

АНАЛИЗ СИСТЕМ ВОЗБУЖДЕНИЯ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ

¹А.А. Печагина, ²Н.М. Космынина
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, ¹группа 5АМ5Б

Согласно нормативным документам турбогенератор - это синхронный генератор, приводимый во вращение от паровой или газовой турбины [1,2].

Под возбуждением турбогенератора понимается питание постоянным током обмотки ротора, осуществляемое путем подачи напряжения с выводов обмотки якоря через трансформатор на полупроводниковый выпрямитель (система самовозбуждения) или от вспомогательного генератора, сочлененного с валом турбогенератора (система независимого возбуждения турбогенератора) [1,2].

В настоящее время турбогенераторы выпускаются следующими российскими предприятиями [3]:

- ОАО НПО «ЭЛСИБ» г. Новосибирск;
 - Ленинградское производственное электромашиностроительное объединение «Электросила» имени С.М. Кирова;
 - Лысьвенский турбогенераторный завод АО «Привод»;
 - Сибирский завод тяжелого электромашиностроения «Сибэлектротяжмаш» имени 60-летия Союза ССР, Новосибирск;
 - ОАО «Новая Сила», г. Санкт – Петербург, п/о Маталлострой;
- а также Харьковским ПО «Электротяжмаш».

В таблице 1 представлено описание систем возбуждения для турбогенераторов на основании материалов каталога электротехнической промышленности [3]:

Табл. 1. Описание систем возбуждения

Тип турбогенератора	Описание по каталогу системы возбуждения
ТВФ-110-2ЕУЗ	Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения
ТВФ-63-3600 УЗ	Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения
Турбогенераторы с воздушным охлаждением серии ТФ мощностью от 1,5 до 220 МВт ТФ(Х)-Х-Х(/Х) УЗ	50 МВт и выше - статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения; До 50 МВт от электромеханического возбудителя – синхронного генератора (электромашина)
ТВВ-1000-4УЗ	Бесщеточная система возбуждения
Турбогенераторы синхронные серии Т	Возбуждение осуществляется от бесщеточных возбудительных устройств серии

Тип турбогенератора	Описание по каталогу системы возбуждения
Т-Х-2У3	БВУГ(ТУ 16-515.219-80)
Турбогенераторы единой унифицированной серии ТВФ-63-2ЕУ3 ТВФ-110-2ЕУ3 ТВВ-160-2ЕУ3 ТВВ-220-2ЕУ3 ТВВ-320-2ЕУ3 ТВВ-500-2ЕУ3 ТВВ-800-2ЕУ3	Для турбогенераторов мощностью 63 и 110 – тиристорная система самовозбуждения Для турбогенераторов мощностью 160, 220, 320, 500 и 800 - тиристорная система независимого возбуждения и тиристорная система самовозбуждения
ТВВ-1200-2У3	Бесщеточный диодный возбудитель
ТВВ-1000-2У3	Бесщеточная
ТЗВ-220-2У3	Тиристорная система самовозбуждения, питаемая через понижающий трансформатор от статора турбогенератора
Турбогенератор типа ТЗВ мощностью от 63 до 1500 МВт с полным водяным охлаждением ТЗВ – Х – 2 У3 Х – 63, 110, 160, 220, 320, 400, 540, 645, 800, 1100, 1300, 1500	63, 110, 160, 220, 320, 400 – тиристорная система самовозбуждения, питаемая через понижающий трансформатор от статора турбогенератора; 540, 645, 800, 1100, 1300, 1500 – возбуждение осуществляется от тиристорного преобразователя, который питается от электромашиного возбудителя серии ВТ
ТП-12-2Х3	Возбуждение от электромашиного возбудителя.
Турбогенератор с жидкостным охлаждением серии ТВМ ТВМ – Х – 2 (Н) У3 Х-110, 160, 220, 320, 500	Тиристорная, выполненная по схеме самовозбуждения
Турбогенераторы серии ТГВ с водородно-водяным охлаждением мощностью от 200 до 500 МВт ТГВ – Х – Х (Х) Х3 ТГВ – 200 - 2М ТГВ – 220 – 2П ТГВ – 250 – 2П ТГВ – 320 – 2П ТГВ – 500 – 2 ТГВ – 500 – 4	Независимое с использованием синхронного генератора типа СТВ и тиристорного преобразователя возбуждение; самовозбуждение; Бесщеточная
ТВН-320-2У3	Тиристорная, выполненная по схеме самовозбуждения
ТФ-160-2У3 с воздушным	Статическая тиристорная система возбужде-

Тип турбогенератора	Описание по каталогу системы возбуждения
охлаждением	ния, выполненная по схеме самовозбуждения
ТВФ-63-2УЗ	Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения
Т – 6– 2УЗ, Т – 16– 2УЗ, Т – 25– 2УЗ	Для Т-6 и Т-25 – бесщеточная Для Т-16 – статическая тиристорная, выполненная по схеме самовозбуждения
ТФ-20 – 2УЗ, ТФ-32 – 2УЗ, ТФ-63 – 2УЗ	ТФ-63 – 2УЗ - Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения; ТФ-20 – 2УЗ, ТФ-32 – 2УЗ – Статическая тиристорная система возбуждения, выполненная по схеме самовозбуждения; бесщеточная

Систематизация данных представлена в таблице 2.

Табл. 2. Анализ систем возбуждения

Система возбуждения	% от общего количества турбогенераторов	Диапазон мощностей, МВт
Статическая тиристорная система возбуждения	64,47	50-1500
Бесщеточная	7,89	2-1200
Система независимого возбуждения	7,89	200-500
Электромашинная	19,75	1,5-50

Часть, из рассмотренных турбогенераторов, может иметь как статическую тиристорную, так и бесщеточную систему возбуждения. В первом случае процент от общего количества турбогенераторов возрастает с 64,47% до 72,36%; во втором случае этот процент увеличивается с 7,89% до 16,78%.

Из таблицы 2 можно сделать вывод, что наиболее распространенной является тиристорная система возбуждения. Данная система возбуждения обеспечивает питание автоматически регулируемым постоянным током обмотки возбуждения генераторов. Питание тиристорного преобразователя системы независимого возбуждения СТН осуществляется от независимого источника напряжения переменного тока (вспомогательного генератора). Питание тиристорного преобразователя системы самовозбуждения СТС осуществляется от шин генераторного напряжения через преобразовательный трансформатор.

Данные системы оснащены системой мониторинга тиристорных преобразователей, предназначенной для:

- измерения тока каждого тиристора;
- контроля состояния предохранителей
- измерения температуры тиристорov;

- контроля за распределением токов по одноименным плечам параллельных тиристорных мостов;
- измерения текущих параметров каждого тиристора мостовой схемы (температур каждого вентиля, напряжения на тиристоре, параметров импульсов управления) [4]

ЛИТЕРАТУРА:

1. Стандарт организации ОАО РАО "ЕЭС России" "Электроэнергетика. Термины и определения ", 2008 г.
2. ГОСТ 27471-87. Машины электрические вращающиеся. Термины и определения.
3. Указатель "Каталоги и справочники по электротехнике" 01.01.2010 г.
4. Рекус, Г.Г. Электрооборудование производств: Справ. пособие / Г.Г. Рекус.- М.: Высш. шк., 2007.-709 стр.: ил.

Научный руководитель: Н.М. Космынина, к.т.н., доцент, кафедра ЭЭС ЭНИН ТПУ.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАТУХАНИЯ АПЕРИОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА ТРЕХФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

¹В.В. Ярмонов, ²Н.М. Космынина
^{1,2}Томский политехнический университет
ЭНИН, ЭЭС, ¹группа 5АМ61

В настоящее время встает вопрос точного определения параметров тока короткого замыкания для обеспечения стабильности и экономичности электроэнергетической системы.

Короткое замыкание (КЗ) - это процесс замыкания одной или нескольких фаз между собой или же на землю. Одной из характеристик режима является ударный ток - максимальное значение полного тока КЗ [1].

Время (T_a), при котором ударный ток уменьшается в 2,72 раз, называется временем затухания апериодической слагаемой тока короткого замыкания.

Значения T_a зависят от результирующих активного и индуктивного сопротивлений схемы замещения энергосистемы. Последние, в свою очередь, определяются параметрами конкретной схемой соединения оборудования

В большом количестве литературных источников, например [2,3,4,5] , рекомендуется для расчета T_a (следовательно и K_u) пользоваться некоторыми усредненными значениями, представленными на рисунке 1