

УДК 621.311

ПОВЫШЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ПУТЁМ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ ГЕНЕРАТОРОВ

Халецкая Е.В.

Научный руководитель – м.т.н., старший преподаватель Волков А.А.

Динамическую устойчивость генераторов при коротких замыканиях (КЗ) можно повысить путём кратковременного автоматического включения в цепь генераторов специальных нагрузочных активных сопротивлений (НАС), увеличивающих тормозной электромагнитный момент.

Нагрузочные сопротивления можно включать последовательно в нейтраль на выходе генераторов, причём в нормальных режимах они закорачиваются специальными выключателями (рисунок 1). При КЗ эти выключатели отключаются и НАС оказывается включёнными в цепь генератора. Это приводит к повышению электрической мощности генератора за счёт протекания в НАС токов КЗ. После отключения КЗ ток в обмотке статора генератора уменьшается, что приводит к значительному снижению тормозящего действия нагрузочных сопротивлений. Поскольку включить НАС во время КЗ при малых временах его отключения практически невозможно, то наиболее эффективно включение активных сопротивлений параллельно генераторам или повышающим трансформатором электростанций. В этом случае активные сопротивления нагружают генератор в основном после отключения КЗ.

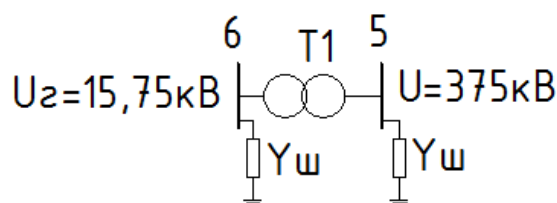


Рисунок 1 – Схема включения НАС в цепь генератора

Следует обратить внимание на важность момента отключения нагрузочных сопротивлений. При большом времени включенного состояния нагрузочных сопротивлений нарушение устойчивости может произойти после их отключений, во втором цикле качаний, вследствие перетормаживания генераторов. Это является одним из недостатков такого мероприятия по повышению устойчивости.

Изначально исследуем влияние НАС на предельное время отключения токов короткого замыкания при различных значениях мощности $P_{ген}$.

Расчёт параметров НАС ведётся исходя из заданной мощности исследуемого генератора. Пусть $P_{ш} = 0,5 \cdot P_{ген} = 0,5 \cdot 200 = 100$ МВт. Тогда проводимость:

$$Y_{ш} = \frac{P_{ш}}{U^2} = \frac{100}{15,75^2} = 0,403124 \text{ См} = 403124 \text{ мкСм}.$$

Далее, используя программу MUSTANG, смоделируем процесс включения НАС в цепь исследуемого генератора и определим предельное время отключения тока КЗ (рисунок 2).

T2	Действие	Ni	Nj	Nn	Парам1	Парам2
	Время					
0.100	Шунт	5				0.001
0.373	Отключить связь	5	2			
0.373	Шунт	5				-0.001
0.373	Шунт проводимости	6			403124	
0.623	Шунт проводимости	6			-403124	

Рисунок 2 – Автоматика моделирование процесса включения НАС в цепь генератора

Результаты расчета динамической устойчивости представим на рисунках 3 и 4.

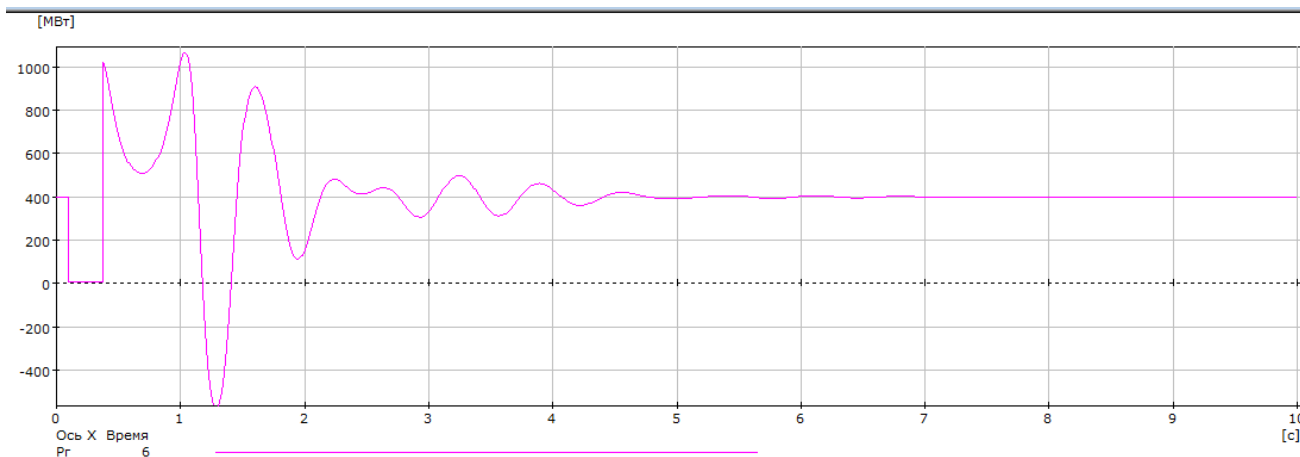


Рисунок 3 – Зависимость мощности станции от времени (устойчивость сохраняется)

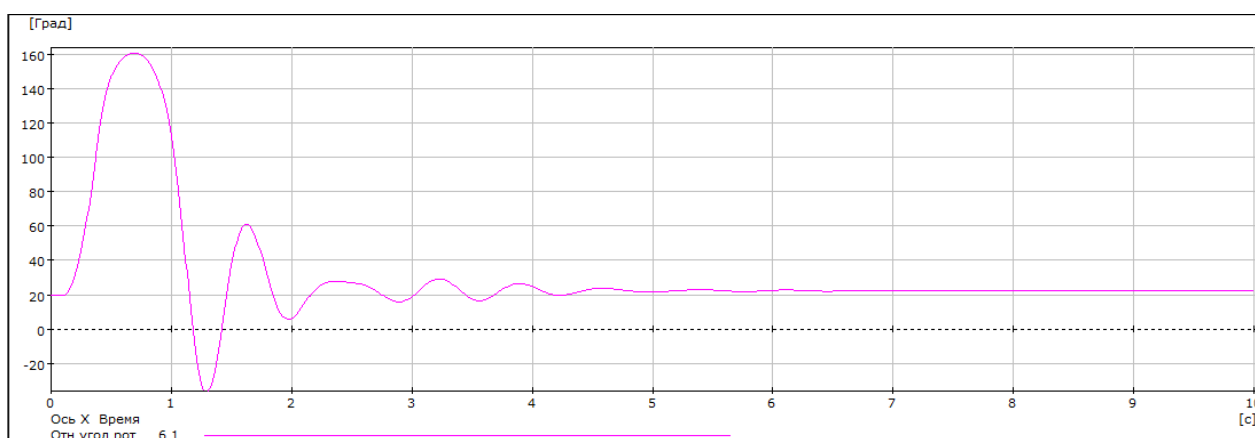


Рисунок 4 – Зависимость угла ротора от времени (устойчивость сохраняется)

Без применения НАС предельное время отключения составило 0,25 с. Таким образом, включение НАС в данном случае эффективно и даёт возможность увеличить динамическую устойчивость электроэнергетической системы.

Далее выполним серию аналогичных расчетов при разных значениях мощности НАС, а также при включении шунта в цепь трансформатора (узел 5).

Пусть $P_{ш} = 0,5 \cdot P_{ген} = 0,5 \cdot 200 = 100$ МВт. Тогда проводимость при включении шунта в узел 5:

$$Y_{ш} = \frac{P_{ш}}{U^2} = \frac{100}{347^2} = 0,000830 \text{ См} = 830 \text{ мкСм}.$$

T2	Действие	Ni	Nj	Nп	Парам1	Парам2
	Время					
0.100	Шунт	5				0.001
0.373	Отключить связь	5	2			
0.373	Шунт	5				-0.001
0.373	Шунт проводимости	5			830.000	
0.623	Шунт проводимости	5			-830.00	

Рисунок 5 – Автоматика моделирование процесса включения НАС в цепь генератора

В результате проведенных расчетов можно сделать вывод о том, что включение в цепь нагрузочных активных сопротивлений эффективно для данной системы, так как во всех

случаях предельное время отключения в обычном режиме меньше, чем предельное время отключения при включении НАС. Однако следует заметить, что при включении НАС в ветвь трансформатора с увеличением нагрузки генерации у нас снижается предельное время отключения НАС до определённого установившегося значения, а при включении в ветвь генератора НАС предельное время отключения НАС увеличивается до определённого установившегося значения.

Теперь сравним полученные результаты в узлах 5 и 6 и построим зависимость (рисунки 6 и 7) предельного времени отключения от соотношения мощностей НАС и генераторов станции.

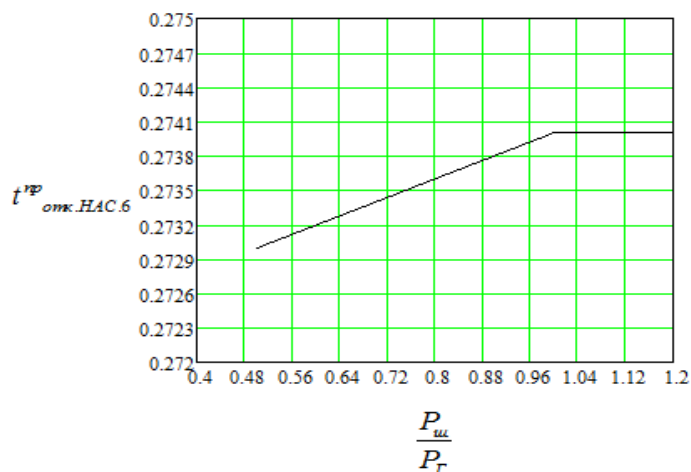


Рисунок 6 – График зависимости предельного времени отключения КЗ от соотношения мощностей НАС в узле 6 и генераторов станции

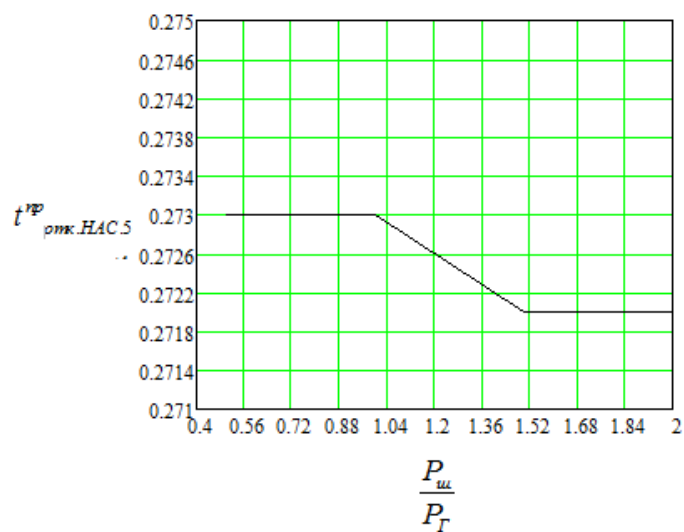


Рисунок 7 – График зависимости предельного времени отключения КЗ от соотношения мощностей НАС в узле 5 и генераторов станции

Литература

1. Калентионюк Е.В. Устойчивость электроэнергетических систем: учебное пособие / Е.В. Калентионюк. - Минск: Техноперспектива, 2008. – 375 с.