



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

<http://www.openaccessscience.ru/index.php/ijcse/>



УДК 621

ИССЛЕДОВАНИЕ РЕЖИМОВ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ И ДЕЙСТВИЙ КОМПЛЕКСА РЗА ТЭЦ 12 МВт

Биткулов К.Р., Зализная Е.А., Зализный С.А., Умурзаков Д.Д.
ФГБОУ ВО "Национальный Исследовательский Университет" МЭИ", Москва, Россия (111250, Москва, Красноказарменная ул, д. 14, стр. 1), e-mail: madamliza2@yandex.ru

В данной статье произведён анализ работы разработанного комплекса релейной защиты и автоматики (РЗА) при различных видах коротких замыканий, построены временные диаграммы, показывающие хронологию процессов, происходящих при возникновении повреждения. Были рассмотрены короткие замыкания в трёх разных точках защищаемого объекта, в том числе случаи отказа определённых выключателей. Для всех рассмотренных случаев работой комплекса РЗА повреждение успешно локализуется и ликвидируется.

Ключевые слова: Анализ, воздушная линия, релейная защита, короткое замыкание, энергетика.

INVESTIGATION OF SHORT-CIRCUIT MODES AND ACTIONS OF THE RZA CHPP 12 MW COMPLEX

Bitkulov K.R., Zalznaya E.A., Zalizny S.A., Umurzakov D.D.
National Research University MPEI, Moscow, Russia (111250, Moscow, Krasnokazarmennaya street, 14, bldg. 1), e-mail: madamliza2@yandex.ru

This article analyzes the operation of the developed relay protection and automation complex (RPA) for various types of short circuits, time diagrams are constructed showing the chronology of processes occurring when damage occurs. Short circuits at three different points of the protected object were considered, including cases of failure of certain switches. For all the considered cases, the damage is successfully localized and eliminated by the operation of the RPA complex.

Keywords: Analysis, overhead line, relay protection, short circuit, power engineering.

Комплекс релейной защиты и автоматики разрабатывается для объекта генерации — малой теплоэлектростанции (ТЭЦ) с двумя генераторами мощностью по 6 МВт. ТЭЦ имеет неблочную компоновку, оба турбогенератора подключены к генераторному распределительному устройству (ГРУ) 10,5 кВ. Мощность с ГРУ выдаётся в двух направлениях: через трансформаторы связи 110/10 кВ на шины высшего напряжения проектируемой станции, и через фидеры 10 кВ к распределительным пунктам местной кабельной сети. При этом значительная часть мощности (более 40 % во время пика графика нагрузки) выдаётся именно на местную нагрузку, что в целом характерно для тепловых электростанций

теплофикационного типа. От шин высшего напряжения отходят три достаточно протяжённые воздушные линии, две из которых являются параллельными и связывают электростанцию с ЭЭС 110 кВ, а третья питает сосредоточенную электрическую нагрузку, потребляющую 35 % мощности, выдаваемой в сеть 110 кВ. Связь между РУ высшего и низшего напряжений обеспечивается двумя двухобмоточными трансформаторами, работающими параллельно.

Разработка комплекса РЗА будет осуществляться в соответствии с [1] и [2].

Проектируемая электростанция должна быть оборудована устройствами релейной защиты и автоматики, предназначенными для:

- автоматического отключения поврежденного элемента от остальной, неповрежденной части электрической сети с помощью выключателей (если повреждение непосредственно не нарушает работу электрической системы, допускается действие РЗ только на сигнал);
- реагирования на ненормальные режимы работы элементов электрической системы (перегрузки, повышения напряжения); в зависимости от режима работы и условий эксплуатации электроустановки релейная защита должна быть выполнена с действием на сигнал или на отключение тех элементов, оставление которых в работе может привести к возникновению повреждения.

На основе методик расчета уставок и руководств по эксплуатации выбранных МПТ РЗА [3], а также руководящих указаний по релейной защите были рассчитаны: основная продольная дифференциальная защита генератора, основная дифференциально-фазная защита параллельных линий, а также резервные дистанционные защиты для всех воздушных линий (ВЛ) 110 кВ. Для защит определены уставки и характеристики срабатывания, а также оценена чувствительность к КЗ в расчетных точках [4]. Полученные уставки соответствуют диапазонам параметров срабатывания выбранных микропроцессорных терминалов и требованиям чувствительности по нормативно-технической документации.

На основании требуемых функций РЗА необходимо выбрать модели МПТ для защиты каждого объекта. В данной работе рассматриваются терминалы компаний НТЦ «Механотроника» и ООО НПП «ЭКРА». Выбор шкафов и терминалов представлен в Таблице 1.

Таблица 1 – Выбор терминалов для защиты объектов ПС

Защищаемый объект	Шкаф защиты	Функции
1	2	3
Генератор	БМРЗ-ГР-52	ДЗГ
		МТЗ с ПОН
		ЗОЗЗ
Трансформатор	ШЭ 2607 048	ДЗТ
		МТЗ с ПОН
		Газовая защита
		ТЗОП
		ТЗНП
Шины 110 кВ	ШЭ 2607 051	ДЗШ

Продолжение таблицы		
1	2	3
ВЛ 110 кВ	ШЭ-МТ-053 (с терминалом БМРЗ-ДФЗ-51) + ШЭ-МТ-055 (с терминалом БМРЗ-ЛТ-62)	ДФЗ + КСЗ
ШСВ 110 кВ	ШЭ 2607 015	КСЗ (МТЗ и ТЗНП)
Вводные выключатели	БЭ2502А0303	ЗДЗ
		ЗМН
		УРОВ
		АУВ
Секционные выключатели РУ 10 кВ	БЭ2502А0201	МТЗ
		ЗДЗ
		АВР
		УРОВ
		НДЗШ
		АУВ
КЛ 10 кВ	БЭ2502А0101	МТЗ
		ЗДЗ
		УРОВ
		ЗОЗЗ
		АУВ

На Рисунке 1 представлена анализируемая схема спроектированной сети с размещением точек КЗ и подписанными наименованиями элементов. Для данного исследования было принято, что системы шин на РУ ВН работают в раздельном режиме — одна из них является рабочей, а вторая резервной, на рисунке указано соответствующее положение разъединителей. Секции шин РУ НН опытной ТЭЦ также разделены, что обуславливается ограничением токов КЗ.

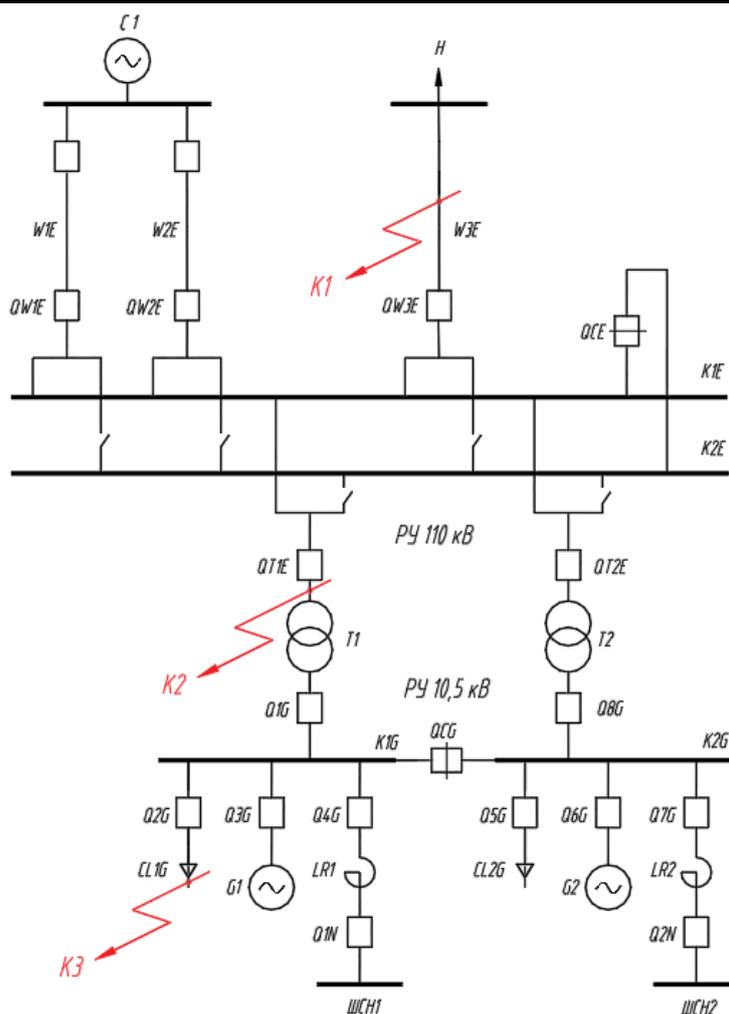


Рисунок 1 – Схема сети для анализа работы комплекса РЗА

Рассмотрено двухфазное КЗ на землю в середине воздушной линии W3E, питающей концентрированную нагрузку H. Временные диаграммы представлены на Рисунке 2.

На данное повреждение реагирует основная защита — ДФЗ, и ряд резервных защит: КСЗ поврежденной и смежных линий, МТЗ трансформаторов T1 и T2.

Условно примем, что для микропроцессорных защит требуется 30 мс для пуска. Тогда быстродействующие защиты линии (ДФЗ и 1 ступень КСЗ), для которых при расчете уставок была принята выдержка времени 0,01 с, сработают в момент времени $t = 0,04$ с и подадут команду на отключение линейного выключателя QW3E. КЗ будет ликвидировано спустя время, требуемое для срабатывания выключателя, примем его условно равным 60 мс. Таким образом, в момент времени $t = 0,1$ с присоединение линии будет отключено, произойдет возврат всех защит, а также УРОВ, который пускался при срабатывании ДФЗ и КСЗ.

Сразу после ликвидации защит начинается отсчет выдержки времени АПВ линии. Предположим, что $t_{АПВ} = 1,0$ с и КЗ было неустойчивое, тогда в момент времени $t = 1,1$ с происходит успешное АПВ и линия W3E возобновляет свою работу.

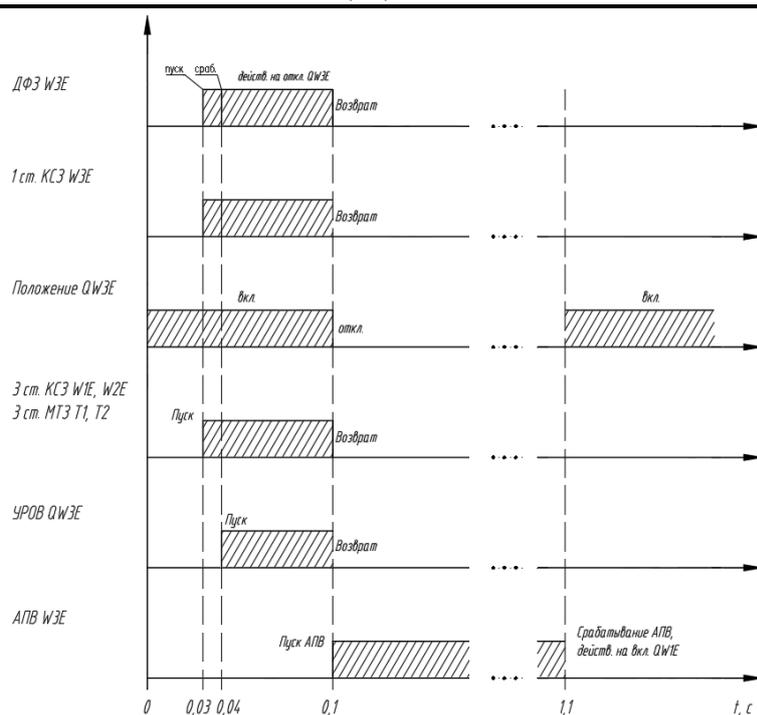


Рисунок 2 – Двухфазное КЗ на землю в точке К1

Рассмотрено двухфазное КЗ на стороне ВН трансформатора Т1 при отказе выключателя Q1G на КРУ НН. Временные диаграммы представлены на Рисунке 3.

В момент времени $t = 0,03$ с происходит пуск и срабатывание без выдержки времени быстродействующих защит ТР — ДЗТ и первой ступени МТЗ. Защиты подают команду на отключение выключателей QT1E и Q1G. Параллельно этим защита пускаются чувствительные ступени КСЗ всех линий, МТЗ с ПОН и ТЗОП генератора G1, а также УРОВ, который дублирует действие РЗ на отключение «своего» выключателя. УРОВ начинает набирать выдержку времени $t_{\text{УРОВ}} = 0,3$ с.

Через 0,06 с отключается выключатель QT1E, но отказывает выключатель на стороне НН трансформатора — Q1G. УРОВ исправного выключателя возвращается в исходное состояние.

Выдержка времени УРОВ несработавшего выключателя истекает в момент времени $t = 0,33$ с, и тогда УРОВ действует через выходные реле ЛЗШ на отключение питающих присоединений секции K1G КРУ НН — на выключатели Q3G и Q4G. Спустя 0,06 с выключатели отключаются, повреждение ликвидировано.

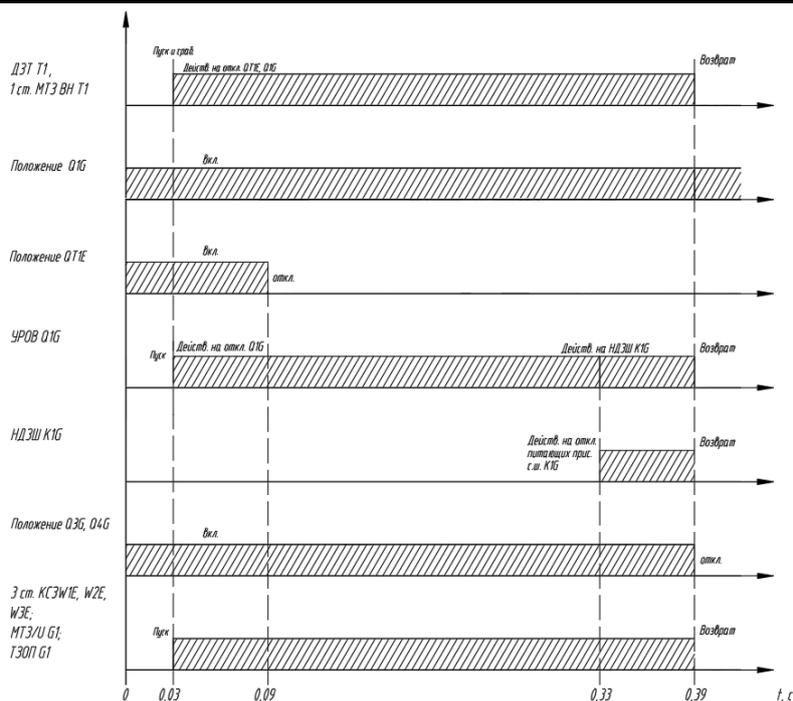


Рисунок 3 – Двухфазное КЗ в точке К2

Рассмотрено трехфазное КЗ в конце отходящей от КРУ НН кабельной линии СЛ1Г при отказе выключателя присоединения Q2G. Временные диаграммы представлены на Рисунке 4. В момент времени $t = 0,03$ с происходит пуск и срабатывание без выдержки времени первой ступени МТЗ кабельной линии, защита подает команду на отключение своего выключателя Q1G. Параллельно пускаются резервные защиты: МТЗ с ПОН генератора G1, МТЗ НН трансформатора Т1, МТЗ реактора LR1 в питающей линии собственных нужд. Пускается УРОВ, дублирует действие РЗ на отключение Q1G. УРОВ начинает набирать выдержку времени $t_{уров} = 0,3$ с.

Через 0,06 с отключение Q1G не происходит, выключатель неисправен.

Выдержка времени УРОВ несработавшего выключателя истекает в момент времени $t = 0,33$ с, и тогда УРОВ действует через выходные реле ЛЗШ К1Г на отключение питающих присоединений секции К1Г КРУ НН — на выключатели Q1G, Q3G и Q4G. Спустя 0,06 с выключатели отключаются, повреждение ликвидировано.

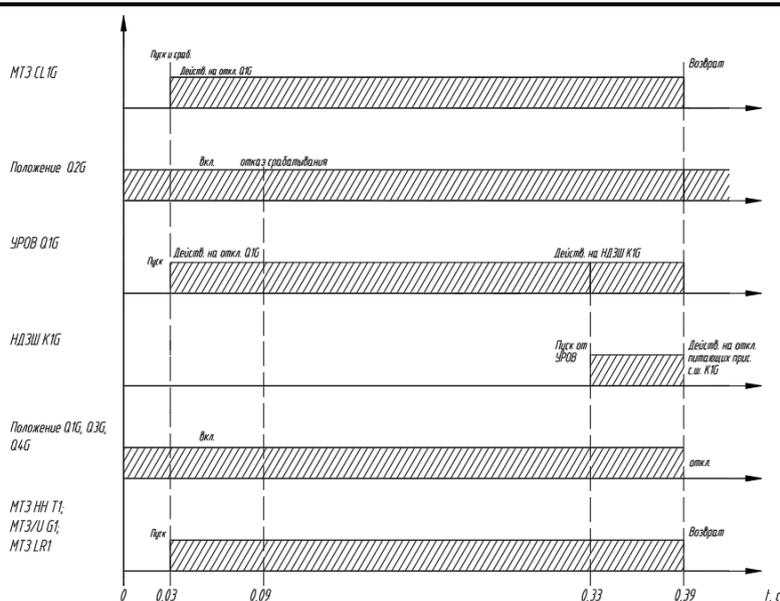


Рисунок 4 – Трехфазное КЗ в точке К3

Список литературы

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). — 7-е изд. Глава 3.2, раздел 3. — М. : Ростехнадзор, 2010. — 411 с.
2. СТО «Нормы технологического проектирования подстанций переменного тока с высшим напряжением 35–750 кВ (НТП ПС)» № 56947007-29.240.10.248-2017
3. СТО ДИВГ.648228. .080-14.03 РЭ1. Блок микропроцессорный релейной защиты БМРЗ-ДФЗ-51. Руководство по эксплуатации. СПб.: НТИЦ Механотроника, 2020.
4. А.М. Федосеев, М.А. Федосеев, Релейная защита электроэнергетических систем: Учебное пособие для вузов. — 2-е издание, переработанное и дополненное, М., Энергоатомиздат, 1992.

References

1. Pravila ustrojstva elektroustanovok (PUE). — 7-e izd. Glava 3.2, razdel 3. — M.: Rostekhnadzor, 2010. — p.411
2. STO «Normy tekhnologicheskogo projektirovaniya podstancij peremennogo toka s vysshim napryazheniem 35–750 kV (NTP PS)» № 56947007-29.240.10.248-2017.
3. STO DIVG.648228. .080-14.03 RE1. Blok mikroprocessornyj relejnoj zashchity BMRZ-DFZ-51. Rukovodstvo po ekspluatácii. SPb.: NTC Mekhanotronika, 2020.
4. A.M. Fedoseev, M.A. Fedoseev, Relejnaya zashchita elektroenergeticheskikh sistem: Uchebnoe posobie dlya vuzov. — 2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe, M., Energoatomizdat, 1992.