является потеря синхронизма. Если бы механическая мощность агрегатов могла достаточно быстро и точно изменяться в соответствии с изменениями электрической мощности, то небалансы мощности были бы устранены и, следовательно, нарушения устойчивости в энергосистемах были бы исключены. Однако существующие системы регулирования паровых турбин пока не могут решить такую задачу. Более того, системы регулирования, обычно применяемые в нормальном режиме, из-за наличия инерции, органов с зонами нечувствительности практически не реагируют в начале переходного процесса и мощности турбины почти не изменяются. Для обеспечения динамической устойчивости требуется быстрое изменение мощности турбины при возникновении возмущения в энергосистеме. Поэтому для быстрого управления мощностью турбины в аварийных режимах она оснащается специальным электрогидравлическим преобразователем (ЭГП), который позволяет вводить в систему регулирования электрические сигналы (импульсы) и тем самым осуществить быстродействующее управление регулирующими клапанами турбины. При этом происходит относительно быстрое уменьшение механической мощности на валу агрегата, необходимое для обеспечения устойчивости в случае сброса электрической нагрузки генератором. Различные аварийные ситуации требуют различной глубины разгрузки, но по возможности наибольшей скорости ее осуществления. Скорость разгрузки турбины не может быть сколь угодно большой и ограничивается в основном быстродействием регулирующих клапанов и наличием парового объема между ними и турбиной. Поэтому мощность турбины снижается постепенно и ее изменение зависит от амплитуды и длительности управляющего сигнала от ЭГП. Изменяя его, можно получить различные изменения механической мощности во времени, которые называют импульсными характеристиками турбин. После снятия управляющего сигнала регулирующие клапаны открываются и мощности агрегата восстанавливаются до заданного значения, определяемого, как правило, условием статической устойчивости.

Влияние аварийной разгрузки турбины (АРТ) на устойчивость системы при возникновении короткого замыкания. Для этого на диаграмме характеристик мощности (рисунок 1) нанесем изменения механической мощности турбины  $P_T$  в функции угла  $\delta$ .

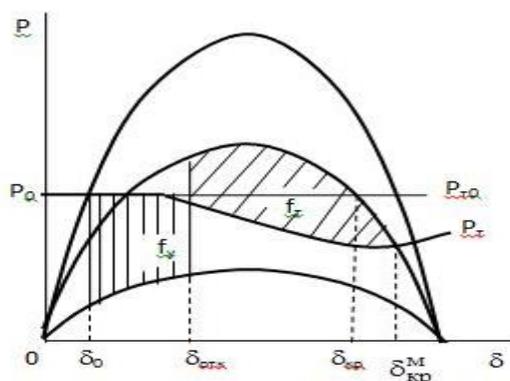


Рисунок 1 – Влияние аварийной разгрузки турбин на динамическую устойчивость

Из приведенных зависимостей видно, что существенное уменьшение  $P_T$  наступает после времени отключения короткого замыкания, длительность которых для современных систем электроснабжения составляет 0,1 - 0,2 с. Поэтому АРТ практически не уменьшает площадку ускорения и это было одним из препятствия его применения. Однако в конце переходного процесса  $P_T$  начинает уменьшаться, что приводит к увеличению площадки торможения и увеличению критического угла с  $\delta_{кр}$  до  $\delta_{кр}^M$ , определяющего предел синхронной динамической устойчивости генератора.

Проверим это в программе mustang при применении различных характеристик ЭГП для схемы из курсового проекта.

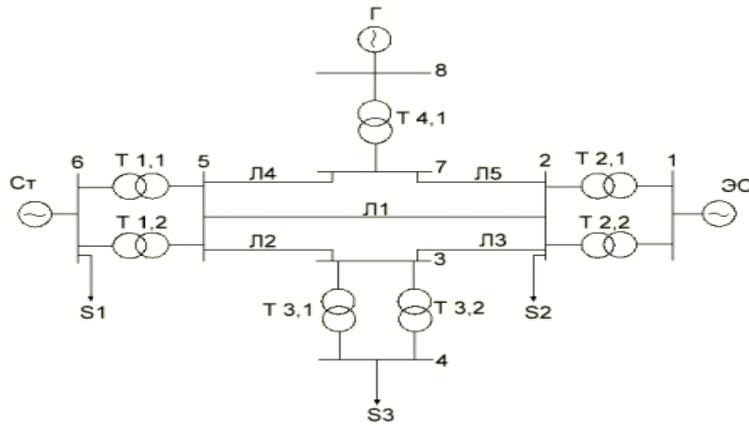


Рисунок 2 – Исходная схема сети

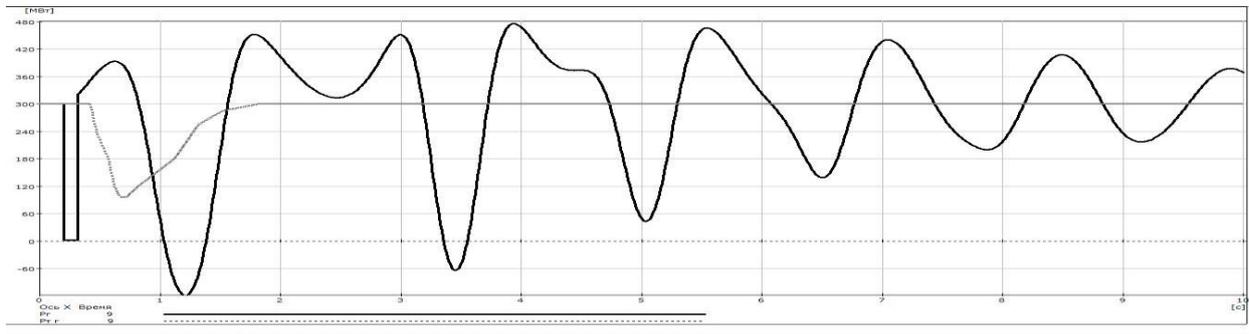


Рисунок 3 -- Зависимость мощности турбины станции от времени  $t$  при восстановлении мощности турбины до исходного значения

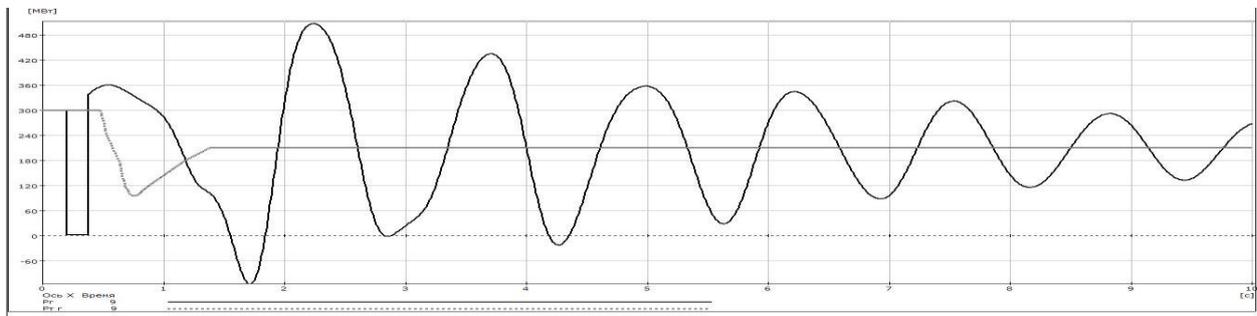


Рисунок 4 – Зависимость мощности турбины станции от времени  $t$  при восстановлении мощности турбины до 0,7 от начального значения

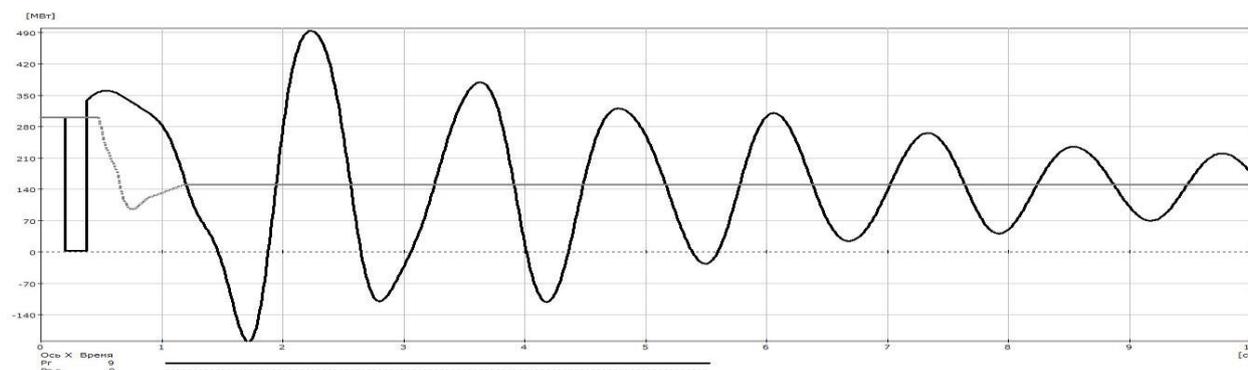


Рисунок 5 – Зависимость мощности турбины станции от времени  $t$  при восстановлении мощности турбины до 0,5 от начального значения.

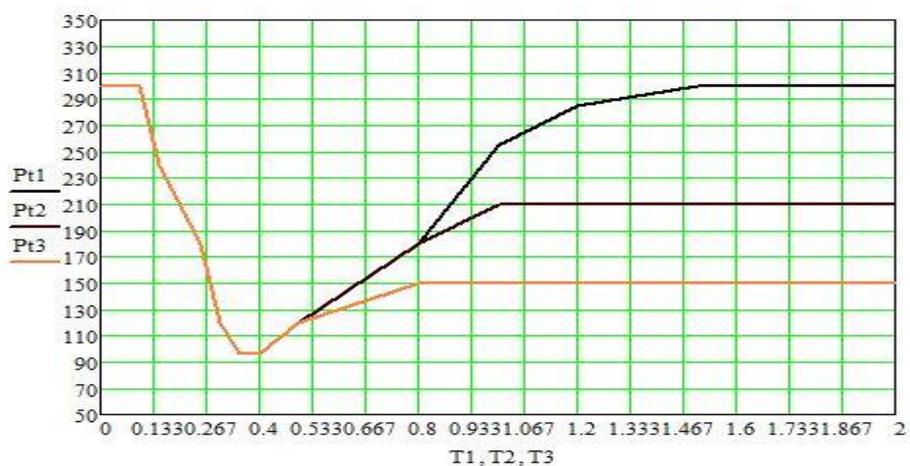


Рисунок 6 – Совмещенная зависимость мощности турбины станции от времени  $t$

Из расчетов проведенных в программе *mustang* видно, что при использовании импульсной разгрузки осуществляемой с помощью ЭГП предельное время отключения короткого замыкания заметно уменьшается, а также уменьшается амплитудное значения мощности генерации в начальный момент короткого замыкания вслед за изменением мощности турбины. Так, когда значение мощности турбины восстанавливается ЭГП до исходного значения предельное время отключения меньше чем в остальных случаях, а именно 0,12 секунды. При остальных случаях получилось 0,18 секунды. Применение автоматической разгрузки турбины позволяет повысить динамическую устойчивость и снизить время установления послеаварийного режима работы станции. Недостатком является задержка в ограничении механической мощности, что в ряде случаев снижает эффективность разгрузки, кроме того возможно нарушение устойчивости во втором и последующих циклах качаний из-за высокой скорости восстановления мощности турбины.

#### Литература

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