

УДК 621.316 (083.13)

СПОСОБЫ ОГРАНИЧЕНИЯ ТОКОВ КЗ

Будников М.В.

Научный руководитель – Гурьянчик О.А., ассистент

Рост уровней токов КЗ при развитии энергосистем предъявляет повышенные требования в отношении электродинамической и термической стойкости элементов электротехнических устройств энергосистем, а также коммутационной способности электрических аппаратов. В последние годы стали весьма актуальными вопросы воздействия токов КЗ не только на жесткие шины, кабели и электрические аппараты, но и на генераторы, силовые трансформаторы, а также гибкие проводники электроустановок.

С целью уменьшения воздействия токов КЗ на электрооборудование предложены и используются различные методы и средства ограничения токов КЗ. Учитывая специфику развития современных объединенных энергосистем, вопросы устойчивости и надежности их работы, а также технико-экономические характеристики, разрабатываются и исследуются принципиально новые средства токоограничения, позволяющие ограничить не только значение тока КЗ, но и продолжительность КЗ.

В общем случае решение указанной задачи возможно следующими путями:

- повышение быстродействия традиционной коммутационной аппаратуры;
- создание и использование новых сверхбыстродействующих коммутационных аппаратов, способных безынерционно, т.е. в течение первого полупериода, ограничить и отключить ток КЗ;
- использование безынерционных и инерционных токоограничивающих устройств (ТОУ).

Условия протекания, ограничения и отключения тока КЗ видны из рисунка 1.1.

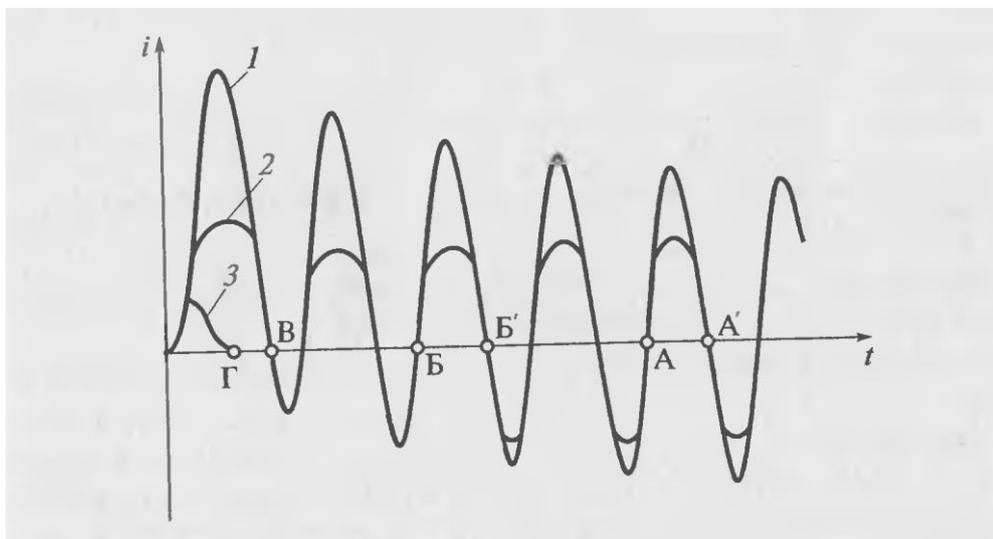


Рисунок 1.1 – Условия отключения и ограничения тока КЗ:

1 – ток КЗ в цепи; 2 – ограничение тока КЗ безынерционными ТОУ; 3 – ограничение тока КЗ токоограничивающим коммутационным аппаратом

При использовании в сети четырехпериодных выключателей отключение тока КЗ в зависимости от быстродействия релейной защиты происходит в моменты А или А'. Внедрение двухпериодных выключателей позволяет отключить ток КЗ в моменты Б или Б'.

Использование синхронизированных или тиристорных выключателей с естественной коммутацией позволяет отключить ток КЗ в момент В, т.е. при первом переходе тока через нуль. Как видно, переход от четырех- к двухпериодным, а затем и к синхронизированным выключателям позволяет снизить термическое действие тока КЗ на электрооборудование, но не ограничивает максимальное электродинамическое воздействие, определяемое ударным током; последний в указанных случаях не ограничивается.

Электродинамическое воздействие тока КЗ можно снизить путем использования токоограничивающих коммутационных аппаратов. Таковыми могут быть, например, тиристорные выключатели с принудительной коммутацией, ограничители ударного тока взрывного действия и токоограничивающие предохранители. Использование указанных аппаратов позволяет отключить ток КЗ в момент Г (кривая 3). Термическое и электродинамическое воздействия тока КЗ можно снизить путем использования безынерционных токоограничивающих устройств (БТОУ), таких как резонансные токоограничивающие устройства (кривая 2).

В ряде случаев для уменьшения термического воздействия тока КЗ и облегчения условий работы коммутационной аппаратуры могут быть использованы также инерционные токоограничивающие устройства, например устройства автоматического деления сети или устройства, состоящие из реактора, нормально зашунтированного выключателем. Очевидно, наибольшее ограничение тока КЗ достигается при использовании безынерционных токоограничивающих коммутационных устройств, однако такое решение задачи в настоящее время сдерживается либо отсутствием указанных устройств с необходимыми параметрами и эксплуатационными характеристиками, либо их высокой стоимостью.

Требуют разработки, освоения и снижения стоимостных показателей синхронизированные выключатели, ТОУ со сверхпроводниками и безынерционные токоограничивающие устройства.

Для ограничения токов КЗ на электростанциях и в сетях энергосистем используются следующие методы:

- метод оптимизации структуры и параметров сети (схемные решения);
- стационарного или автоматического деления сети;
- использования токоограничивающих устройств;
- оптимизации режима заземления нейтралей элементов электрических сетей;
- изменения схем электрических соединений обмоток трансформаторов и автотрансформаторов.

В качестве средств ограничения токов КЗ соответственно используются или могут быть использованы:

- устройства автоматического деления сети;
- токоограничивающие реакторы (неуправляемые и управляемые, с линейной или с нелинейной характеристикой);
- трансформаторы и автотрансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения;
- трансформаторы с повышенным напряжением короткого замыкания;
- безынерционные токоограничивающие устройства различного типа (резонансные, реакторно-вентильные, со сверхпроводящими элементами);
- токоограничивающие коммутационные аппараты;
- токоограничивающие резисторы;
- вставки постоянного тока;
- вставки переменного тока промышленной частоты;
- автотрансформаторы, нормально выполненные без третичной обмотки, соединенной в треугольник;
- разземление нейтралей части трансформаторов;

- заземление нейтралей части трансформаторов и автотрансформаторов через реакторы, резисторы или иные токоограничивающие устройства;
- замена на связях распределительных устройств различного напряжения автотрансформаторов на трансформаторы;
- автоматическое размыкание в аварийных режимах третичных обмоток автотрансформаторов;
- специальные схемы соединения обмоток трансформаторов блоков.

В зависимости от местных условий, требуемой степени ограничения токов при различных видах КЗ, а также от технико-экономических показателей для ограничения токов КЗ в конкретных электроустановках или в конкретных сетях энергосистемы необходимы различные средства токоограничения или их комбинации, дающие наибольший технико-экономический эффект.

В настоящее время в отечественных энергосистемах для ограничения токов КЗ наиболее часто используются: стационарное и автоматическое деления сети, токоограничивающие реакторы и аппараты, трансформаторы с расщепленной обмоткой низшего напряжения, а также разземление нейтралей части силовых трансформаторов сети, их заземление через реакторы и резисторы. Другие методы и средства ограничения токов КЗ находятся в стадии исследований, опытно-конструкторской разработки и проектной проработки.

Литература

- 1 Крючков И.П., Неклепаев Б.Н. "Расчёт коротких замыканий и выбор электрооборудования". – М.: Издательский центр "Академия", 2005. – 416 с.
- 2 Крючков И. П. Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах: Учебное пособие для вузов. – М.: Изд-во МЭИ 2000. – 168 с.
- 3 УЗО – устройство защитного отключения: Учебно-справочное пособие / Составители Н.Д.Душкин, В.К. Монаков, В.АХтаршинов. – М.: Изд-во «Энергосервис», 2003.
- 4 Правила устройства электроустановок. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1986.
- 5 Правила устройства электроустановок. – 7-е изд. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002