***С. П. Кошелько, аспирант; рук. В. Е. Качесов, д. т. н., проф.***

***(НГТУ, Новосибирск)***

# РАЗРАБОТКА АДАПТИВНОГО ОАПВ ДЛЯ ЛЭП БЕЗ ПОПЕРЕЧНОЙ КОМПЕНСАЦИИ НА ОСНОВЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕХОДНОГО ПРОЦЕССА

При разработке адаптивного ОАПВ основной задачей является надежное определение факта погасания дуги подпитки. Актуальность исследуемой задачи подтверждается тем, что не существует универсального метода, сочетающего в себе высокий уровень надежности определения факта погасания вторичной дуги при различных конфигурациях параметров ЛЭП и простоту реализации алгоритма. В связи с выше отмеченным, разработка простого и наименее трудоемкого способа адаптивного ОАПВ является приоритетной задачей.

Работу ЛЭП в цикле ОАПВ можно разбить на несколько характерных зон (рис. 1):

I – нормальный режим;

II –короткое замыкание, горит дуга на поврежденной фазе;

III –горение дуги подпитки на отключенной фазе, после отключения линейных выключателей;

IV – самогашение дуги подпитки и восстановление напряжения;

V – включение линейных выключателей поврежденной фазы

200

250

300

350

400

450

500

550

600

650

700

750

800

850

900

950

1000

-500

-400

-300

-200

-100

0

100

200

300

400

500

**I**

**II**

**III**

**IV**

**V**

*t*, мc

*U*, кВ

Рис. 1. Осциллограмма полного цикла адаптивного ОАПВ

Хорошо известен способ ОАПВ, при котором факт самогашения дуги подпитки (вторичной дуги) после отключения линейных выключателей поврежденной фазы устанавливают, анализируя действующее значение восстанавливающегося напряжения на отключенной фазе[1]. В режиме горения дуги подпитки напряжение на отключенной фазе в подавляющем большинстве аварийных случаев меньше, чем после погасания дуги. Однако при значительном перетоке мощности по ВЛЭП (при значительном угле передачи мощности δ) и коротком замыкании на конце противоположном месту измерения фазного напряжения на линии, последнее в режиме горения дуги подпитки (т.е. замыкания на «землю») может быть соизмеримым или даже превышать восстанавливающееся напряжение после самогашения дуги подпитки (рис. 1), что обусловлено значительной продольной ЭДС, наводимой в отключенной фазе ЛЭП токами в неповрежденных фазах. Это приводит к появлению зон нечувствительности, т.е. невозможности надежного установления факта самогашения дуги подпитки и последующего быстрого повторного включения линейных выключателей поврежденной (отключенной) фазы.

Поэтому разрабатываются альтернативные способы определения факта гашения дуги, основанные на параметрах переходного процесса, сопровождающего гашение вторичной дуги.

При работе ЛЭП в режиме перетока значительной мощности ШР (шунтирующие реакторы) могут быть отключены из условия ведения режима. В этом случае после гашения дуги подпитки на отключенной (поврежденной) фазе восстанавливается напряжение, содержащее постоянную составляющую, начальное значение которой приблизительно равно амплитуде восстанавливающегося напряжения. Эта составляющая может выступать в качестве контролируемого параметра для надежного определения факта самогашения дуги подпитки. Однако на измерительное устройство сигнал поступает через цепь элементов, которые подавляют постоянную составляющую. В настоящее время для измерения высокого напряжения применяются измерительные трансформаторы, которые в основном ориентированы на диапазон частот вблизи промышленной, а передача на вторичную сторону постоянной составляющей встречает заметные трудности. В настоящей работе рассматривается случай, когда на ВЛ установлены электромагнитные (измерительные) трансформаторы напряжения (ЭМТН).

Несмотря на то, что постоянная составляющая в общем случае не трансформируется на вторичную сторону, она, все же, кратковременно возникает после самогашения вторичной дуги. Длительность её существования определяется в основном временем насыщения магнитопровода трансформатора напряжения, которое, для современных ЭМТН составляет, как правило, единицы периодов промышленной частоты. На этом явлении разработан способ адаптивного ОАПВ, реагирующий на постоянную составляющую в переходном восстанавливающемся напряжении на отключенной фазе. Схема электропередачи, оснащенная линейными ЭМТН в режиме ОАПВ показана на рис. 2.

Рис. 2. Схема электропередачи с линейными ЭМТН в режиме горения дуги подпитки

Способ реализуется следующим образом. После подачи команды на отключение линейных выключателей поврежденной фазы на ней спустя два периода промышленной частоты посредством электромагнитных измерительных трансформаторов напряжения и аварийных цифровых регистраторов (самописцев) измеряют напряжение (*u*и) в конце линии. По мере поступления измерительных данных в систему АОАПВ на скользящем временном отрезке (во временном окне), равном периоду промышленной частоты, непрерывно вычисляют среднее значение напряжения (*u*ср) на отключённом проводе, а также, амплитуду основной гармонической составляющей промышленной частоты напряжения (u~). Вычисление напряжений *u*~ и *u*ср выполняют посредством применения прямого дискретного преобразования Фурье. Далее на основе получаемых расчетных данных (*u*cp и *u*~) вычисляют отношение среднего измеренного напряжения к амплитуде основной гармонической составляющей:



Сигнал *K*(*kh*) (где *k* - номер измерительного отсчета, *h* - шаг дискретизации по времени) обрабатывают линейным цифровым фильтром нижних частот (ЛЦФНЧ) 1-го…2-го порядка [2] с частотой среза в 3-4 раза меньшей промышленной. В момент времени, когда на выходе ЛЦФНЧ модуль обработанного сигнал *K*(*kh*) превысит пороговое значение, т.е. выполнится условие *K\**(*kh*)>0.5, отмечают факт гашения дуги подпитки на основе появления постоянной составляющей в напряжении отключенной фазы и фиксируют время *t*гаш=(*kh*). После установления факта гашения с временной задержкой *t*деион=200 мс, обеспечивающей надежную деионизацию ствола вторичной дуги, подают команду на повторное включение линейных выключателей отключенной фазы (рис. 3).

*u*и, В

*u*~, В

100

0

0

50

100

150

-40

-20

0

20

-1

0

1

2

*K*

0.1

0.15

0.2

0.25

0.3

0.35

0.4

0.45

0.5

0.55

0.6

-0.5

0

0.5

1

*K*\*

*t*, c

tгаш

*u*ср, В

100

Рис. 3. Входной сигнал на отключенной фазе в цикле ОАПВ и его обработка для электропередачи, оснащенной ЭМТН

**Вывод.** Разработан способ адаптивного ОАПВ для ЛЭП без компенсации зарядной мощности, основанный на выделении постоянной составляющей в восстанавливающемся напряжении на отключенной фазе после гашения дуги подпитки, который не имеет зон нечувствительности по углу передачи мощности.

**Библиографический список**

1. **Левинштейн. М.Л.** Процессы при однофазном автоматическом повторном включении линий высоких напряжений. Под ред. М.Л. Левинштейна. – М.: Энергоатомиздат, 1991.
2. **Сергиенко А. Б.** Цифровая обработка сигналов. 2-е изд. — Спб: Питер, 2006.