

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ ПРИ НЕСИММЕТРИЧНЫХ
КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЯХ И СЛОЖНЫХ ПОВРЕЖДЕНИЯХ С УЧЕТОМ
ПУЛЬСАЦИОННЫХ И ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ МОМЕНТОВ
ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ С ЦЕЛЬЮ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ
ГЕНЕРАТОРОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ**

Панова Е.А.

Научный руководитель – доцент Малафеев А.В.

*Магнитогорский государственный технический университет
им. Г.И. Носова*

Расчет параметров установившегося режима и переходных процессов в аварийных несимметричных режимах, к которым относятся несимметричные короткие замыкания и сложные повреждения, является актуальной задачей. Под сложным повреждением при этом понимается обрыв провода ЛЭП с замыканием его на землю.

Особую сложность при расчете переходных процессов в таких режимах представляет учет пульсационных и дополнительных моментов, возникающих на валу турбогенераторов. Появление данных моментов обусловлено наличием пульсирующего магнитного потока обмотки статора, одна из составляющих которого, вращаясь относительно ротора с двойной скоростью, наводит в обмотке возбуждения генератора ЭДС двойной частоты. Эта ЭДС, в свою очередь, создает пульсирующий с двойной частотой поток ротора. Пульсирующий момент в течение одного полупериода будет действовать на ускорение генератора, а в течение следующего полупериода – на замедление. Таким образом, влияние указанных моментов на ход переходного процесса в несимметричном режиме будет проявляться в колебании скорости синхронных машин, что, в свою очередь, приводит к нарушению динамической устойчивости турбогенераторов и их аварийному отключению. Такие аварии сопровождаются недовыработкой электроэнергии собственными электростанциями, имеющей существенно меньшую стоимость в сравнении с покупной. Таким образом для обеспечения надежной работы электростанций необходимо производить прогнозные расчеты аварийных несимметричных режимов с учетом дополнительных и пульсационных моментов турбогенераторов для оценки устойчивости и разрабатывать мероприятия по ее обеспечению.

На кафедре ЭПП МГТУ им. Г.И. Носова был разработан программно-вычислительный комплекс, позволяющий выполнять расчеты установившихся режимов и переходных процессов систем электроснабжения, в том числе и режимы аварийной продольной и поперечной несимметрии. Расчет установившегося режима проводится с использованием метода последовательного эквивалентирования и метода симметричных составляющих. При этом расчет выполняется в три этапа отдельно для схем прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет переходных процессов осуществляется на основе сочетания методов последовательного эквивалентирования и последовательных интервалов. Основными достоинствами рассматриваемого программного продукта являются абсолютная сходимость в схемах с шинами бесконечной мощности, отсутствие ограничений по конфигурации схемы и зависимость времени счета только от числа элементов сети.

Для анализа влияния пульсационных и дополнительных моментов турбогенераторов на ход переходного процесса при несимметричных коротких замыканиях и сложных повреждениях была проведена серия расчетов с использованием рассматриваемого

программного продукта в условиях магнитогорского энергоузла (МЭУ). К особенностям данного объекта можно отнести наличие собственных электростанций, нескольких ступеней трансформации, нескольких узлов связи с энергосистемой и большое число сложноточечных участков.

В качестве примера результатов расчетов в табл. 1 приведены максимальные значения дополнительного и пульсационного моментов, а также амплитуда колебаний скорости и максимальное значение скорости турбогенератора ТГ-8 ЦЭС в течение рассматриваемого интервала при различных повреждениях на линии ПС №30-ЦЭС. В данном случае рассматриваемый генератор оказывается наименее удаленным от места повреждения. Расчеты проводились в течение 0,2 с. с интервалом 0,02 с.

Из результатов расчета видно, что наибольшее значение дополнительного момента возникает при однофазном замыкании с обрывом одной фазы. Максимальное значение пульсационного момента наблюдается при двухфазном КЗ с обрывом двух фаз. Максимальная амплитуда колебаний скорости генератора также наблюдается при двухфазном КЗ с обрывом двух фаз. Таким образом, можно сделать вывод, что сложные повреждения оказывают более существенное воздействие на изменение параметров генераторов и на величины дополнительных и пульсационных моментов в сравнении с несимметричными КЗ.

Таблица 1

	M_K , о.е.	ΔM_K , о.е.	Δn , об/мин	$n_{0,2}$, об/мин
Однофазное КЗ	1,05	0,178	0,03	3000,12
Однофазное КЗ с обрывом одной фазы	3,48	0,015	0,1	3000,8
Двухфазное КЗ	0,49	0,085	0,05	3000,55
Двухфазное КЗ с обрывом двух фаз	1,67	0,32	0,2	3001

В табл. 1 $n_{0,2}$ - значение скорости генератора в конце расчетного периода.

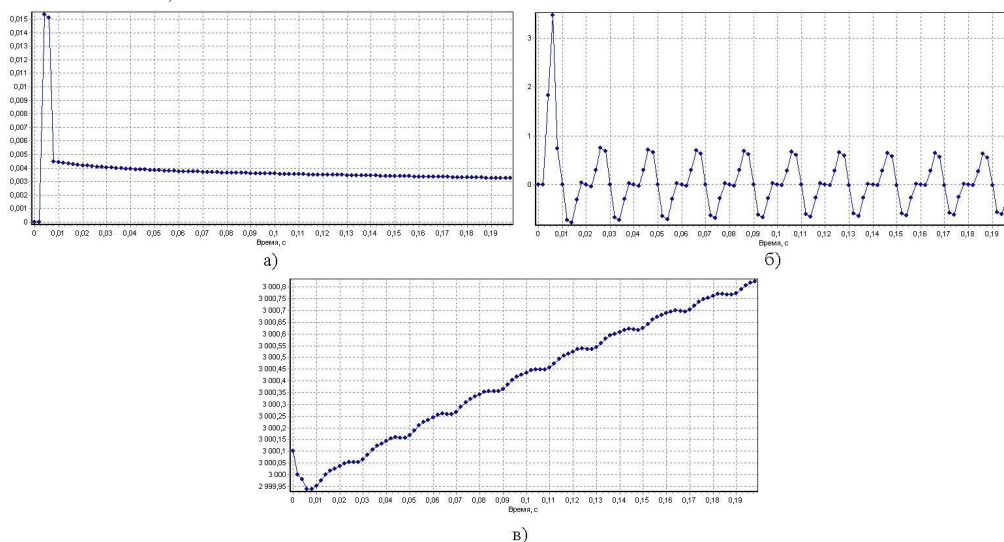


Рис. 1. Изменение дополнительного (а), пульсационного (б) моментов и скорости (в) ТГ-8 ЦЭС при однофазном КЗ с обрывом одной фазы

На рис. 1 приведены графики изменения дополнительного и пульсационного моментов, а также скорости генератора ТГ-8 ЦЭС. Из приведенных зависимостей видно, что наибольшее значение дополнительного и пульсационного моментов имеет место в начальные моменты переходного процесса. Скорость генератора при этом снижа-

ется. В последующие моменты наблюдается увеличение скорости генератора, причем процесс изменения скорости имеет колебательный характер. Изменение параметров генератора при других рассмотренных повреждениях имеет аналогичный характер.