***К.Д. Белозерцева, студ.; рук. Н.Ф. Петрова, к.т.н., доцент***

***(НГТУ, г. Новосибирск)***

**ТРЕБОВАНИЯ К ЛИНЕЙНЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЯМ**

**В СЕТЯХ ВЫСШИХ КЛАССОВ НАПРЯЖЕНИЯ**

Условия работы выключателей при отключении коротких замыканий в действующих электрических сетях чрезвычайно разнообразны. Они зависят от многих факторов: схемы и параметров сети, места КЗ, режима работы сети и т.д. Неисправная работа выключателя может привести к авариям, повреждению дорогостоящего высоковольтного оборудования, в том числе и самого выключателя.

Задача исследования переходного восстанавливающегося напряжения (ПВН) на контактах выключателей актуальна при проектировании электрических сетей на этапе выбора высоковольтных выключателей, а также для оценки условий работы уже установленных выключателей при развитии энергосистем с возможным увеличением уровня токов короткого замыкания. Актуальность исследования также связана с отсутствием в большинстве источников доступных аналитических методик расчета ПВН, т.к. процесс восстановления напряжения между контактами выключателя является переходным процессом. Наряду с аналитическими методиками, для получения результатов в работе были использованы прикладные программы расчета электромагнитных переходных процессов.

При проверке выключателей на коммутационную способность проводится сопоставление кривых собственного ПВН, имеющих место при отключении токов короткого замыкания в конкретной точке сети, и нормированных для данного типа выключателя, которые приведены, в частности, в [1].

Расчетные осциллограммы ПВН были получены с использованием приложения *Simulink* компьютерной системы *MATLAB* при отключении первого полюса выключателя при трехфазном коротком замыкании (КЗ) для следующих случаев:

1. Отключение КЗ на воздушной линии (ВЛ) непосредственно за выключателем при наличии и отсутствии шунтирующего сопротивления в нём.

2. Отключение КЗ при наличии токоограничивающего реактора (ТОР) на ВЛ.

3. Отключение КЗ при наличии на подстанции высокочастотного заградителя (ВЧЗ) и конденсатора связи (КС).

Для исследования процессов была составлена схема замещения сети с возможностью моделирования приведенных выше расчетных случаев, заимствованная, в частности, из [2]. Составленная расчетная схема позволяет в дальнейшем моделировать различные расчетные случаи и оценивать коммутационную способность выключателей, устанавливаемых в сети любой конфигурации, что имеет несомненную практическую ценность. Компьютерная осциллограмма процессов восстановления напряжения на контактах линейного выключателя для второго расчетного случая приведена на рисунке 1.

кВ *U*

кВ *U*



*t*

мкс

*t*

мкс

2

1

2

1

*а)*

*б)*

1

*t*

мкс

Рис. 1 Расчетные (1) и нормируемые (2) кривые на контактах линейного выключателя а) без принятия специальных мер по снижению скорости ПВНб) при принятии мер по снижению скорости ПВН

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

* Скорость восстановления напряжения на контактах линейных выключателей зависит от величины отключаемого тока и от параметров цепи в месте установки выключателя.
* Наличие в цепи ТОР и ВЧЗ снижает ток, проходящий через выключатель, но в, то, же время приводит к появлению дополнительной высокочастотной составляющей, что может привести к превышению скорости ПВН в начальные моменты времени.
* Снизить скорость восстановления напряжения на контактах выключателя можно путём установки параллельно контактам шунтирующих элементов: ёмкости или резистора, что в свою очередь приводит к усложнению конструкции выключателя.

**Библиографический список**

1. ГОСТ Р 52565 – 2006 – Выключатели переменного тока на напряжения от 3 до 750 кВ – Москва: Стандартинформ, 2007 – 86с.
2. **Д. Шоуп, Дж. Пасерба, Р.Г. Колкласер, Т. Розенбергер, Л. Ганатра, С. Исаак**. Требования к восстанавливающимся напряжениям переходных процессов, связанных с применением токоограничивающих реакторов//Международная конференция по переходным процессам энергетических систем (Монреаль, 19 – 23 июня 2005).