

Список литературы

1. Игуменцев В.А., Заславец Б.И., Малафеев А.В., Буланова О.В., Ротанова Ю.Н. Модифицированный метод последовательного эквивалентирования для расчета режимов сложных систем электроснабжения // Промышленная энергетика. – 2008. – №6. – С. 16-22.

2. Замышляев В.Ю., Котов О.М., Обоскалов В.П. Определение показателей структурной надежности систем с отказами типа «КЗ» // Электроэнергетика глазами молодежи: Науч. тр. III Междунар. науч.-техн. конф.: Сб. статей. – В 2 т. – Екатеринбург: УрФУ, 2012. – Т. 1. – С. 534-539.

3. А.с. 2012612069 РФ. Программа «Комплекс автоматизированного режимного анализа КАТРАН 6.0» / В.А. Игуменцев, А.В. Малафеев, О.В. Буланова, Ю.Н. Ротанова, Е.А. Панова, А.В. Хламова, В.М. Тарасов, Е.Б. Ягольникова, Н.А. Николаев, В.В. Зиновьев. – Оpubл. в бюл. «Программы для ЭВМ, БД, ТИМС», 2012, №2. – С. 500-501.

4. Китушин, В.Г. Надежность энергетических систем.– М.: Высш. шк., 1984. – 256 с.

УДК 621.311.001.57

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ СИСТЕМЫ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ В СЛОЖНОНЕСИММЕТРИЧНЫХ АВАРИЙНЫХ РЕЖИМАХ

Е.А. Панова, А.В. Малафеев, В.А. Болтачѳв, И.В. Иркиенко

*ФГБОУ ВПО «Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова», Россия, г. Магнитогорск
vavabolt@gmail.com*

Аннотация

Возникновение режимов аварийной сложной несимметрии в системах промышленного электроснабжения из-за нечувствительности к ним релейной защиты может привести к длительному существованию таких режимов. В статье рассматриваются способы повышения чувствительности защиты введением дополнительного вида защит, реагирующего на напряжение обратной последовательности.

Ключевые слова: аварийная несимметрия, релейная защита, КАТРАН 6.0, чувствительность защиты.

POWER TRANSFORMER RELAY PROTECTION SENSITIVITY IMPROVEMENT IN TERMS OF INDUSTRIAL ELECTRIC POWER SUPPLY SYSTEM EMERGENCY COMPLEX OUT-OF-BALANCE MODE

V.A. Boltachev, I.V. Irklienko, E.A. Panova, A.V. Malafeev

*Nosov Magnitogorsk State Technical University
Russia, Magnitogorsk
vavabolt@gmail.com*

Abstract

The emergence of a fault asymmetry regimes in systems of industrial electric power supply due to the insensitivity of relay protection can lead to long-term existence of such regimes. The article discusses ways to improve the sensitivity of protection by introducing an additional type of protection, reacting on reverse order voltage.

Key words: fault asymmetry, relay protection, KATRAN 6.0, the sensitivity of protection.

Актуальность работы

Режимы аварийной сложной несимметрии, сопровождаемые разрывом фазных проводов воздушных линий (ВЛ) и одновременным коротким замыканием (КЗ) в сети, как правило, по уровню токов не сопоставимы с режимами КЗ в электрических распределительных сетях напряжением 110-220 кВ.

В большинстве случаев, при возникновении режима сложной несимметрии релейная защита (РЗ) не обладает достаточной чувствительностью к рассматриваемым режимам, что приводит к их существованию достаточно длительный промежуток времени и возникновению дополнительных потерь энергии на нагрев в электроприемниках и проводниках, а соответственно, сокращению срока службы электрооборудования. Также возникновение подобных режимов вызывает повреждение силовых трансформаторов, электродвигателей, перенапряжения в незаземленных нейтралях силовых трансформаторов, повреждение измерительных трансформаторов напряжения.

Основные проблемы и решения

В настоящее время в распределительных электрических сетях напряжением 110-220 кВ отсутствует специальная защита от данных видов повреждения. В сетях с эффективно-заземленной нейтралью основной защитой от несимметричных аварийных режимов является токовая (направленная) защита нулевой последовательности (ТЗНП).

Таким образом, актуальной задачей является исследование работы существующей РЗ в сложннесимметричных режимах с целью разработки мероприятий по повышению ее чувствительности.

С целью повышения чувствительности устройств РЗ силовых трансформаторов в условиях Магнитогорского энергетического узла выполнена серия расчетов режимов аварийной несимметрии при обрывах линий, питающих силовые трансформаторы понизительных подстанций, с последующим замыканием их на землю со стороны трансформатора. В таком режиме подпитка от энергосистемы наименьшая, поэтому данный режим можно принимать за минимальный.

Расчеты проводились с использованием программно-вычислительного комплекса КАТРАН 6.0 [1], разработанного на кафедре ЭПП МГТУ им. Г.И. Носова, в котором расчет режимов аварийной несимметрии осуществляется с использованием алгоритма, основанного на методе последовательного эквивалентирования и методе симметричных составляющих [3].

Расчеты проводились в таких режимах как:

- замыкание фазы на землю с одновременным обрывом линии;
- межфазное замыкание с одновременным обрывом линии;
- двухфазное замыкание на землю с одновременным обрывом линии.

Основным видом защиты трансформаторов 110 и 220 кВ Магнитогорского энергоузла является дифференциальная защита, выполненная на базе реле типа ДЗТ-11 и РНТ-565. Максимальная токовая защита (МТЗ) выполнена на базе реле РТ-40. На некоторых трансформаторах вся защита представляет собой микропроцессорные шкафы типа ШТ, ШЭ, MiCOM различных серий.

С целью оценки работы релейной защиты в сложннесимметричных режимах был выполнен расчет коэффициентов чувствительности защит силовых трансформаторов. В качестве примера результатов расчета в табл. 1 приведены коэффициенты чувствительности защит трансформаторов, выполненных на различной элементной базе.

По полученным данным можно сделать вывод, что коэффициенты чувствительности рассмотренных защит не соответствует требованиям ПУЭ [2], что, в свою очередь, приведет к отсутствию их срабатывания и длительному существованию аварийного режима.

В качестве мероприятия по повышению чувствительности РЗ предлагается дополнить существующую защиту силовых трансформаторов органами, реагирующими на напряжение обратной или нулевой последовательности. Для трансформаторов, защиты которых выполнены на базе электромеханических реле, есть возможность установить фильтровые реле обратной или нулевой последовательности. Для мик-

ропроцессорных релейных защит предлагается использовать незадействованные в настоящее время входы по напряжению обратной последовательности, предусмотренные для пуска МТЗ, для реагирования на режимы сложной несимметрии. Данные меры не требуют больших капиталовложений и реконструкции существующих схем релейной защиты, следовательно, являются осуществимыми на практике.

Таблица 1

Коэффициенты чувствительности защит силовых трансформаторов

№ПС	94	46	16	22	85
ДЗ	РНТ-565	ДЗТ-11	МиСОМ Р633	ШЭ2607 041	ШТ2108.13
МТЗ	РТ-40/20	РТ-40/10	МиСОМ Р143	ШЭ2607 015	ШТ2108.11
$k_{чДЗ}$	0,05	0,12	0,08	0,21	0,03
$k_{чМТЗ}$	0,04	0,1	0,05	0,12	0,07
$k_{чТЗНП}$	–	–	–	0,06	–
$k_{ч\text{ треб}}$	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0	1,5-2,0

Применение защиты, реагирующей на напряжение обратной последовательности, позволит повысить чувствительность релейной защиты силовых трансформаторов понизительных подстанций, от которых получают питание электроприемники цехов промышленного предприятия, и, как следствие, снизить ущерб от длительного существования аварийного несимметричного режима.

Список литературы

1. А.с. 2012612069 РФ. Программа для ЭВМ «Комплекс автоматизированного режимного анализа КАТРАН 6.0» / Игуменцев В.А., Малафеев А.В., Буланова О.В., Кондрашова Ю.Н., Панова Е.А., Хламова А.В., Тарасов В.М., Ягольникова Е.Б., Николаев Н.А., Зиновьев В.В. – Опувл. в бюл. «Программы для ЭВМ, БД, ТИМС», 2012, №2 – С. 500-501.
2. Правила устройства электроустановок – ПУЭ. – изд. седьмое. – М.: НЦ ЭНАС, 2004.
3. Игуменцев В.А., Малафеев А.В., Панова Е.А. Расчет и анализ аварийных несимметричных режимов систем электроснабжения: монография. - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. тех. ун-та им Г.И. Носова. – 135 с.