



Международный журнал информационных технологий и энергоэффективности

Сайт журнала:

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



УДК 621

АНАЛИЗ РАБОТЫ СПРОЕКТИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА РЗА ПРИ РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ

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

Разработан комплекс релейной защиты и автоматики для проектируемой ТЭЦ 3х32 МВт, выполненный на базе микропроцессорных терминалов фирм ООО НПП «ЭКРА» и ООО «НТЦ «Механотроника». В данной статье рассмотрено действие комплекса релейной защиты и автоматики при следующих повреждениях: КЗ на воздушной линии 110 кВ с успешным ТАПВ; КЗ на выводах НН трансформатора с отказом выключателя на его присоединении; КЗ в токоограничивающем реакторе кабельной линии, отходящей от генераторного РУ 10,5 кВ, с отказом срабатывания защиты шин.

Ключевые слова: Релейная защита, автоматика, дистанционная защита, воздушная линия, короткое замыкание.

ANALYSIS OF THE OPERATION OF THE DESIGNED RZA COMPLEX FOR VARIOUS TYPES OF SHORT CIRCUITS

Bitkulov K.R., Zaliznaya 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

A relay protection and automation complex has been developed for the projected 3x32 MW thermal power plant, made on the basis of microprocessor terminals of the companies NPP EKRA LLC and STC Mechanotronika LLC. This article discusses the operation of the relay protection and automation complex in the following damages: short circuit on the 110 kV overhead line with a successful TAPV; short circuit on the terminals of the transformer with a failure of the switch on its connection; short circuit in the current-limiting reactor of the cable line departing from the generator RC 10.5 kV, with a failure of the bus protection.

Keywords: Relay protection, automation, remote protection, overhead line, short circuit.

Для изображения временных диаграмм, поясняющих работу комплекса релейной защиты и автоматики (РЗА) при КЗ в различных точках схемы защищаемого объекта, необходимо принять несколько основных положений и допущений, касающихся схемы рассматриваемой сети и работы самого комплекса РЗА (Рисунок 1)[1]:

1. Для всех случаев отсчёт времени ведётся от момента начала КЗ ($t = 0$ с).
2. Условно принимаем, что микропроцессорная защита реагирует на повреждение за время, равное 30 мс.

3. Предположим, что две рабочие системы шин работают в следующем режиме: шиносоединительный выключатель QCE разомкнут, первая система шин ($K1E$) является рабочей, к ней подключены все присоединения, а вторая ($K2E$) система шин является резервной. Секционные выключатели на РУ НН ($QC1G, QC2G$) нормально замкнуты, т.е. генераторы имеют поперечную связь.
4. Примем выдержку времени МТЗ фидеров 10,5 кВ равной $t_{с.з.} = 1,5$ с, как наиболее распространенный случай. Тогда время срабатывания МТЗ секционных выключателей $t_{с.з. CB} = 1,5 + 0,5 = 2,0$ с, а МТЗ НН трансформатора $t_{с.з. МТЗ НН} = 2,0 + 0,5 = 2,5$ с.

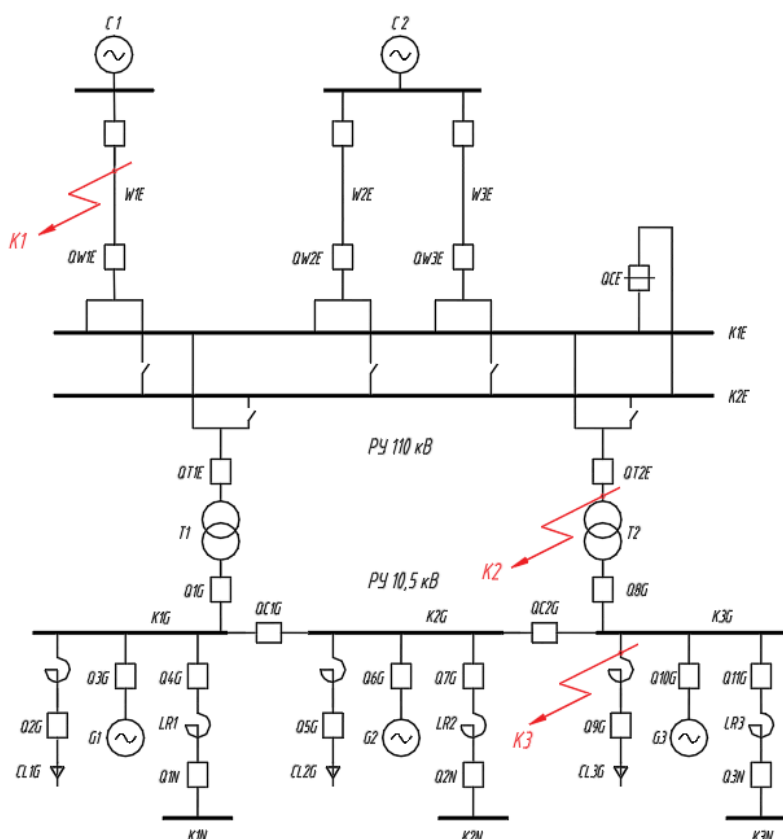


Рисунок 1 – Схема сети с наименованиями элементов и указанием точек КЗ

Рассмотрим следующее повреждение — трёхфазное короткое замыкание в конце линии $W1E$.

Для дифференциально-фазной защиты (ДФЗ) линии $W1E$ данное КЗ внутреннее: с обоих концов срабатывают блокирующие пусковые органы и производят пуск высокочастотных (ВЧ) приемопередатчиков. Одновременно с блокирующими пусковыми органами срабатывают отключающие пусковые органы, и без выдержки времени (в принятой конфигурации терминала) разрешают работу органа сравнения фаз. Так как КЗ внутреннее, то уставка органа сравнения фаз однозначно превышена, и с минимальной выдержкой времени $T_{ДФЗ} = 0,01$ с происходит срабатывание ДФЗ. Срабатывание ДФЗ приводит к формированию сигнала "Запрет ВЧ", который действует:

- на срабатывание отключение выключателя своей стороны

$t = 0,09$ с: Выключатель на стороне НН ($Q8G$) отключается, выключатель на стороне ВН ($QT2E$) отказал и остаётся во включённом положении.

$t = 0,13$ с: Срабатывает первая ступень МТЗ ВН трансформатора, положение $QT2E$ не изменяется.

$t = 0,33$ с: Выдержка времени УРОВ истекла, и алгоритм срабатывает, действуя через выходные цепи ДЗШ на отключение всех присоединений системы шин $K1E$.

$t = 0,36$ с: Через время, необходимое для срабатывания, отключаются выключатели линий 110 кВ и присоединения трансформатора $T1$. Происходит возврат всех защит.

По итогу, для локализации данного повреждения комплексу РЗА пришлось отключить полностью систему шин $K1E$, и, тем самым, изолировать станцию от энергосистем на время оперативных переключений, т.е. перевода названных выше присоединений на резервную систему шин $K2E$.

Временные диаграммы представлены на Рисунке 3.

Междуфазное КЗ на выводах ВН Т2 (точка К2) с отказом выключателя присоединения

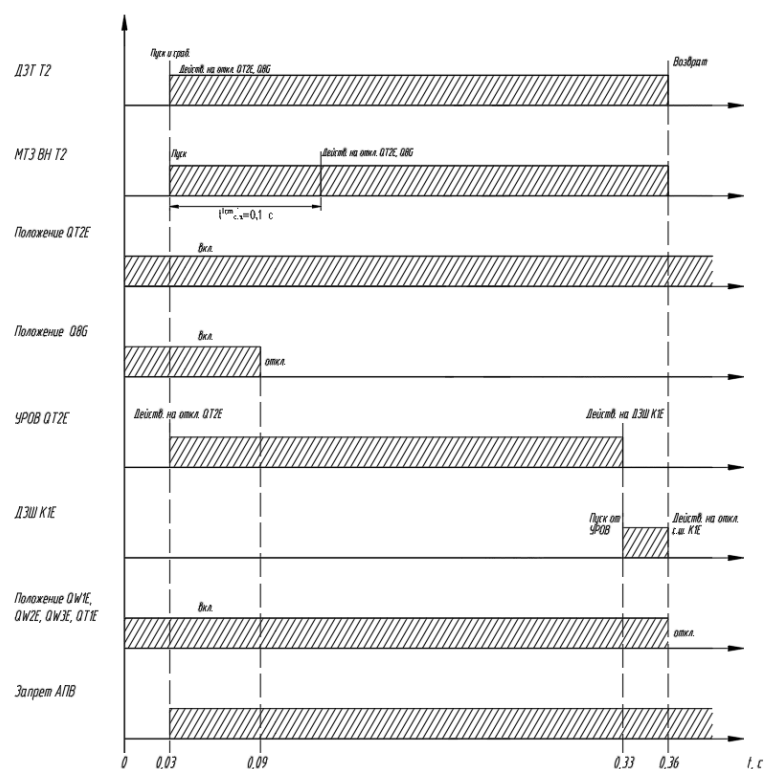


Рисунок 3 – Временные диаграммы при КЗ в точке К2

Повреждение: междуфазное КЗ в токоограничивающем реакторе, установленном на присоединении кабельной линии к ГРУ 10,5 кВ. Рассмотрим порядок действия защит, в случае несрабатывания основной защиты.

Данное повреждение находится в зоне действия двухступенчатой неполной дифференциальной защиты шин (НДЗШ). Первая ступень данной защиты должна подействовать без выдержки времени на отключение всех источников питания, за исключением генераторов, отключение которых осуществляется их токовыми защитами. Вторая ступень защиты, осуществляя ближнее резервирование, должна действовать с первой

выдержкой времени $t_{с.з. \text{ НДЗШ, 1}}^{II} = 1,5 + 0,5 = 2,0$ с на отключение трансформатора $T2$ и секционного выключателя (СВ) $QC2G$, и со второй выдержкой $t_{с.з. \text{ НДЗШ, 2}}^{II} = 2,0 + 0,5 = 2,5$ с на отключение генератора, подключённых к повреждённой секции шин ($G3$).

Рассмотрим случай, когда первая ступень НДЗШ откажет в срабатывании, например, вследствие повреждения цепи отключения.

$t \approx 0$ с: Пускается основная защита, НДЗШ (обе ступени), и ряд смежных защит: МТЗ с комбинированным пуском по напряжению генератора $G3$, МТЗ секционного выключателя, МТЗ НН трансформатора $T2$, МТЗ реактированной линии питания собственных нужд (реактора $LR3$). Из-за отказа срабатывания первой ступени НДЗШ команд на отключение выключателей $QC2G$, $Q8G$, $Q11G$ не подаётся. Начинают набираться выдержки времени резервных защит [3-4].

$t = 2,0$ с: Одновременно срабатывают II ступень НДЗШ, МТЗ с ПОН $G3$ и МТЗ СВ. II ступень НДЗШ подаёт сигналы на отключение $QC2G$, $Q8G$, $Q11G$, предположим, что КЗ устойчивое, и сохраняется из-за подпитки от генератора. МТЗ с ПОН $G3$ по истечению своей первой выдержки времени 2,0 секунды подействовала на деление шин — сформировала сигнал на отключение $QC2G$. МТЗ секционного выключателя $QC2G$ так же сработала, и подала команду на деление шин.

$t = 2,5$ с: Защиты генератора и шин одновременно срабатывают на второй выдержке времени и подают команду на отключение генераторного выключателя $Q10G$, на автомат гашения поля (АГП) генератора $G3$ и останов его турбины. Таким образом, генератор отключается, КЗ ликвидировано и происходит возврат защит.

Временные диаграммы представлены на Рисунке 4.

Междуфазное КЗ в реакторе фидера 10,5 кВ (точка КЗ) с отказом срабатывания I ступени НДЗШ

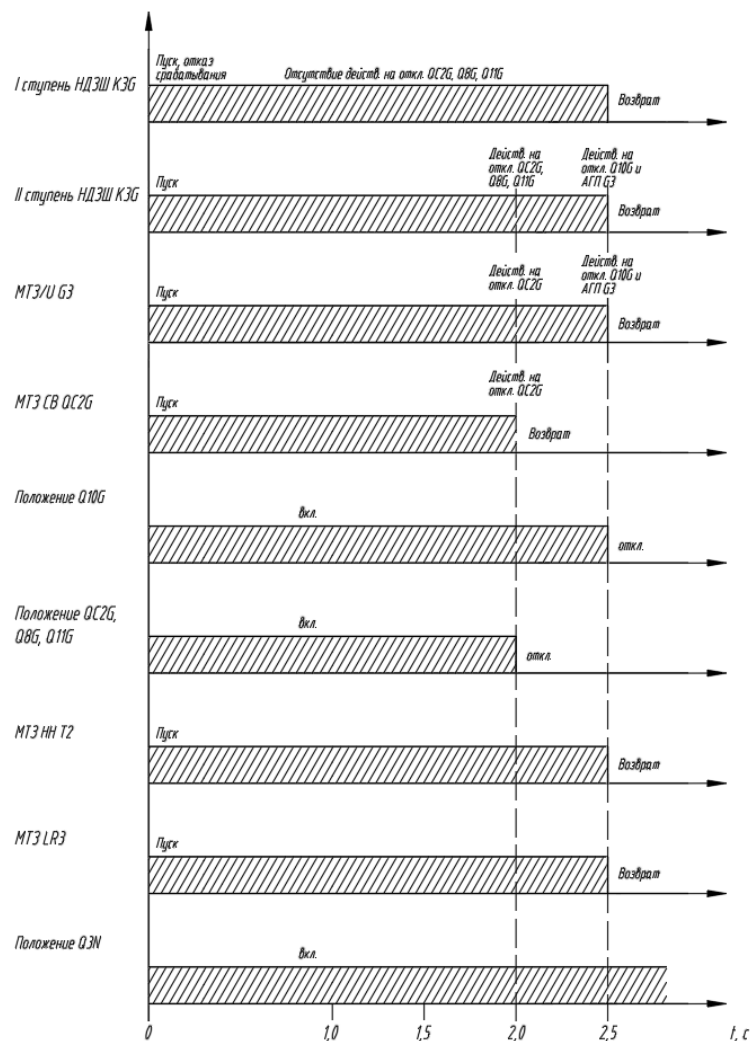


Рисунок 4 – Временные диаграммы при КЗ в точке К2

Так как релейная защита сети основана на принципе перекрытия защищаемых элементов зонами нескольких защит, то сеть оказалась успешно зарезервирована при отказах отдельных устройств РЗА. Тем не менее, последствия от отказа основных устройств РЗА обычно оказываются очень тяжёлыми для защищаемого оборудования либо для потребителей электроэнергии, поэтому при проектировании следует учитывать необходимость дублирования терминалов защит при соответственном обосновании.

Список литературы

1. Федосеев А.М. Релейная защита электрических систем. — М.: "Энергия", 1976.
2. Сборник лабораторных работ: Методическое пособие по курсу «Расчеты релейной защиты электроэнергетических систем» /Н.К. Давыдова, М.Н. Желнина, О.О. Николаева, Р.В. Темкина; под ред. Р.В. Темкиной. — М.: Издательство МЭИ, 2016. — 48 с.
3. СТО ДИВГ-048-2012. Линии электропередач 35–220 кВ. Дистанционная защита. Методика расчета уставок защит. СПб : НТЦ Механотроника, 2012.

4. СТО «Методические указания по выбору параметров срабатывания устройств РЗА подстанционного оборудования производства ООО НПП «ЭКРА» № 56947007-29.120.70.99-2011.

References

1. Fedoseev A.M. Relejnaya zashchita elektricheskikh sistem. — M.: "Energiya", 1976.
 2. Sbornik laboratornyh rabot: Metodicheskoe posobie po kursu «Raschety relejnoj zashchity elektroenergeticheskikh sistem» /N.K. Davydova, M.N. ZHelnina, O.O. Nikolaeva, R.V. Temkina; pod red. R.V. Temkinoy. — M.: Izdatel'stvo MEI, 2016. — p. 48
 3. СТО DIVG-048-2012. Линии электропередач 35–220 кВ. Дистанционная защита. Methodika rascheta ustavok zashchit. SPb : NTC Mekhanotronika, 2012.
 4. СТО «Методические указания по выбору параметров срабатывания устройств РЗА подстанционного оборудования производства ООО НПП «ЭКРА» № 56947007-29.120.70.99-2011.
-