

2745/2-74

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



Ц 76

Г-555

13 - 7891

В.Г.Глущенко, Р.С.Семина

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ
СИЛОВОГО БЛОКА СЕРИИ КВТМС-Т
И ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА
ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

13 - 7891

В.Г.Глущенко, Р.С.Семина

ИССЛЕДОВАНИЕ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМОВ
СИЛОВОГО БЛОКА СЕРИИ КВТМС-Т
И ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА
ОТ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Для каналов транспортировки заряженных частиц требуется значительное количество электромагнитов и магнитных линз, получающих электропитание от автономных стабилизированных источников постоянного тока.

В последние годы на смену вращающимся электромашинным преобразователям приходят силовые блоки серии КВТМС-Т стабилизированных кремниевых выпрямителей с последовательным регулирующим дросселем насыщения /1/; /2/.

В настоящей работе рассматриваются результаты экспериментальных исследований аварийных режимов КВТМС-Т, возникающих при двух- и трехфазных коротких замыканиях на стороне 6 кВ между дросселем насыщения и трансформатором, а также при повреждении диодов выпрямительных мостов; описываются защитные устройства, выполненные на основе этих исследований.

1. РЕЖИМЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

На рис. 1 представлена упрощенная принципиальная схема КВТМС-Т, на которой показан только один из четырех последовательно-параллельно соединенных выпрямительных мостов КВ, показаны защитные устройства, предотвращающие развитие коротких замыканий в блоке, и места подключения измерительных приборов.

Эксперименты проводились при работе КВТМС-Т в следующих режимах:

1. При нормальной работе блока КВТМС-Т без повреждений.

2. При трехфазном коротком замыкании между дросселем насыщения и трансформатором. Короткое замыкание осуществлялось между точками X; Y; Z /рис. 1/.

3. При двухфазном коротком замыкании между дросселем насыщения и трансформатором в точках Y; Z /рис. 1/.

4. При обратном зажигании одного диода выпрямительного моста.

5. При обрыве одного или двух диодов анодной или катодной группы выпрямительного моста.

В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ блоки КВТМС-Т работают в двух режимах: статическом и циклическом.

Для экспериментов в качестве нагрузок были подобраны электромагнит и линзы с такими параметрами, которые позволили осуществить как статический, так и циклический режимы работы и охватывали весь диапазон эксплуатируемых нагрузок. Результаты измерений приведены в таблицах 1 и 2.

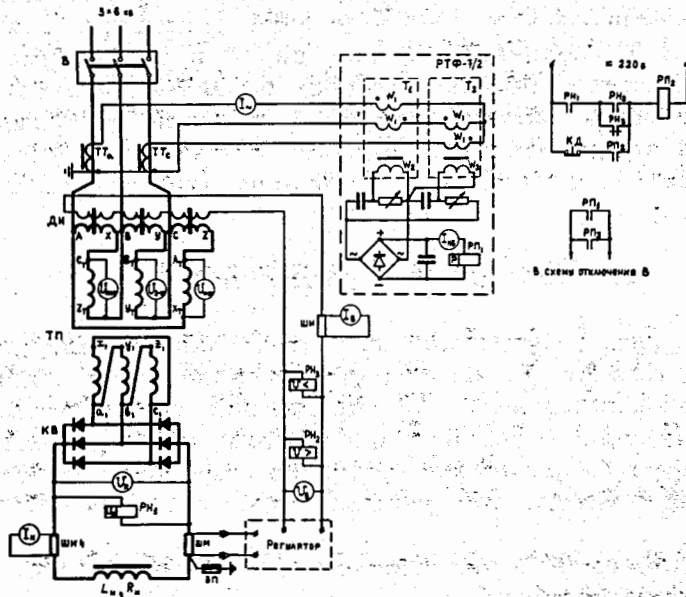


Рис. 1

РЕЖИМ РАБОТЫ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ИЗМЕРЯЕМАЯ ВЕЛИЧИНА	НОРМАЛЬНАЯ РАБОТА				ТРЕХФАЗНОЕ К.З.		ДВУХФАЗНОЕ К.З. МЕЖДУ ФАЗАМИ К И З	
	СТАТИКА		ЦИКЛ		СТАТИКА	СТАТИКА	ЦИКЛ	
	$I_{\text{в}}$, А	0	4	6	0-8	0	0	3
$I_{\text{н}}$, А	~0	25	37	0-40	22	22	38	22-43
$U_{\text{нагр}}$, В	15	25	133	0-290	200	115	135	118-170
$I_{\text{н}}$, А	120	160	1092	120-1080	1650	940	1080	940-1100
$I_{\text{повр}}$, А	—	—	—	—	27	17,1	28,4	29
$I_{\text{ме}}$, МА	~0	80	125	175	200	625	800	680-825
$U_{\text{ж-в}}$, В	530	2040	2620	5060	3520	0	1840	0-4460
$U_{\text{ж-к}}$, В	510	2040	2630	5280	3520	3080	2560	3060-2000
$U_{\text{ж-ж}}$, В	465	2000	2560	5280	3540	3080	3760	3060-4950

ТАБЛИЦА 1: Результаты измерений при работе КВТМС-Т ($S_{\text{ном}}=560 \text{ кВА}$) на магнит ССР-40 ($I_{\text{ном}}=1100 \text{ А}$, $L=1,91 \text{ Гн}$, $R=0,1344 \text{ Ом}$)

РЕЖИМ РАБОТЫ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ ИЗМЕРЯЕМАЯ ВЕЛИЧИНА	НОРМАЛЬНАЯ РАБОТА				ТРЕХФАЗНОЕ К.З.		ДВУХФАЗНОЕ К.З. МЕЖДУ ФАЗАМИ К И З			
	СТАТИКА		ЦИКЛ		СТАТИКА	СТАТИКА	ЦИКЛ			
	$I_{\text{в}}$, А	5	7	0-8	0	13	0-13	0	5	12
$I_{\text{н}}$, А	30	43	—	24	53	23-53	~0	38	52	0-52
$U_{\text{н}}$, В	155	212	—	200	200	200	115	190	215	115-215
$I_{\text{н}}$, А	930	1240	120-1220	1180	1180	1180	680	980	1240	680-1240
$I_{\text{повр}}$, МА	100	150	0-160	150	150	150-200	475	550	1180	475-700
$U_{\text{ж-в}}$, В	3000	4050	0-4480	3520	3480	3520-3480	0	3960	5150	0-5120
$U_{\text{ж-к}}$, В	3020	4120	0-4520	3520	3500	3520-3480	3060	2000	2060	3060-1920
$U_{\text{ж-ж}}$, В	2820	3970	0-4520	3730	3520	3530-3520	3060	4760	5250	3060-5250

ТАБЛИЦА 2: Результаты измерений при работе КВТМС-Т ($S_{\text{ном}}=580 \text{ кВА}$) на две последовательно включенные линзы типа МЛ-17 ($I_{\text{ном}}=1280 \text{ А}$, $L=0,077 \text{ Гн}$, $R=0,074 \text{ Ом}$)

2. ВЫВОДЫ

Исследования работы КВТМС-Т в режимах коротких замыканий на стороне 6 кВ между дросселем насыщения и трансформатором показали следующее:

1. Ток в месте двухфазного и трехфазного короткого замыкания достигает $/20 \div 40/ \text{ А}$, при этом ток питания блока КВТМС-Т не превышает номинальной величины, поэтому типовая максимальная защита токов прямой последовательности от этих повреждений не годится.

2. В режиме двухфазного короткого замыкания резко увеличивается несимметричность фазных токов, питающих блок КВТМС-Т.

3. При трехфазном коротком замыкании первичные обмотки блока КВТМС-Т, нормально соединенные в треугольник, оказываются соединенными в звезду. Первичная обмотка трансформатора в этом случае запитывается неизменным фазным напряжением сети питания.

4. Магниты и линзы, у которых номинальное напряжение ниже 200 В, в режиме трехфазного короткого замыкания перегружаются в 1,5 ÷ 2 раза, в то время как ток питания КВТМС-Т не превышает номинальной величины.

5. Устройство КВТМС-Т при нормальной работе без повреждений имеет определенную асимметрию.

6. При повреждении диодов /обратные зажигания, обрывы/ выпрямительного моста появляется асимметрия фазных токов, питающих устройство КВТМС-Т. Асимметрия фазных токов увеличивается по мере подмагничивания дросселя насыщения.

3. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ УСТРОЙСТВА

На основе исследований были разработаны защитные устройства блока КВТМС-Т от коротких замыканий.

Защита от двухфазных коротких замыканий на стороне 6 кВ между дросселем насыщения и трансформатором реагирует на увеличение тока небаланса $I_{\text{нб}}$ на выходе фильтра токов обратной последовательности /3/. Для защиты применили реле типа РТФ-7/2, включив его на трансформаторы тока стороны 6 кВ питания блока КВТМС-Т, как это изображено на рис. 1. Величины тока небаланса в нормальном и аварийном режимах работы КВТМС-Т показаны в таблицах 1 и 2. Уставка срабатывания реле РТФ-7/2 выбрана равной 425 мА. При повреждении диодов выпрямительных мостов напряжение нагрузки КВТМС-Т снижается, причем система регулирования автоматически подмагничивает дроссель насыщения. Ток небаланса реле РТФ увеличивается до 525 мА. Принцип действия защиты от трехфазных коротких замыканий на стороне 6 кВ между дросселем насыщения и трансформатором основан на использовании того обстоятельства, что в случае трехфазного короткого замыкания устанавливается неизменная величина напряжения нагрузки $U_{\text{н}}$,

равная 200 В, соответствующая фазному напряжению сети питания КВТМС-Т, при этом система регулирования КВТМС-Т изменяет выходное напряжение регулятора $U_{\text{в.р.}}$ либо до нуля, либо до максимально возможной величины, равной 300 В. При нормальной работе КВТМС-Т рабочей уставке тока нагрузки соответствуют определенные величины $U_{\text{н}}$ и $U_{\text{в.р.}}$. В случае трехфазного короткого замыкания $U_{\text{н}} = 200$ В, и если $U_{\text{н}}$ при нормальной работе КВТМС-Т меньше 200 В, ток нагрузки возрастет. Система регулирования КВТМС-Т будет стремиться поддержать рабочий режим тока нагрузки, в связи с чем $U_{\text{в.р.}}$ изменится до нуля.

Если $U_{\text{н}}$ при нормальной работе КВТМС-Т больше 200 В, то при трехфазном коротком замыкании ток нагрузки снизится, и система регулирования изменит $U_{\text{в.р.}}$ до 300 В. Защита от трехфазных коротких замыканий выполняется при помощи реле РН₁; РН₂; РН₃, как показано на рис. 1.

Параметры срабатывания реле равны: РН₁ = 200 В; РН₂ = 300 В; РН₃ = 0 В. В зону действия защит как при двухфазных, так и при трехфазных коротких замыканиях входят:

- 1/ кабели, соединяющие дроссель насыщения с трансформатором;
- 2/ Обмотки дросселя насыщения;
- 3/ обмотки трансформатора;
- 4/ выпрямительные мосты.

Защиты воздействуют:

- 1/ на отключение питания блока КВТМС-Т;
- 2/ на световую и звуковую сигнализацию.

Литература

1. Л.Ф.Алексеев, Б.Б.Гальперин, Н.И.Кисин и др. Стабилизированные источники питания постоянного и переменного тока. В сборнике "Автоматическое регулирование и управление в энергосистемах". Труды ВЭИ, вып. 81, Энергия, 1972.

2. Ю.Г.Толстов, Г.П.Мостикова, Ф.И.Ковалев. Силовые полупроводниковые выпрямители, управляемые дросселями насыщения. Наука, Москва, 1968.
3. М.А.Беркович, В.А.Семенов. Основы техники и эксплуатации релейной защиты. Энергия, Москва, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел
23 апреля 1974 года.