

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ ТРЕХФАЗНОГО КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ НА ГЕНЕРАТОРНОМ НАПРЯЖЕНИИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ КОНФИГУРАЦИЯХ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ 110 кВ

**Ионова Ю.В., Чиркова Ю.А.
Научный руководитель- доцент Кондрашова Ю.Н.**

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

На промышленных предприятиях четко прослеживается зависимость режима работы металлургического производства и обработки металла от режима работы системы электроснабжения. Характерным примером являются предприятия черной металлургии, короткое замыкание на которых приводит к расстройству технологического процесса, что вызывает значительный материальный ущерб.

Наличие собственных электрических станций и сетей малой протяженности приводит к большим величинам токов короткого замыкания; кроме того, наблюдается зависимость режима по напряжению от энергосистемы, что объясняется неполным использованием на электростанциях возможности регулирования реактивной мощности в связи с большой загруженностью генераторов по активной мощности, а также малой задействованностью синхронных компенсаторов и батарей статических конденсаторов в производственных цехах. В связи с этим является актуальным исследование режимов трехфазных коротких замыканий (ТКЗ) на напряжении 3-6-10 кВ особенно на генераторных шинах собственных электростанций, входящих в состав системы электроснабжения (СЭС) промышленного предприятия, которые содержат большое количество мощных синхронных и асинхронных двигателей, предназначенных для собственных нужд электростанций.

В качестве примера была рассмотрена система электроснабжения ОАО «Магнитогорского металлургического комбината» (СЭС ОАО «ММК»). СЭС ОАО «ММК» – одна из крупнейших и подход к ней не может быть аналогичен подходу к прочим СЭС или к энергосистемам, т.к. данная СЭС по своим свойствам является промежуточным звеном между ними с присущими ей характерными особенностями. Для реализации ремонтных режимов в СЭС ОАО «ММК» предусматривается глубокое резервирование, что способствует малой нагрузке оборудования. Наличие источников электрической энергии большой мощности при этом обеспечивает сохранение уровней напряжения в ремонтных режимах. В целом это дает возможность проводить ремонтные работы без нарушения технологического процесса производственных цехов при коротких замыканиях. Работа СЭС при параллельной работе подстанций связи с энергосистемой характеризуется наибольшим уровнем устойчивости системы, но снижение напряжения на любой подстанции связи приводит к снижению напряжения во всех узлах. Таким образом, одной из главных задач является исследование влияния структуры и конфигурации сети 110-220 кВ на устойчивость работы системы. Частным случаем, было проведено исследование структуры конфигурации электрической сети 110-220 кВ на устойчивость генераторов собственных электростанций при возникновении трехфазных коротких замыканий.

Поскольку она имеет сложнзамкнутую конфигурацию электрической сети, то возможно большое количество оперативных состояний, каждое из которых будет характеризоваться различным распределением потоков мощностей в

автотрансформаторах и линиях электропередач и различной степенью динамической устойчивости.

Существующая схема СЭС ОАО «ММК» содержит следующие электростанции: теплоэлектроцентраль (ТЭЦ), центральную электрическую станцию (ЦЭС), паровоздуховную электростанцию (ПВЭС-1,2), которые связаны узловыми подстанциями (ПС 30, ПС 60, ПС 90, ПС 77, ПС 86) на напряжении 110-220 кВ.

В работе рассмотрены следующие варианты:

Вариант 1. Кольцо 110 кВ разомкнуто в двух точках: отключена ВЛ ТЭЦ-ЦЭС со стороны ЦЭС (ПС 64 питается от ТЭЦ) и отключена ВЛ ПС 90-ПС 60 со стороны ПС 90 (ПС 88 питается с шин ПС 60).

Вариант 2. Кольцо 110 кВ замкнуто.

Вариант 3. Кольцо 110 кВ разомкнуто путём отключения шиносоединительных выключателей (ШСВ) на секциях сборных шин 110 кВ на ТЭЦ, ЦЭС, ПС 60, ПС 30, ПС 77, ПС 90. Образуется два параллельных кольца.

Вариант 4. Кольцо 110 кВ разомкнуто путём отключения ШСВ на секциях сборных шин 110 кВ на ТЭЦ, ЦЭС, ПС 60, ПС 30, ПС 77, ПС 90, а также разомкнуто в двух точках: отключена ВЛ ТЭЦ-ЦЭС со стороны ЦЭС (ПС 64 питается от ТЭЦ) и отключена ВЛ ПС 90-ПС 60 со стороны ПС 90 (ПС 88 питается с шин ПС 60).

В таблице 1 представлены результаты расчетов трехфазных коротких замыканий на шинах генераторного напряжения ПВЭС-2, которая содержит четыре турбогенератора ТГ-1 (30 МВт), ТГ-2 (30 МВт), ТГ-3 (12 МВт), ТГ-4 (30 МВт).

Таблица 1

Результаты расчетов переходных процессов при ТКЗ на сборных шинах 6 кВ ПВЭС-2 (подстанция 25).

Варианты	Максимальный угол отклонения ротора генератора ТГ-1	Предельное время отключения, с	Ток ТКЗ, кА	Остаточное напряжение на шинах 110 кВ, кВ	
				с. ш. ТЭЦ	с. ш. ЦЭС
Вариант 1	118°	0,4	34,72	81,75	124,4
Вариант 2	120°	0,4	34,52	120,57	121,04
Вариант 3	125°	0,4	30,52	119,5	120,15
Вариант 4	118°	0,4	32,26	70,8	123,1

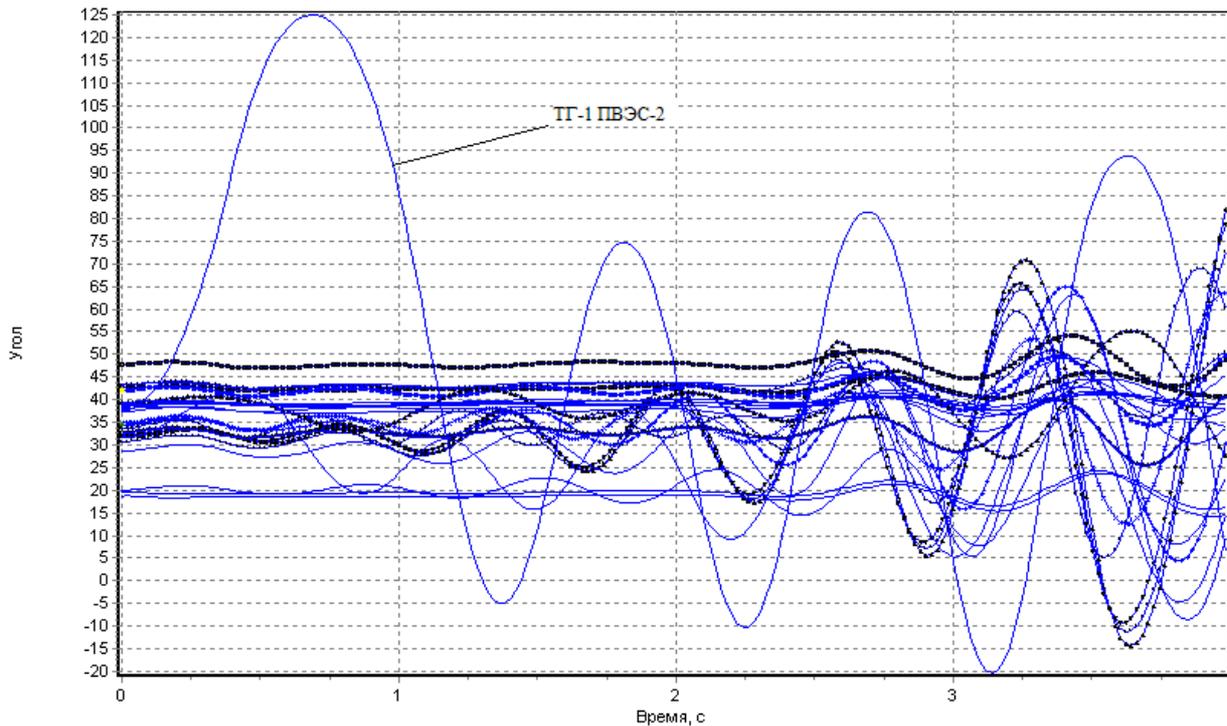


Рис.1. Собственные углы роторов генераторов при ТКЗ на сборных шинах 6 кВ ПВЭС-2 (Вариант 3).

Результаты исследования ТКЗ на шинах генераторного напряжения 3-6-10 кВ электростанций показали, что конфигурация сети 110 кВ не влияет на предельное время отключения короткого замыкания. Фактическое время действия релейной защиты на шинах 10 кВ составляет 0,5 с, результаты показывают, что предельное время отключения короткого замыкания составляет 0,4-0,5 с, исключение составляет ПС № 87 ТГ-3 (0,6 с). Максимальные значения периодической составляющей токов короткого замыкания в начальный момент времени соответствуют режимам КЗ на 1 с.ш. ГРУ-10,5 кВ ТЭЦ (86,29 кА) и на 2 с.ш. ГРУ-10,5 кВ ЦЭС (41,57 кА), что обусловлено наличием крупных синхронных двигателей питательных электронасосов мощностью 4 МВт на ТЭЦ и близостью ЦЭС и ПВЭС-2 к энергосистеме, а также значительной суммарной мощностью генераторов. Из табл.1 видно, что угол отклонения ротора генератора ТГ-1 достигает максимального значения 125° при варианте 3, а варианты 1 и 4 минимального значения - 118° при этом токи трехфазного короткого замыкания отличаются незначительно на 2-5 кА. Поэтому критерием предпочтения в конфигурации электрической сети при ТКЗ на шинах 6 кВ является наибольшие значения остаточных напряжений на шинах 110 кВ соответствующих вариантам замкнутого кольца (вариант 2) и двух параллельных колец (вариант 3).