

- 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 аperiodической 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

Таблица 3.8. Значения постоянной времени затухания аperiodической составляющей тока КЗ и ударного коэффициента

Элементы или части энергосистемы	T_a, c	k_y
Турбогенераторы мощностью, МВт: 12–60	0,16–0,25	1,94–1,955
100–1000	0,4–0,54	1,975–1,98
Блоки, состоящие из турбогенератора мощностью 60 МВт и трансформатора (на стороне ВН), при номинальном напряжении генератора, кВ 6,3	0,2	1,95
10	0,15	1,935
Блоки, состоящие из турбогенератора и повышающего трансформатора, при мощности генераторов, МВт 100–200	0,26	1,965
300	0,32	1,97
500	0,35	1,973
800	0,3	1,967
Система, связанная со сборными шинами 6–10 кВ, где рассматривается КЗ, через трансформаторы мощностью, МВ·А в единице 80 и выше	0,06–0,15	1,85–1,935
32–80	0,05–0,1	1,82–1,904
5,6–32	0,02–0,05	1,6–1,82
Ветви, защищенные реактором с номинальным током, А 1000 и выше	0,23	1,956
630 и ниже	0,1	1,904
Распределительные сети напряжением 6–10 кВ	0,01	1,369

Рис. 1. Рекомендуемые значения T_a и K_y

В данной статье проанализированы расчеты T_a (следовательно и K_y) для режимов трехфазных коротких замыканий реальных фрагментов энергосистем и произведено их сравнение с рекомендуемыми.

В качестве объекта исследования была принята Назаровской ГРЭС (рисунок 2); упрощенная схема (объединение однотипного оборудования) – рисунок 3, и изображением рассмотренных мест повреждений; типы оборудования – таблица 1.

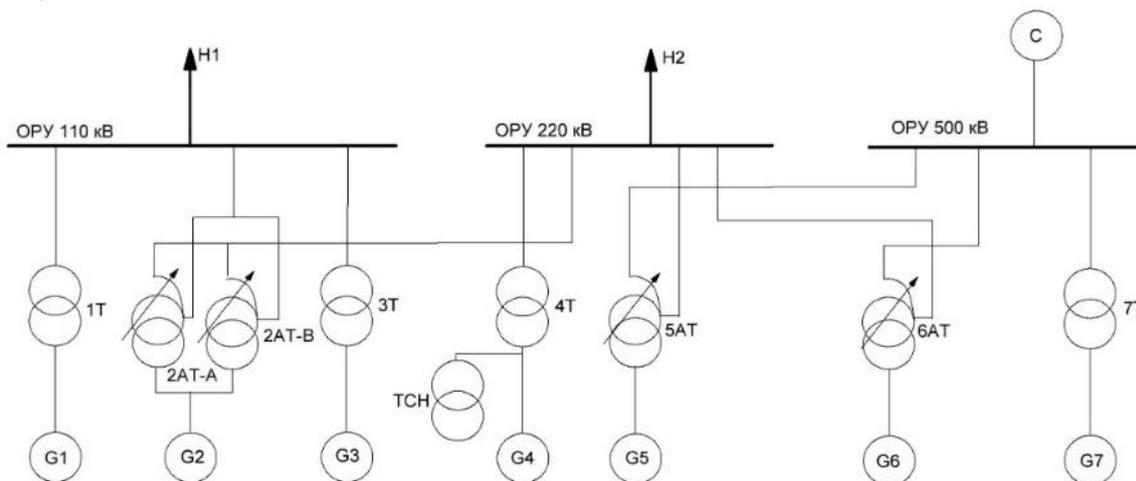


Рис. 2. Структурная схема Назаровской ГРЭС

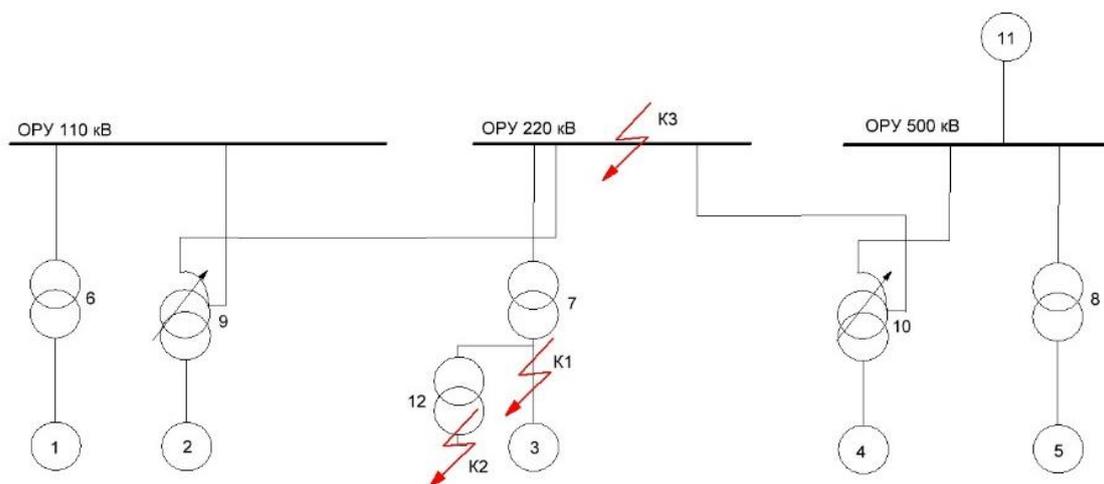


Рис. 3. Упрощенная структурная схема Назаровской ГРЭС.

Табл. 1. Типы оборудования Назаровской ГРЭС

№ на схеме	Обозначение на исходной схеме	Тип оборудования
1	G1, G3	ТВФ-165-2У3
2	G2	ТВФ-165-2У3
3	G4	ТВФ-165-2У3
4	G5, G6	ТВФ-165-2У3
5	G7	ТГВ-500-2У3
6	1Т,3Т	ТДЦН-200000/110
7	4Т	ТДЦ-200000/220
8	7Т	3хОРДЦ-210000/500
9	2АТ-А, 2АТ2-В	АТДЦТН-250000/220/110
10	5АТ, 6АТ	3хАОДЦТ-167000/500/220
11	С	Система
12	ТСН	ТДНС-16000/20

Расчет токов трехфазного короткого замыкания производился с использованием промышленной программы GTCUUR; параметры оборудования были приняты в соответствии с [6].

В таблице 2 приведены результаты расчета для одной точки короткого замыкания на выводах генератора G3.

Табл. 2. Анализ режима короткого замыкания на G3

Место замыкания	Элемент (табличное значение)	Рассматриваемая ветвь	Т _а , с (табличное значение)	Т _а , с (расчетное значение)
КЗ 1 Генератор 165 МВт	Турбогенератор мощностью 100-1000 МВт	1	0,4-0,54	0,183
		2		0,224
		3		0,408
		4		0,195
		5		0,555
	Блоки, состоящие из турбогенератора и по-	6	0,26	0,183
		7	0,32	0,119

Место замыкания	Элемент (табличное значение)	Рассматриваемая ветвь	T_a , с (табличное значение)	T_a , с (расчетное значение)
	вышающего трансформатора при различной мощности генераторов	8	0,35	0,555
		9		0,195
		10		0,0852
	Система, связанная со сборными шинами, где рассматривается КЗ, через трансформаторы мощностью 80 МВ*А и выше	11	0,06-0,15	0,0461

Проведя анализ полученных результатов, можно сделать вывод о том, что время затухания апериодической составляющей тока короткого замыкания T_a не совпадает с табличными данными для всего оборудования электростанции, за исключением генератора, на котором произвели замыкание.

Следовательно, рекомендуемые табличные данные T_a можно использовать только в случае рассмотрения повреждения на выводах генератора; причем в некотором частном случае: ток от генератора больше суммарного тока от остальных источников.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Готман, Владимир Иванович. Электромагнитные переходные процессы в электрических системах: учебное пособие для вузов / В. И. Готман; Томский политехнический университет (ТПУ). — Томск: Изд-во ТПУ, 2009. — 240 с.
2. Электрооборудование станций и подстанций : учебник для техникумов / Л. Д. Рожкова, В. С. Козулин. — 4-е изд., стер. — Екатеринбург: АТП, 2015. — 648 с.
3. Проектирование схем электроустановок : учебное пособие для вузов / Ю. Н. Балаков, М. Ш. Мисриханов, А. В. Шунтов. — 2-е изд., стер. — Москва: Изд-во МЭИ, 2006. — 288 с.
4. Электрооборудование электростанций и подстанций: примеры расчетов, задачи, справочные данные : практикум / Л. К. Карнеева, Л. Д. Рожкова. — Иваново: МЗЭТ ГОУ СПО ИЭК, 2006. — 224 с.
5. Пособие к курсовому и дипломному проектированию для электроэнергетических специальностей вузов : учебное пособие / В. М. Блок, Г. К. Обушев, Л. Б. Паперно и др.; под ред. В. М. Блок. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва: Высшая школа, 1990. — 384 с.

- б. Справочные материалы для курсового и дипломного проектирования: учебное пособие/ Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков: учебное пособие / Б. Н. Неклепаев, И. П. Крючков. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2014. — 607 с.

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

РАЗРАБОТКА ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ РЕЗИСТИВНЫХ ДЕЛИТЕЛЕЙ ЦИФРОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ НАПРЯЖЕНИЯ

В.Д. Лебедев, А.А. Яблоков

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

Инновационное развитие электроэнергетики направлено на создание интеллектуальной электроэнергетической системы с активно-адаптивной сетью. Ключевым компонентом активно-адаптивной сети являются подстанции, основанные на интегрированных цифровых системах измерения параметров электроэнергии, управления высоковольтным оборудованием, релейной защиты и автоматики, которые получили название цифровых.

Управление оборудованием и режимами работы цифровой подстанции основано на первичных данных, поступающих от измерительных трансформаторов тока и напряжения.

В настоящее время для использования на цифровой подстанции разработаны и внедряются в опытную эксплуатацию трансформаторы тока, работающие на магнитооптическом эффекте Фарадея. Однако задача создания трансформаторов напряжения на оптическом эффекте (эффекте Погкельса) широкого промышленного применения остается нерешенной. В работах [1,2] отмечается, что выходной сигнал оптических трансформаторов подвержен влиянию внешних факторов, таких как температура, вибрация и давление, что отрицательно сказывается на погрешности измерений. Кроме того, значительное влияние на погрешность измерения оказывает электрическое поле токоведущих элементов соседних фаз и другого оборудования [3]. Мероприятия по компенсации влияния данных факторов на погрешность измерения трудно реализуемы технически и ведут к удорожанию оптических трансформаторов [4].

На цифровой подстанции могут применяться традиционные электромагнитные трансформаторы напряжения совместно с измерительным объединяющим устройством, выполняющим преобразование аналогового сигнала в цифровой и его передачу в соответствии с протоколом IEC 61850-9.2LE. Однако, это не решает проблем самих электромагнитных трансформаторов напряжения, ведет к удорожанию реконструкции и необходимости размещения дополнительного оборудования на территории открытого распределительного устройства. Так, большинство электромагнитных трансформаторов напряжения является маслонеполненными, а, соответственно, взрыво- и пожароопасными, они имеют недостаточный частотный диапазон измерений, что накладывает неко-