**Тема: Электрические станции и подстанции**

**Лекция№ 14. СРЕДСТВА ОГРАНИЧЕНИЯ ТОКОВ КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ.**

Для ограничения токов КЗ в мощных энергоустановках служат токоограничивающие реакторы. Это позволяет применить более лёгкие и дешёвые выключатели и уменьшить площадь сечения кабелей, а следовательно, удешевить РУ.

Основная область применения реакторов – электрические сети напряжением 6 и 10 кВ. Иногда их используют и в установках напряжением 35 кВ

Для ограничения тока КЗ в РУ 6 – 10 кВ ТЭЦ применяют секционные и линейные реакторы (рис. 14.1).

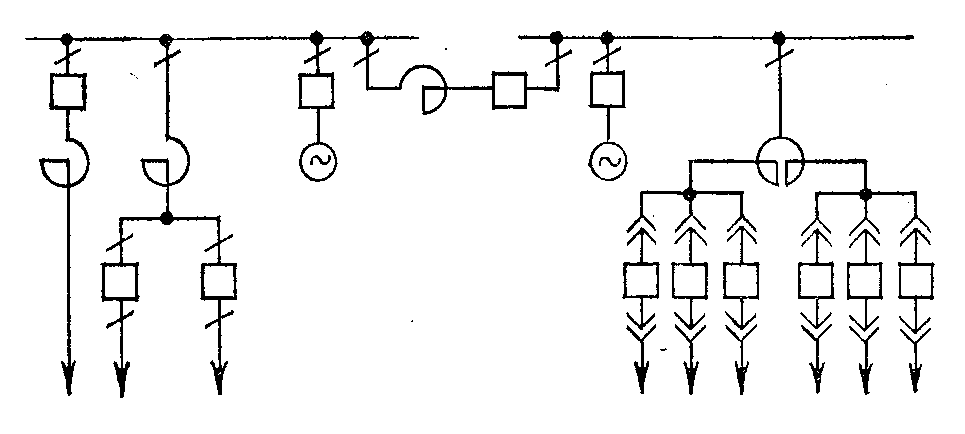


Рис. 14.1. Схема включения реакторов в ГРУ.

В нормальном режиме работы станции через секционные реакторы проходят небольшие токи и потери напряжения в них малы. При нарушении нормального режима, например при отключении генератора или трансформатора, через реакторы проходят значительные рабочие токи и потери напряжения достигают в них (4 - 6) % *Uном*. Секционные реакторы ограничивают ток КЗ в зоне сборных шин, присоединений генераторов, трансформаторов, и сопротивление реакторов должно быть достаточным для того, чтобы ограничивать ток КЗ до значений, соответствующих параметрам намечаемых к установке выключателей. Номинальный ток секционного реактора должен соответствовать мощно сти, передаваемой от секции к секции при нарушении нормального режима.

Обычно принимают

*Iр.ном≥(0,6 – 0,7)Iг.ном ; xр=0,2 – 0,35 Ом*

Задав сопротивление реактора, рассчитывают ток КЗ на шинах установки. Если ток окажется больше ожидаемого, следует изменить сопротивление реактора и повторить расчёт.

Линейные реакторы включаются последовательно в цепь отходящей линии, они хорошо ограничивают ток КЗ в распределительной сети и поддерживают остаточное напряжение *Uост* на шинах установки при КЗ на одной из линий. Последнее благоприятно сказывается на потребителях электрической энергии, и по условиям самозапуска электродвигательной нагрузки *Uост* должно составлять не менее (65 - 70) % *U*ном.

Для ограничения тока КЗ целесообразно иметь возможно большее индуктивное сопротивление реактора. Однако значение *хр* должно быть ограничено допустимым значением потери напряжения в реакторе при нормальном режиме работы установки (1,5—2% номинального).

Основные параметры реакторов следующие: номинальное напряжение, номинальный ток, индуктивное сопротивление, а также ток динамической стойкости *Imдин*(амплитудное значение), ток термической стойкости *IТ* и допустимое время действия тока термической стойкости *tТ*.

При большом числе линий применяют групповые реакторы, т. е. один реактор на несколько линий. Затраты, связанные с установкой реактора, в этом случае уменьшаются, однако уменьшается и токоограничивающее действие реактора с большим номинальным током при заданном значении потери напряжения.

Сдвоенные реакторы лишены недостатков групповых реакторов. К среднему выводу реактора присоединены источники питания, а потребители подключаются к крайним выводам (рис. 14.1). Сдвоенные реакторы характеризуются номинальным напряжением, номинальным током ветви и сопротивлением одной ветви *xр=xв=ωL* при отсутствии тока в другой. При эксплуатации стремятся к равномерной загрузке ветвей (*I1=I2=I*). В нормальном режиме работы установки потеря напряжения в ветви реактора с учетом взаимной индукции ветвей определится как

*Δu’=(IωL-IωM)sinφ= IωL(1-kc) sinφ*,

где *kc = M/L* — коэффициент связи ветвей реактора.

Если *хв* =*ωL*, то индуктивное сопротивление ветви с учетом взаимной индукции *x'B = xB(1—kc)*. Обычно коэффициент связи *kc* близок к 0,5, тогда *х'в = 0,5хв*, т. е. потеря напряжения в сдвоенном реакторе вдвое меньше по сравнению с обычным реактором.

При КЗ за одной из ветвей ток в ней значительно превышает ток в неповрежденной ветви. Влияние взаимной индукции мало, и *xр=xв*, т. е. сопротивление реактора при КЗ вдвое больше, чем в нормальном режиме.

Рассмотрим порядок выбора линейных реакторов.

Реакторы выбирают по номинальному напряжению и номинальному току:

*Uуст≤Uр.ном ; Iраб.утяж≤Iр.ном*

Индуктивное сопротивление реактора выбирают исходя из условий ограничения тока КЗ до заданного уровня, определяемого коммутационной способностью выключателей, которые установлены в данной сети. Например, на линиях часто устанавливаются выключатели ВМП-10К с током отключения *Iотк=*20 кА. Первоначально известно значение периодической составляющей тока КЗ *Iп0*, которое с помощью реактора необходимо уменьшить. Результирующее сопротивление цепи КЗ до места присоединения реакторов (рис. 14.2) можно определить по выражению

.

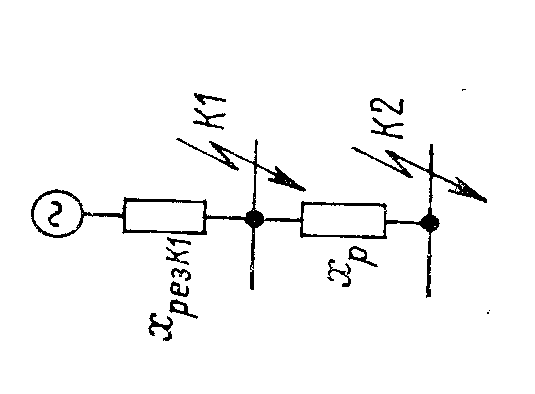


Рис. 14.2. Схема замещения для определения сопротивления реактора.

Начальное значение периодической составляющей тока за реактором должно быть равно току отключения выключателя:

*Iп0 К2=Iоткл*

Сопротивление цепи КЗ до точки К2 за реактором

.

Разность полученных сопротивлений даст необходимое сопротивление реактора:

*xр=xрез К2 – xрез К1.*

Выбирают по каталогу тип реактора с ближайшим большим значением *xр* и рассчитывают действительное значение периодической составляющей тока КЗ за реактором.

Выбранный реактор необходимо проверить на электродинамическую стойкость:

*iу≤Im дин,*

где *iу* — ударный ток трехфазного КЗ за реактором.

Проверка на термическую стойкость проводится по условию

*Bk≤I2T tT*

где *Вк* — расчётный импульс квадратичного тока при КЗ за реактором.

Короткое замыкание за реактором можно считать удалённым, поэтому

*Bк=I2п0 К2(tоткл+Tа)*,

при этом в значение *tоткл* входит время действия релейной защиты отходящих линий, составляющее 1—2 с.

Необходимо также определить потерю напряжения в реакторе и остаточное напряжение на шинах установки (в процентах):

*Δu=√3Iрабxрsinφ100/Uном;*

*Uост=√3Iп0 К2xр 100/Uном*

и сравнить полученные значения с допустимыми.