

$$\sum_{j=1}^m \gamma_{ij} \delta I_j'' = 1/6 F_i, i = 1, \dots, n,$$

предложенной в работе [5].

При такой организации пункта 3 работа нашего алгоритма потребует выполнения только m расчетов режимов.

В заключение проанализируем работу предлагаемого алгоритма с точки зрения погрешности.

Очевидно, если результаты работы данного алгоритма и будут содержать некоторую погрешность, то причины ее следует искать в выполнении пункта 3-го. В этом случае мы используем для вычисления конечных приращений формулу дифференциала. Безусловно, данное обстоятельство может послужить причиной некоторой погрешности в расчете Y_i . Однако это еще не значит, что указанная погрешность может существенно повлиять на выбор ИРМ, мощность которого следует округлять до стандартного значения в текущем шаге вычислительного процесса.

Кроме того, при необходимости выполнения пункта 3-го можно построить на использовании точных формул с привлечением производных более высокого порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Поспелов Г.Е., Сыч Н.М., Федин В.Т. Компенсирующие и регулирующие устройства в электрических системах. — Л., 1983. — 112 с.
2. Федоровский Г.К., Федорова Т.А. Обобщенное условие оптимального размещения источников реактивной мощности в питающих сетях // Изв. вузов. Энергетика. — 1983. — № 3. — С. 8.
3. Федоровский Г.К., Федорова Т.А. Рациональная форма обобщенного условия оптимального распределения реактивной нагрузки // Изв. вузов. Энергетика. — 1983. — № 6. № 3551-83 Деп.
4. Федоровский Г.К., Федорова Т.А. Вычисление производных $\partial \Delta P / \partial I_i'$ и $\partial \Delta Q / \partial I_i'$ в задаче оптимального размещения источников реактивной мощности // Изв. вузов. Энергетика. — 1983. — № 9. № 3552-83 Деп.
5. Федорова Т.А. Методика вычисления оптимизирующих приращений при решении задачи оптимального размещения ИРМ в питающих сетях // Изв. вузов. Энергетика. — 1983. — № 9. № 3553-83 Деп.
6. Федорова Т.А. Учет взаимного влияния источников реактивной мощности при решении задачи их размещения в питающих сетях // Изв. вузов. Энергетика. — 1983. — № 6. № 3554-83 Деп.

УДК 621.315

Т.Н.СТРЕЛОВА (БПИ)

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНО-СЕКЦИОНИРОВАННОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ НА УРОВНИ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ

Современное развитие электроэнергетических систем характеризуется ростом токов короткого замыкания (ТКЗ). Это нежелательное явление следует как можно более ограничивать.

Рекомендуемые в настоящее время мероприятия по ограничению ТКЗ и снижению последствий, связанных с их действием, можно разделить на три направления:

- применение выключателей с повышенной отключающей способностью;
- секционирование сетей и автоматическое опережающее деление их;
- ограничение ТКЗ путем установки реакторов и трансформаторов с расщепленной обмоткой.

Для объединения энергосистем используются асинхронизированные синхронные электромагнитные преобразователи частоты (АС ЭМПЧ), выполняемые в виде двух асинхронизированных синхронных машин (АСМ), роторы которых жестко соединены между собой механически одним общим валом.

В соответствии с [1, 2] технически и экономически перспективным представляется использование АС ЭМПЧ непосредственно на электрических станциях. Сборные шины самых мощных электростанций секционируются на электрически несвязанные части. Короткие замыкания и другие возмущения через АС ЭМПЧ не передаются, а локализируются в рамках возмущенной энергосистемы [3].

Обладая перечисленными техническими достоинствами, электромагнитное секционирование станции, с точки зрения снижения уровней ТКЗ, в сети высшего и среднего напряжения может быть наиболее перспективно по сравнению с существующим секционированием.

В данной работе поставлена задача количественной оценки влияния электростанции с АС ЭМПЧ на значения ТКЗ при симметричных и несимметричных КЗ. Для расчета ТКЗ на ЭВМ использованы обычные математические методы с учетом известных допущений, среди которых одним из основных считается пренебрежение электромагнитными переходными процессами в статорных и роторных контурах синхронных и асинхронных машин для линейной модели электрической сети (табл. 1). Несимметричные короткие замыкания исследованы методом симметричных составляющих. Решение осуществлялось по программе V-IV-28, разработанной в Институте электродинамики АН УССР.

Исследования проведены для схемы, изображенной на рис. 1. Она охватывает 27 узлов, 35 ветвей, содержит шесть генерирующих станций.

Для повышения управляемости электростанции (ЭС) и улучшения режимных характеристик ее работы в установившихся и переходных процессах, например на ЭС1, установлено устройство АС ЭМПЧ, состоящее из двух асинхронизированных синхронных машин или асинхронизированных синхронных турбогенераторов (АСТГ) на общем валу с одной турбиной. Статоры АСТГ подключены к шинам станции через трансформаторы. Номинальная мощность каждого АСТГ принималась равной мощности турбины, т. е. 800 МВт.

На рис. 2 представлена схема электромагнитного секционирования устройством АС ЭМПЧ шин 330 и 750 кВ ЭС 1; на рис. 3 – схема электромагнитного секционирования устройством АС ЭМПЧ шин 750 кВ. Рассмотрены варианты схем при параллельной работе также двух АС ЭМПЧ.

На ЭС 1 при КЗ на шинах 750 кВ для схемы рис. 2 ТКЗ на 14 % ниже токов для схемы рис. 1, потому что подпитка точки КЗ генераторами шин 330 кВ отсутствует, а подпитка через внешнюю сеть мала. При подключении на параллельную работу второго АС ЭМПЧ положительного эффекта не наблюдается из-за подпитки места КЗ токами АСТГ АС ЭМПЧ. При электромагнитном секционировании шин 750 кВ ЭС 1 уровень токов КЗ снижается на 18–65 %, так как шины напряжением 750 кВ делятся на две электрически несвязанные секции. При КЗ на I секции шин 750 кВ отсутствует подпитка со стороны

Результаты расчетов ТКЗ

Место короткого замыкания	Вид короткого замыкания	Исходная схема исследуемой ОЭС	Секционирование шин ЭС 1			
			330 и 750 кВ		750 кВ	
			одно устройство АС ЭМПЧ	два устройства АС ЭМПЧ	одно устройство АС ЭМПЧ	два устройства АС ЭМПЧ
К-1	$I_K^{(3)}$, кА	15,505	13,335	15,538		
	$I_K^{(1,1)}$, кА	18,973	17,014	19,92		
К-1'	$I_K^{(3)}$, кА				12,683	12,681
	$I_K^{(1,1)}$, кА				15,316	15,313
К-1''	$I_K^{(3)}$, кА				5,329	7,531
	$I_K^{(1,1)}$, кА				6,867	9,771
К-2	$I_K^{(3)}$, кА	8,008	7,755	8,261	7,249	7,249
	$I_K^{(1,1)}$, кА	7,687	7,583	7,942	7,01	7,008
К-3	$I_K^{(3)}$, кА	6,148	6,152	6,365	5,761	5,76
	$I_K^{(1,1)}$, кА	5,975	6,000	6,179	5,632	5,631
К-4	$I_K^{(3)}$, кА	6,906	6,644	7,09	4,048	5,012
	$I_K^{(1,1)}$, кА	6,464	6,276	6,651	4,091	4,929
К-5	$I_K^{(3)}$, кА	6,368	6,233	6,586	4,104	4,949
	$I_K^{(1,1)}$, кА	6,007	5,929	6,202	4,215	4,912
К-6	I_K , кА	31,768	18,983	18,989	29,576	29,571
	$I_K^{(1,1)}$, кА	35,92	23,046	23,05	33,596	33,588

II секции, но значительна подпитка генераторов шин 330 кВ. При КЗ на II секции шин 750 кВ точку КЗ подпитывают только АСТГ и синхронный турбогенератор (СТГ) этой секции.

Включение на параллельную работу второго АС ЭМПЧ не изменяет число машин, питающих точку короткого замыкания, а на II секции наблюдается даже увеличение ТКЗ благодаря влиянию АСТГ второго АС ЭМПЧ.

Как видно из полученных результатов, при КЗ на шинах 330 кВ ЭС 1 секционирование устройством АС ЭМПЧ шин 750 кВ и 330 кВ снижает ТКЗ на 40 %, так как подпитка места повреждения СТГ и АСТГ шин 750кВ осуществляется только через внешнюю сеть и за счет значительной длины линий ослабевает. Установка второго АС ЭМПЧ дает тот же эффект, так как число электрических машин, непосредственно питающих точку КЗ, не изменяется.

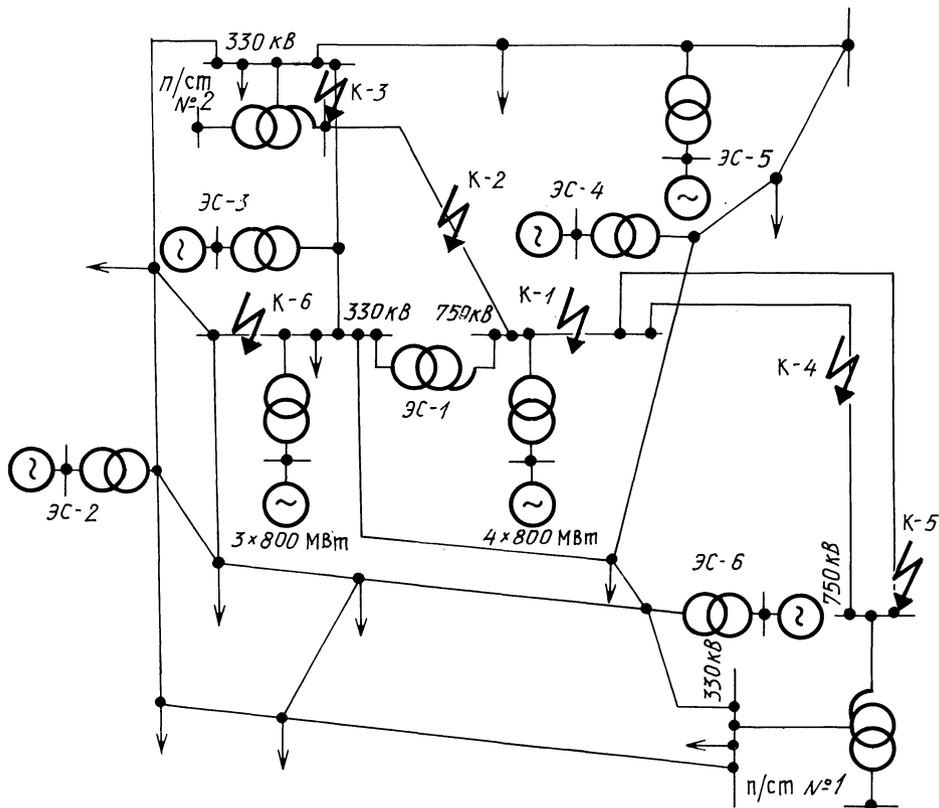


Рис. 1. Схема исследуемой ОЭС.

Секционирование шин 750 кВ устройством АС ЭМПЧ дает снижение ТКЗ на шинах 330 кВ всего на 7% благодаря электрической связи через автотрансформатор с I секцией шин 750 кВ. Включение второго АС ЭМПЧ не изменяет генерирующей мощности на секции.

Из результатов расчета уровней ТКЗ на линиях 750 кВ, связывающих ЭС 1 с подстанциями № 2 и № 1, видно, что применение схемы на рис. 2 снижает ТКЗ на 3–4%, так как энергетическая связь через вал АС ЭМПЧ лишает места повреждения подпитки от СТГ и АСТГ шин 330 кВ, но АСТГ шин 750 кВ, питающая точку КЗ, значительно уменьшают этот эффект. Включение второго АС ЭМПЧ даже несколько увеличивает ТКЗ, так как увеличивается генерирующая мощность на шинах 750 кВ. Схема рис. 3 при КЗ на линии 750 кВ до подстанции № 2 уменьшает ТКЗ на 10%, так как подпитка места повреждения генераторами II секции шин 750 кВ отсутствует. Второе устройство АС ЭМПЧ не изменяет количество машин, питающих точку КЗ.

Электромагнитное секционирование шин 750 кВ станции уменьшает значение тока короткого замыкания в линии 750 кВ до подстанции № 1 на 40%, так как точку КЗ питают только СТГ и АСТГ II секции шин 750 кВ. Установ-

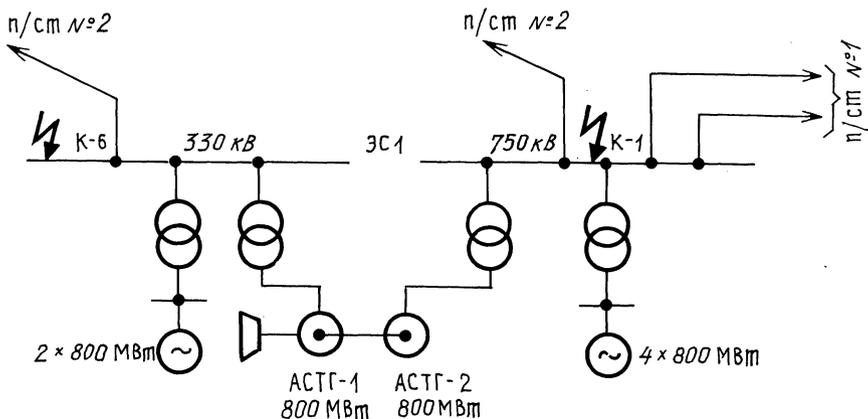


Рис. 2. Схема электромагнитного секционирования устройством АС ЭМП4 шин 330, 750 кВ станции.

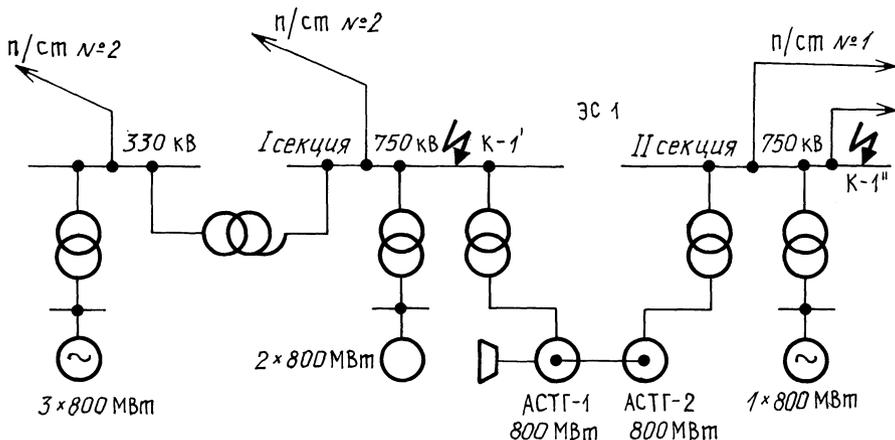


Рис. 3. Схема электромагнитного секционирования устройством АС ЭМП4 шин 750 кВ станции.

ка второго АС ЭМПЧ даже увеличивает ТКЗ вследствие подпитки точки КЗ АСТГ этого преобразователя.

На шинах 750 кВ подстанции № 2 секционирование станции при напряжении 330, 750 кВ не изменяет ток КЗ, а подключение второго АС ЭМПЧ незначительно увеличивает его в месте повреждения, так как велика подпитка от АСТГ самих преобразователей. Секционирование же шин 750 кВ станции уменьшает уровень ТКЗ на 7% из-за отсутствия электрической связи секций I и II шин 750 кВ.

Для шин 750 кВ подстанции № 1 применение схемы рис. 2 и включение второго АС ЭМПЧ не дают заметного эффекта, так как увеличивается подпитка от АСТГ самих преобразователей, которая компенсирует отсутствие связи с генераторами шин 330 кВ. При секционировании станции на напряжении

750 кВ ТКЗ уменьшается на 35 %, отсутствует электрическая связь с I секцией шин 750 кВ и с генераторами шин 330 кВ. Включение на параллельную работу второго АС ЭМПЧ снижает ТКЗ на 23 %, так как значительна подпитка места повреждения АСТГ этого преобразователя.

В результате можно сделать ряд выводов.

1. Установка устройства АС ЭМПЧ для снижения уровней ТКЗ в сети высшего и среднего напряжения непосредственно на станции целесообразна.

2. Эффективность применения АС ЭМПЧ тем выше, чем повреждение ближе расположено к месту секционирования.

3. Электромагнитное секционирование шин 330, 750 кВ ЭС 1 на 40 % уменьшает ТКЗ на шинах 330 кВ.

4. Электромагнитное секционирование шин 750 на 65 % снижает ТКЗ на шинах 750 кВ.

5. С удалением точки КЗ эффект заметно либо ослабевает, либо исчезает вовсе.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. с. 904097 (СССР). Устройство для связи и регулирования двух энергосистем / Е.В.Калентионок, Г.Е.Поспелов. – Оpubл. в Б. И., 1982, № 5. 2. К р и в у ш к и н Л.Ф., Ч е в ы ч е л о в В.А. О целесообразной области применения асинхронизированных турбогенераторов // Электр. станции, 1983. – № 10. – С. 38–41. 3. З е л е н о х а т Н.И. Создание гибких связей для объединения электроэнергетических систем // Изв. вузов. Энергетика. – 1981. – № 1. – С. 3–8.