

УДК 621.316.925

## **ПРИМЕНЕНИЕ УСТРОЙСТВ АВТОМАТИКИ ОГРАНИЧЕНИЯ ПЕРЕГРУЗКИ ОБОРУДОВАНИЯ**

Чубренко А.В., магистрант гр. ЭПмз-211, II курс  
Кузбасский государственный технический университет  
имени Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В соответствии с [1] устройства автоматики ограничения перегрузки оборудования (АОПО) предназначены для предотвращения недопустимой по величине и длительности токовой нагрузки защищаемых элементов. Устройство АОПО должно обеспечивать:

- срабатывание при выявлении превышения в любой из трех фаз током по защищаемому элементу заданной величины при заданной температуре окружающей среды;
- выдачу управляющего воздействия через заданную выдержку времени.

Устройства АОПО должны устанавливаться на всех ЛЭП и электросетевом оборудовании, недопустимая по величине и длительности токовая перегрузка которого возможна в нормальных (ремонтных) схемах, а также в послеаварийных режимах после нормативных возмущений.

В устройстве АОПО должна быть предусмотрена пофазная фиксация токовой нагрузки.

В качестве основных управляющих воздействий для ликвидации токовой перегрузки ВЛ 110 кВ предусматривается использовать действие на отключение генераторов ТГ-1, ТГ-2 Беловской ГРЭС в необходимом объеме.

Устройства АОПО ВЛ 110 кВ Беловской ГРЭС должны контролировать ток по каждой контролируемой ВЛ 110 кВ с учетом направления мощности от шин станции и в зависимости от величины и длительности зафиксированной токовой перегрузки, обеспечивать воздействия сигнальной ступенью и рабочими ступенями.

Сигнальная ступень – действие на сигнал для привлечения внимания оперативного персонала.

Рабочая ступень с несколькими выдержками времени и следующим порядком реализации управляющих воздействий:

- 1)(ОГ-1) на отключение одного из генераторов из числа отключаемых генераторов на Беловской ГРЭС;
- 2)(ОГ-2) на отключение второго генератора из числа отключаемых генераторов на Беловской ГРЭС;
- 3) на отключение выключателя 110 кВ контролируемой ВЛ с запретом АПВ.

Кроме того, в резерве предусматривается еще одна ступень с несколькими выдержками времени.

Порядок привлечения отключаемых генераторов на Кемеровской ГРЭС задается положением оперативных переключателей для возможности следующего выбора:

- 1) ОГ-1 – отключение одного генератора из ТГ-1, ТГ-2, мощностью 200 МВт каждый;
- 2) ОГ-2 – отключение другого генератора из ТГ-1, ТГ-2 мощностью 200 МВт каждый.

Отключение генераторов выполняется путем отключения выключателя 110 кВ для ТГ-1 и выключателей 110 кВ для ТГ-2 с выходом ТГ на холостой ход с последующей работой технологической автоматики при недопустимости параметров.

Рассмотрим ремонтные схемы с учетом установки АОПО. Для этого моделируем ремонтные схемы, нормативное возмущение и проверяем, входят ли параметры линии в область допустимых значений при отключении только ТГ-1 и ТГ-2. Если условие не соблюдается, то пересчитываем режим до того момента, пока условие не будет выполнено.

Выбор логики действия и уставок устройств АОПО выполняются с учетом методических материалов ОДУ Сибири: «Алгоритм работы и настройка устройств АОПО. Уточнения и детализация подходов, применяемых при выборе логики действия и уставок устройств АОПО» 2113.3.43.01-400.23/05.2016.

Каждое устройство АОПО выполняется по ступенчатому принципу и содержит сигнальную (первую) ступень и несколько рабочих ступеней

Учитывая имеющуюся зависимость допустимых токов по контролируемому ВЛ от температуры окружающей среды (в летних режимах) целесообразно выполнить в устройствах АОПО несколько групп уставок (по числу контролируемых температурных диапазонов) и автоматическое переключение на соответствующие группы в зависимости от текущей температуры воздуха. Температуру воздуха предусматривается измерять с помощью специальных датчиков температуры, установленных в специальной метеорологической будке, исключаяющей воздействия прямых солнечных лучей и ветра на измерительные приборы.

В соответствии с [2] в устройстве АОПО должна быть реализована проверка достоверности поступающей информации о температуре окружающей среды (отсутствие / наличие сигнала от датчика температуры окружающей среды, выход замера температуры окружающей среды за заданный диапазон измерений, выход разности между показаниями датчиков окружающей среды за допустимую величину). При выявлении недостоверности поступающей информации о температуре окружающей среды устройство АОПО должно переходить с автоматического режима задания групп уставок на последние достоверные данные, полученные от датчиков температуры окружающей

среды, и сигнализировать оперативному персоналу о выявлении недостоверности.

Кроме того, в устройстве АОПО должна быть предусмотрена возможность оперативного вывода автоматического режима задания групп уставок и переход на группу уставок заданную оперативно.

С учетом вышеизложенного в устройстве АОПО предусматривается организация 10-ти групп уставок соответствующих следующим температурам окружающего воздуха для автоматического режима определения температуры:

- 1 группа – температура  $-5$  градусов  $^{\circ}\text{C}$  и ниже;
- 2 группа – температура более  $-5$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $0$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 3 группа – температура более  $0$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $+5$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 4 группа – температура более  $+5$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $+10$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 5 группа – температура более  $+10$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $+15$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 6 группа – температура более  $+15$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $+20$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 7 группа – температура более  $+20$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $+25$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 8 группа – температура более  $+25$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $+30$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 9 группа – температура более  $+30$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ , но не более  $+35$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ ;
- 10 группа – температура более  $+35$  градусов  $^{\circ}\text{C}$ .

Уставка по времени сигнальной ступени устройства АОПО ЛЭП должна быть отстроена от:

- цикла АПВ ЛЭП, электросетевого оборудования, аварийное отключение которой может привести к недопустимой токовой нагрузке защищаемой устройством АОПО ЛЭП;

- времени действия основных и резервных защит, а также времени действия устройств резервирования отказа выключателя (УРОВ) защищаемой устройством АОПО ЛЭП, а также прилегающей электрической сети.

Для отстройки от указанных условий на начальном этапе можно принять выдержку времени первой ступени АОПО не менее  $8,0$  с.

Сигнальная ступень формирует аварийно-предупредительный сигнал «Перегрузка ВЛ», который заводится на центральную сигнализацию объекта, в систему ССПИ объекта и также передается в ОИК диспетчерского центра.

В проектируемых устройствах АОПО ВЛ  $110$  кВ предусматривается использовать не менее одной рабочей ступени (вторая ступень АОПО) с одной уставкой по току и несколькими выдержками времени:

Уставка по току второй ступени устройства АОПО ВЛ 110 кВ соответствует аварийно допустимой токовой нагрузке оборудования и/или провода контролируемой ВЛ.

Уставки по времени второй ступени устройства АОПО ВЛ 110 кВ должны:

- соответствовать допустимой длительности перегрузки, разрешенной собственником оборудования, для соответствующей величины максимально возможной перегрузки, определенной по результатам расчетов электрических режимов, за вычетом времени реализации всех используемых УВ в данной ступени и дополнительной ступени селективности (0,5-5 сек) между выдержками времени на УВ;

- быть отстроены от цикла АПВ ЛЭП, электросетевого оборудования, аварийное отключение которой может привести к недопустимой токовой нагрузке защищаемой устройством АОПО ЛЭП;

- быть отстроены от времени действия основных и резервных защит, а также времени действия УРОВ защищаемой устройством АОПО ЛЭП, а также прилегающей электрической сети.

Уставки по току определяются для разной температуры наружного воздуха и зависимости допустимых токовых нагрузок ЛЭП от данной температуры. Уставки задаются для автоматического выбора групп уставок в зависимости от температуры, а также групп уставок предусмотренных для оперативного выбора:

- группа «зима», уставки выбираются для температуры -5 град. С;
- группа «лето1», уставки выбираются для температуры +25 град. С;
- группа «лето2», уставки выбираются для температуры +40 град. С.

Ориентировочные параметры срабатывания комплекса АОПО представлены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Ориентировочные параметры срабатывания устройств АОПО  
 Беловской ГРЭС (уставки срабатывания по току)

№ п/п	Защищаемый элемент	Ступень	Параметр	Температура воздуха (группы уставок при автоматическом выборе)										Группа уставок в режиме оперативного выбора		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	«Зима»	«Лето1»	«Лето2»
1	ВЛ 110 кВ Беловская – Беловская ГРЭС I(II) цепь	1	$I_{cp}$ , А	87 7	84 3	81 6	78 2	75 5	71 4	68 0	63 9	59 8	55 1	877	680	551
		2	$I_{cp}$ , А	87 7	84 3	81 6	78 2	75 5	71 4	68 0	63 9	59 8	55 1	877	680	551

Таблица 2

Ориентировочные параметры срабатывания устройств АОПО  
 Беловской ГРЭС (управляющие воздействия)

№ п/п	Защищаемый элемент	ОНМ	Настройка автоматики			
			Степень	$I_{ср.},$ А	$T_{ср.},$ А	Управляющее воздействие
1	ВЛ 110 кВ Беловская – Беловская ГРЭС I(II) цепь	от шин станции	1	См. табл. 1	8	Сигнал «Перегрузка ВЛ»
			2		10	Отключение одного ТГ
					12	Отключение второго ТГ
					14	Отключение выключателя 110 кВ контролируемой ВЛ с запретом АПВ
					-	Резерв

Примечание: ОНМ – орган направления мощности устройства АОПО

Предлагаемая схема расстановки АОПО на линиях ВЛ 110 кВ Беловская – Беловская ГРЭС I(II) цепь показана на рис. 1.

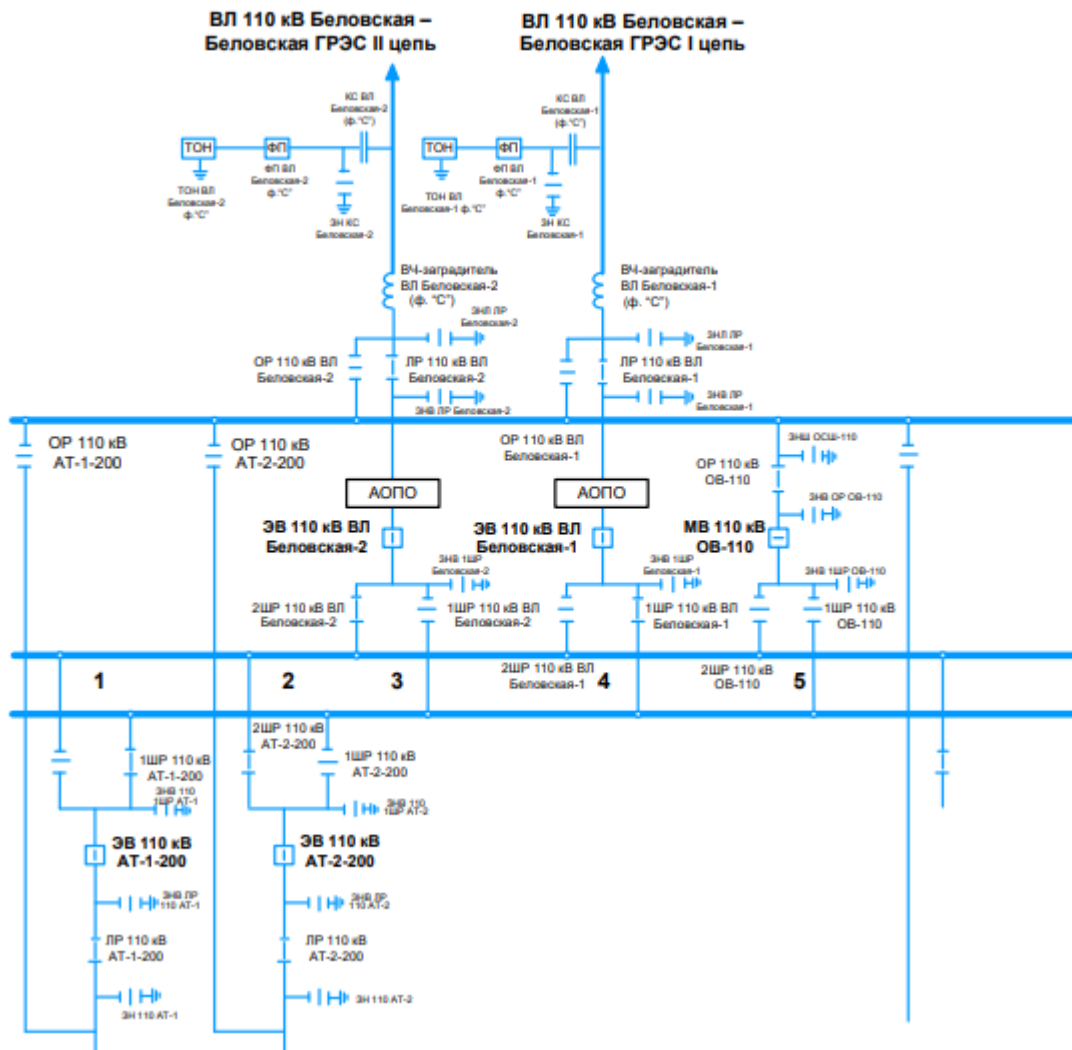


Рис. 1. Схема расстановки АОПО

Вариант установки АОПО на двух линиях обеспечивает максимально возможный выход на проектную мощность Беловской ГРЭС, отсутствует влияние человеческого фактора, не требуется замена дорогостоящего оборудования.

### **Список литературы:**

1. Требования к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом 110 кВ и выше устройствами и комплексами релейной защиты и автоматики, а также к принципам функционирования устройств и комплексов релейной защиты и автоматики, утв. приказом Минэнерго России от 13.02.2019 № 101.

2. СТО 59012820.29.240.007–2008. Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем.

3. Горелов, С. В. Автоматизация расчётов режимов перетоков активной мощности в электроэнергетических системах / С. В. Горелов, С. О. Хомутов, И. А. Поляков, Ю. М. Денчик ; под. ред. В. П. Горелова, В. Г. Сальникова. – Новосибирск: Издательство Сибирский государственный университет водн. трансп., 2016. – 120 с.