

УСТРОЙСТВО ОТКЛЮЧЕНИЯ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В СЕКЦИОНИРОВАННЫХ СЕТЯХ КОРОТКИХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ 6–10 кВ

© 2014

Р.С. Ахметшин, кандидат технических наук, доцент кафедры «Электротехника и электроника»
А.Ф. Анчугова, старший преподаватель кафедры «Электротехника и электроника»
*Набережночелнинский институт (филиал) «Казанского (Приволжского) Федерального университета»,
Набережные Челны (Россия)*

Ключевые слова: секционированные городские кабельные линии; автоматика повторного включения; неселективное отключение; короткое замыкание; токовая отсечка.

Аннотация: Рассматривается сценарий работы релейной защиты автоматики (РЗА) в объеме: токовой отсечки (ТО); максимальной токовой защиты (МТЗ) и автоматики повторного включения (АПВ) в секционированных городских кабельных сетях.

ВВЕДЕНИЕ

Отличительной особенностью городских радиальных или кольцевых сетей 6–10 кВ является их относительно малая протяженность между трансформаторными подстанциями (ТП) 6–10 кВ жилых комплексов, с возможным средним расстоянием до 0,5 км, при высоком сечении питающих кабельных линий 120 мм² и более и вследствие чего существует проблема в достижении селективности работ РЗА. При этом для надежности электроснабжения городских ТП 6–10 кВ используется секционирование кабельных сетей выключателями 6–10 кВ [1, с. 230].

В данной работе рассматривается возможность использования релейной защиты в объеме неселективной токовой отсечки и максимальной токовой защиты с АПВ для отключения короткого замыкания в секционированных сетях коротких кабельных линий 6–10 кВ при полной зависимости токов КЗ (короткого замыкания) от протяженности кабельных линий (КЛ) [2].

ОПИСАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОГО ПРЕДЛОЖЕНИЯ

Схемы для электроснабжения городских ТП, как правило, используются радиальные с односторонним или двухсторонним питанием, «кольцевые», «петлевые» и других конфигураций сетей. Эффективная токовая отсечка релейной защиты в упомянутых сетях, как правило, не используется из-за невозможности четкого разграничения смежных зон защит. Это ограничение является следствием пологой характеристики токов короткого замыкания относительно протяженности кабельной сети, вследствие коротких участков секционирования и значительного сечения кабельных линий (рис. 1).

Использование максимальной токовой защиты с выдержкой времени по условиям селективности работы приводов выключателей в сетях 6–10 кВ чревато повышением уставок времени на головном участке, так при дальнем резервировании, временная уставка граничит с уровнем термической устойчивости кабельной изоляции при значительных величинах КЗ.

Одним из решений технической проблемы по снижению времени срабатывания релейной защиты является использование многократной автоматики повторного включения, с увеличением кратности в сторону головной части кабельной линии.

Так на приводе питающей кабельной линии на головной подстанции возможно использование трехкратного АПВ, однако это решение чревато сокращением срока службы изоляции кабельной сети, так как дли-

тельность технологического процесса окончательного отключения может составлять до минуты [3, с.162]. Дополнительным недостатком является возникновение многократных переходных процессов, что снижает ресурс оборудования.

Другим альтернативным решением является использование блокирующих высокочастотных импульсов коммутации выключателей секционирующих пунктов, однако, это техническое решение дорогостоящее.

Предлагаемое техническое решение работает по следующему сценарию:

1. При междуфазном КЗ, например, на кабельной линии 4КЛ в точке «А» (рис. 2) отключаются не селективно кабельные участки 4КЛ...1КЛ выключателями 4Q, 3Q, 2Q и 1Q от действия неселективных токовых отсечек.

После чего включается выключатель 1Q на ПС от действия мгновенного АПВ.

Поскольку на участке 1КЛ отсутствует короткое замыкание, т.е. нет и тока КЗ, то токовая отсечка 1ТО в течение времени в среднем $\Delta t=0,15$ сек. блокируется контактом таймера КТ (рис. 3).

Контрольное время $\Delta t=0,15$ сек. задается таймером КТ, как среднее время равно времени работы электрической схемы и механического привода выключателя Q.

При заблокированной токовой отсечке остается резервная максимально-токовая защита 1МТЗ с уставкой по току соответствующей дальнему резервированию защит. Временная уставка 1МТЗ электронным таймером выставляется равным $t_{1МТЗ}=0,5$ сек., после истечения контрольного времени равного 0,15сек.

2. После включения выключателя 1Q собственной автоматикой повторного включения (готовность завода пружины выключателя осуществляется электродвигателем МУН напряжением 220 В), трансформатор подстанции 1ТП и сеть собственных нужд будут под напряжением, вследствие чего включится выключатель 2Q.

По факту отсутствия в зоне действия токовой отсечки выключателя 2Q на 2КЛ короткого замыкания, токовая отсечка 2ТО спустя контрольное время $\Delta t=0,15$ сек., после появления оперативного напряжения электронным таймером, 2ТО блокируется контактом КТ (рис. 3). В этом случае в комплекте защит выключателя 2Q остается резервная максимально-токовая защита, 2МТЗ с заданной таймером КТ, уставкой по времени равной $t_{2МТЗ}=0,5$ сек.

При этом электронный таймер КТ в комплекте 1МТЗ на выключателе 1Q, продолжая счет времени,

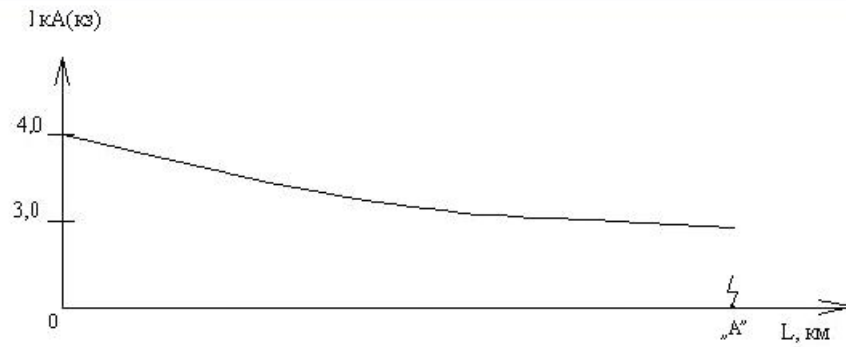


Рис. 1. Зависимость токов короткого замыкания от протяженности кабельной линии

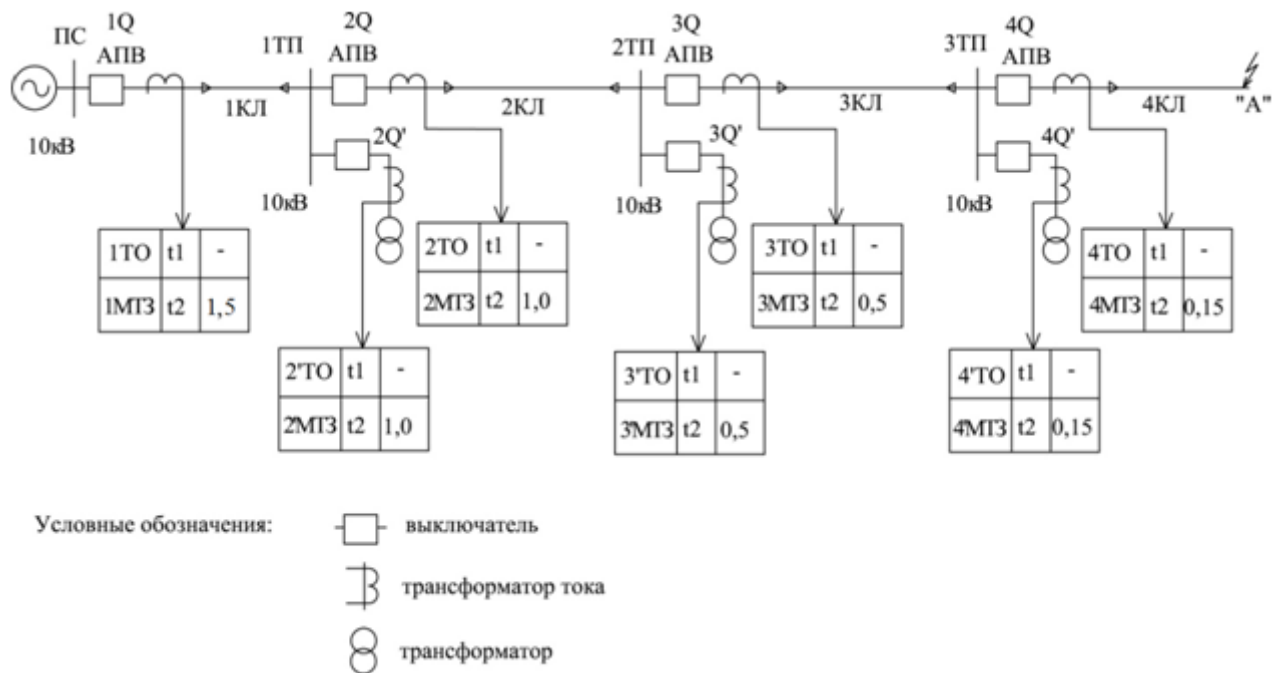


Рис. 2. Карта уставок

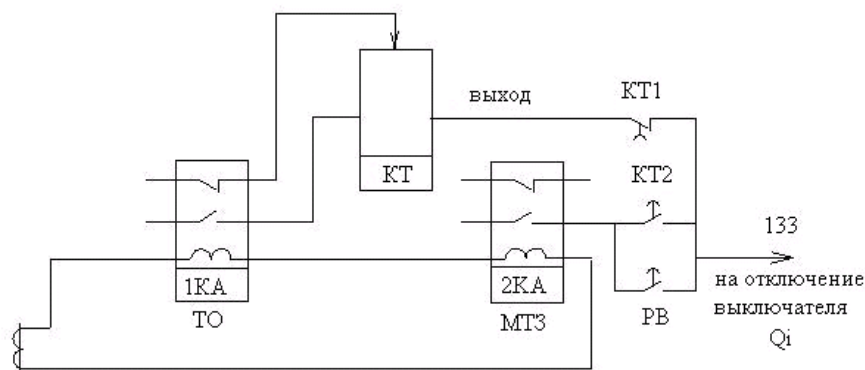


Рис. 3. Функциональная схема релейной защиты кабельной линии

переводит уставку по времени с $t_{1MT3}=0,5$ сек. на уставку $t_{MT3}=1,0$ сек.

3. После включения выключателя 2Q от собственного АПВ трансформатор и сети собственных нужд трансформаторного пункта 2ТП будут под напряжением.

В этом случае, как и в предыдущем, спустя контрольное время $\Delta t=0,15$ сек. от появления на 3ТП оперативного напряжения, собственная токовая отсечка выключателя 3Q также будет заблокирована электронным таймером собственного комплекта, это произойдет вследствие отсутствия в зоне срабатывания токовой

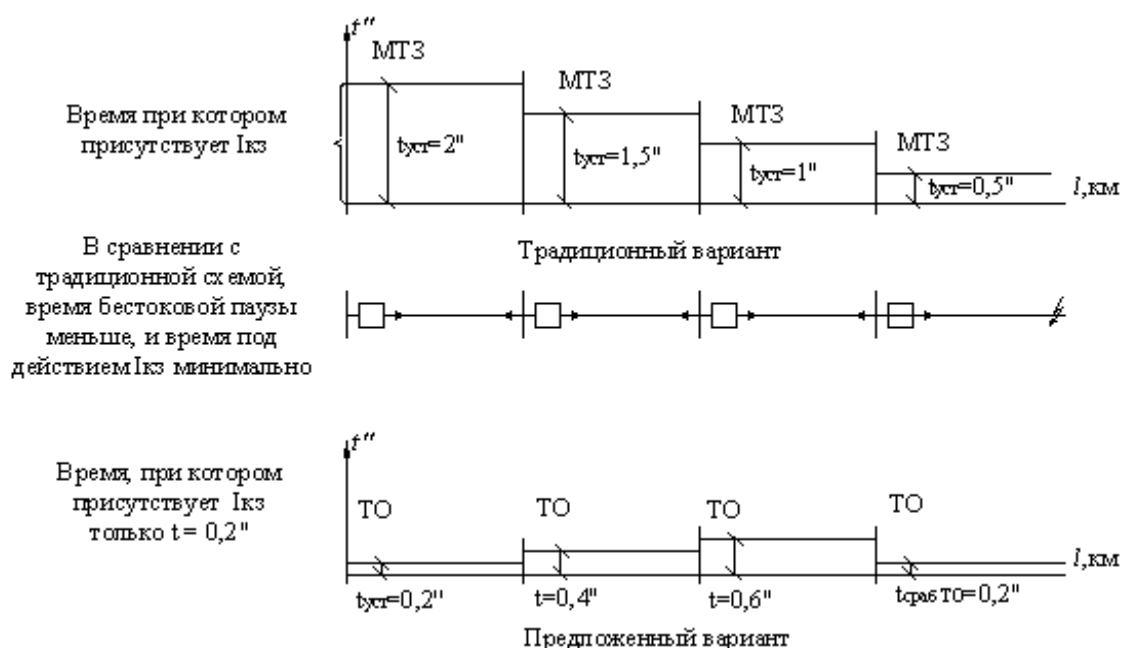


Рис. 4. Сопоставление традиционного и предлагаемого технического решения

отсечки (ЗТО) короткого замыкания на участке ЗКЛ. Электронный таймер собственного МТЗ выставит уставку времени равную $t_{ЗМТЗ}=0,5$ сек.

Соответственно электронный таймер в комплекте 2МТЗ выключателя 2Q, продолжая счет времени, выставит уставку по времени равную $t_{2МТЗ}=1,0$ сек., и в свою очередь электронный таймер в комплекте 1МТЗ выключателя 1Q, выставит уставку по времени равную $t_{1МТЗ}=1,5$ сек.

4. При появлении напряжения на шинах трансформатора подстанции ЗТП и оперативного напряжения включится выключатель 4Q в ЗТП, однако включится на короткое замыкание на кабеле 4КЛ (точка «А» рис. 2).

Место короткого замыкания находится в зоне токовой отсечки выключателя 4Q. Его токовая отсечка срабатывает до истечения контрольного времени $t=0,15$ сек. В случае запаздывания в срабатывании ТО4 выключателя 4Q по истечении $t=0,15$ сек. сработает собственная ЗМТЗ выключателя 3Q с временной уставкой 0,5 сек.

При этом токовая отсечка ЗТО на выключателе 2Q останется заблокированной электронным таймером при переведенной уставке 2МТЗ на время 1,0 сек. И соответственно 1МТЗ на выключателе 1Q на уставку 1,5 сек. И в этом случае отказов соответствующие МТЗ выключателей работают селективно.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Преимуществом данного технического решения организации работы релейной защиты на секционированных коротких городских кабельных сетях является автоматическая избирательность уставок по времени МТЗ на упомянутых секционированных выключателях.

Иначе, чем ближе к головной части кабельной линии будет место КЗ, тем больше будет выставляться уставка по времени соответствующего МТЗ, однако меньше, чем при традиционном выставлении ступеней селективности по цепочке РЗА.

Другим преимуществом данного решения является сокращение времени протекания тока КЗ по кабельным сетям, что увеличивает срок службы изоляции кабеля.

Общее время протекания тока КЗ равно времени первого импульса при неселективном отключении токовой отсечки и второго импульса при селективном отключении токовой отсечки, в среднем общее время может составить не более 0,3 сек. (рис. 4).

Дополнительным преимуществом предлагаемого технического решения также является малое время бестоковой паузы, что важно для головной части кабеля сети.

При устранении участка кабельной линии с местом КЗ от остальной кабельной сети, в каждом комплекте МТЗ соответствующих выключателей 1Q...3Q токовые реле РТ-40 возвращаются в исходное состояние, т.е. осуществляется возврат схемы в исходный режим. Нормально открытый контакт отключается, а нормально закрытый контакт замыкается. Через этот контакт подается импульс на электронный таймер в каждом комплекте на замыкание КТ1, в цепь отключения с маркой жилы (133) выключателя, токовой отсечки.

По аналогичному сценарию происходит работа комплектов защит при КЗ на вводах 6–10 кВ трансформаторов 1ТП, 2ТП и 3ТП.

По предлагаемому техническому решению защищено авторское свидетельство SU 1788550 А1. Устройство для отключения выключателей секционированных коротких линии электропередачи 6–35 кВ. Н 02 Н 7/26. 3/08. (автор Ахметшин Р.С.)

ВЫВОД

Предлагаемое техническое решение позволяет использовать неселективную токовую отсечку на коротких секционированных городских кабельных линиях, также осуществить дальнейшее резервирование максимально-токовой защитой с гибкой избирательной работой РЗА во времени в зависимости от места короткого замыкания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила устройства электроустановок-7. – Новосибирск: Сибирское университетское изд-во, 2011. – 464 с.
2. ГОСПАТЕНТ СССР. SU 1788550 A1. Устройство для отключения выключателей секционирования короткой линии электропередачи 6–35 кВ. Н 02 Н 7/26. 3/08. – 4 с.
3. Андреев В.А. Релейная защита в системе электропитания в примерах и задачах. – М.: Высшая школа, 2008. – 252 с.
4. Шабандр М.А. Согласование по чувствительности защит разных типов в распределительных сетях.– Электричество, 1974 г. № 3. С. 22–27.
5. Андреев В.А. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения.: Учебник – 6-е изд.,– 2008. – 639 с.
6. Автоматизация электроэнергетических систем. Учебное пособие для ВУЗов. Алексеев О.П., Козис В.П., Кривенков В.В. под ред. Морозкина В.П., Энгелаге Д.– М. Энергоатомиздат, 1994. – 205 с.
7. Гельфанд Я.С. Релейная защита распределительных сетей. – М.: Энергоатомиздат, 1987. – 252 с.
8. Гельфанд Я.С., Голубев М.Л., Царев М.И. Релейная защита и электроавтоматика на переменном оперативном токе. – М.: Энергия, 1981. – 218 с.

SHORT CIRCUIT DISCONNECTING DEVICE IN PARTITIONED NETWORKS OF 6–10 KV SHORT CABLE LINES

© 2014

R.S. Akhmetshin, candidate of technical sciences, associate professor of the chair «Electrical engineering and electronics»
A.F. Anchugova, assistant professor of the chair «Electrical engineering and electronics»
Naberezhnye Chelny Institute (Branch) «Kazan (Volga) federal University, Naberezhnye Chelny (Russia)

Keywords: partitioned city cable lines; automatic reclosing; non-selective disconnection; short circuit; current cutoff.

Annotation: The work studies the scenario of relay protection, current cutoff, overcurrent protection and automatic recloser of the partitioned cable network.