

9. Защиты шин.

9.1. Защита сборных шин, ошиновки.

Опыт эксплуатации показывает, что несмотря на благополучные условия для надзора и ухода за элементами распределительных устройств подстанций повреждения на их шинах все же имеет место. К числу причин к.з. на шинах можно отнести: перекрытие шинных изоляторов и вводов выключателей; повреждение ТН и установленных между шинами и выключателями; повреждение ТТ; поломка изоляторов разъединителей и воздушных выключателей во время операций; ошибки обслуживающего персонала.

Для отключения к.з. применяют соответствующие защиты. в качестве таких защит на силовых трансформаторах применяются защиты от внешних к.з., а на ЛЭП – МТЗ и ДЗ, однако эти защиты в основном выполняются с выдержками времени, а по условиям устойчивости в сети 110-500кВ необходимо мгновенное отключение мф.к.з. на шинах. Поэтому существует необходимость применения специальных защит.

1. Дифференциальная защита шин.

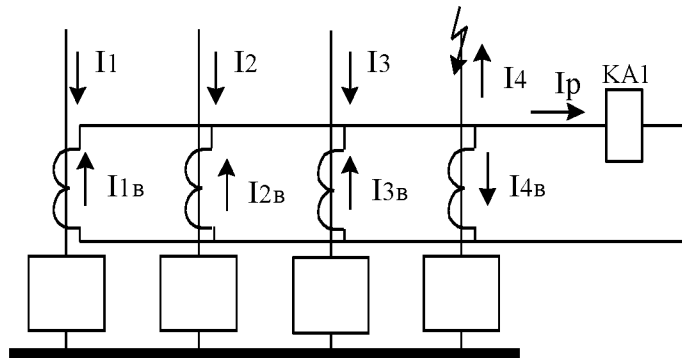


Рис.9.1. Схема диф.защиты шин.

Дифференциальная защита шин основана на том же принципе, что и диф.защита трансформаторов, т.е. на сравнении величины и фазы токов.

На присоединениях устанавливаются ТТ с одинаковыми коэффициентами трансформации. Реле КА1 включено на сумму всех присоединений, так чтобы при первичных токах, направленных к шинам в нем проходил ток $I_p = \sum I_{прис}$, тогда при внешнем к.з. $\sum I_{прис} = 0$:

$$I_4 = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_p = (I_{1в} + I_{2в} + I_{3в}) - I_{4в} = \frac{I_1}{n_T} + \frac{I_2}{n_T} + \frac{I_3}{n_T} - \frac{I_4}{n_T} = 0$$

С учетом тока намагничивания:

$$I_{1в} = \frac{I}{n_T} - I_{нам}$$

$$I_p = \dot{I}_{нам4} - (\dot{I}_{нам1} + \dot{I}_{нам2} + \dot{I}_{нам3}) = I_{нб}$$

Вследствие погрешности ТТ в реле появляется ток небаланса равный геометрической разности токов $I_{нам}$. Ток срабатывания выбирается так, чтобы защита была отстроена от этих токов небаланса: $I_{сп} > I_{нбmax}$.

При к.з. на шинах ток в реле:

$$I_p = \frac{I_1 + I_2 + I_3 + I_4}{n_T} = \frac{I_{к.з.}}{n_T}$$

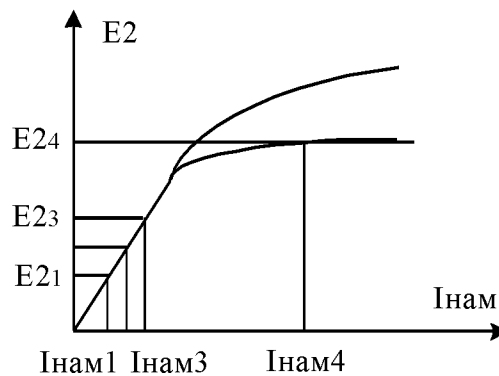
При к.з. на шинах диф.защита реагирует на полный ток к.з., при условии, что $I_{к.з.} > I_{с.з.}$

В нормальном режиме часть токи в некоторых присоединениях могут быть направлены к шинам, а другие от шин: $\sum I_{прих} = \sum I_{уход}$

$$I_p = \sum \frac{I_{прих}}{n_T} - \sum \frac{I_{уход}}{n_T} = 0$$

Для повышения надежности работы диф.защиты шин применяются следующие мероприятия:

1. Уменьшение тока небаланса.



Ток намагничивания ТТ зависит от E_2 : чем больше $I_{к.з.}$, тем больше E_2 и тем больше $I_{нама}$.

Для уменьшения тока намагничивания нужно обеспечить условия, при которых все ТТ при внешних к.з. работают в ненасыщенной части характеристики. Для этого необходимо: однотипные ТТ класса Р(Д); уменьшение кратности $I_{к.з.}$ к $I_{ном}$; уменьшение нагрузки на ТТ; уменьшение сопротивления соединительных проводов (за счет увеличения сечения проводов сокращения длины, увеличения сечения); уменьшение вторичных токов (применением ТТ с $I_{ном}=1A$).

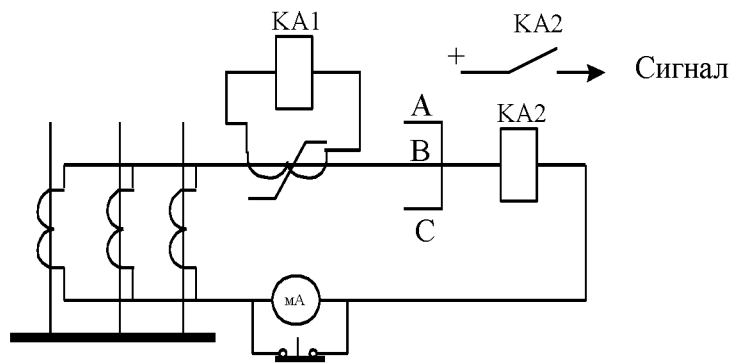
2. Отстройкой диф.реле от токов небаланса.

В неустановившемся режиме $I_{нб}$ могут достигать больших значений за счет влияния аperiodической составляющей тока к.з. Для улучшения отстройки применяются реле с быстронасыщающимся ТТ.

3. Контроль за исправностью токовых цепей.

В случае обрыва или шунтирования фазы вторичных цепей ТТ, ток не поступает в диф.реле. В результате баланс токов в реле нарушается. Защита может неправильно сработать и погасить всю подстанцию, т.е. создать сложную аварию. Для исключения этого диф.реле отстраивается от тока нагрузки наиболее загруженного присоединения. Кроме того устанавливается дополнительно чувствительное токовое реле:

Реле КА2 с выдержкой времени выводит защиту из действия и подает сигнал. Обрыв, ухудшение контакта в цепи какой-либо фазы или витковые замыкания в ТТ можно обнаружить и с помощью миллиамперметра. Нажимая кнопку дежурный периодически измеряет ток небаланса, т.е. исправность токовых цепей.



Главное достоинство диф.защиты шин – это быстрота, селективность и высокая чувствительность. Диф.защита не действует при перегрузки и при качаниях.

2. Неполная диф.защита шин.

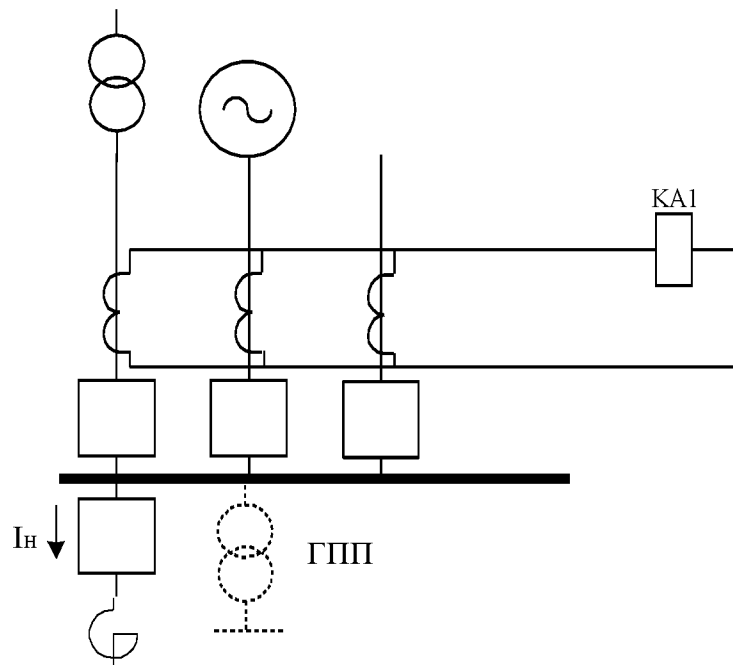
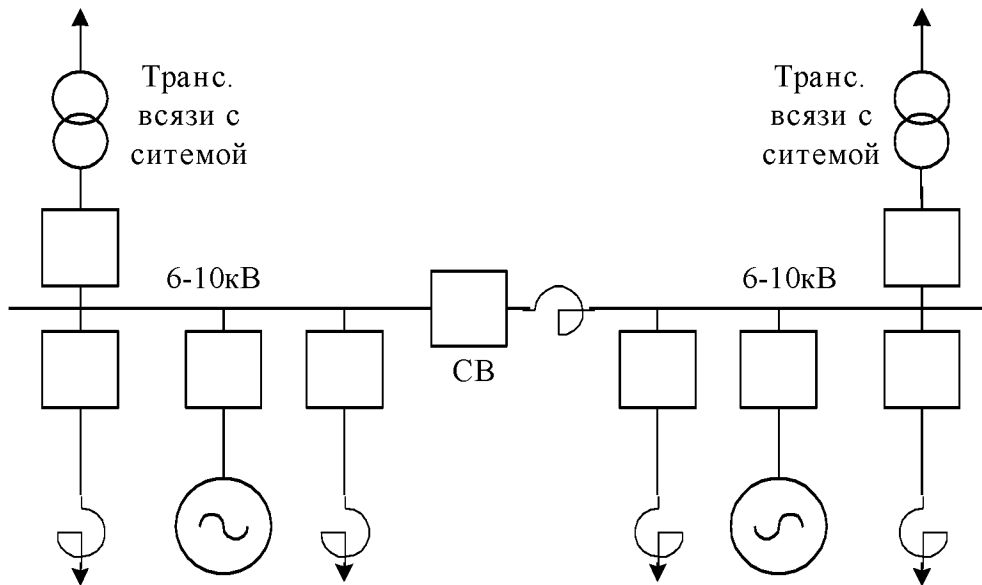


Рис.9.2. Схема неполной диф.защиты шин.

На подстанциях с несколькими источниками питания и тупиковыми ЛЭП диф.реле включается на сумму токов всех источников питания.

В нормальном режиме ток нагрузки не попадает в реле, токи в реле не балансируются и в нем протекает остаточный ток равный току суммарной нагрузки всех линий. Защита не действует при $I_{наг} < I_{к.з}$.

9.2. Защита шин 6-10кВ.



При к.з. на секции сборных шин поврежденная секция обесточивается путем отключения питаемых элементов и СВ. Реакторы применяются для ограничения тока к.з. при повреждениях на отходящих кабельных линиях. Для станций они способствуют поддержанию остаточного напряжения на сборных шинах, что повышает устойчивость параллельно работы генераторов и надежность питания потребителей электропотребителей.

Принцип выполнения защиты шин 6-10кВ.

На шинах могут возникать м.ф.к.з. (перекрытие шинных изоляторов, вводов выключателей, измерительные ТТ и ТН, поломка изоляторов разъединителей при операциях с ними, ошибки дежурного персонала. Для отключения к.з. на сборных шинах 6-10кВ можно использовать установленные на генераторах и трансформаторах связи МТЗ с пуском по минимальному напряжению, токовую защиту обратной последовательности при 2-х фазных к.з. Эти защиты в большинстве случаев выполняются с выдержкой времени 6-8сек., что может привести к значительному увеличению повреждений на шинах и длительному понижению напряжения на секциях шин. В связи с этим применяется специальная защита, действующая на отключение всех присоединений питающих поврежденные шины.

Неполная ДЗШ. При неполной ДЗШ в нормальном режиме в реле протекает суммарный ток нагрузки потребителей отходящих линий 6-10кВ. В случае повреждения на питающем элементе за ТТ она ведет себя как обычная ДЗШ, т.е. не действует при внешнем к.з. ТТ для неполной ДЗШ 6-10кВ выбирают с одинаковыми коэффициентами трансформации, что исключает необходимость выравнивания вторичных токов на всех питающих элементах и повышает надежность защиты. В реле неполной ДЗШ 6-10кВ проходит ток равный геометрической сумме вторичных токов ТТ только питающих элементов и поэтому в реле протекает ток равный току суммарной нагрузки.

При к.з. на отходящих линиях ток к.з. и нагрузки не балансируются. Исп выбирается больше чем $\sum I_{нагр}$ линий.

Неполная ДЗШ выполняется двух ступенчатой: 1-я ступень – токовая отсечка, а при недостаточной ее чувствительности она выполняется как комбинированная отсечка по току и напряжению; 2-я ступень – МТЗ с выдержкой времени, которая для обеспечения отключения к.з. за линейным реактором имеет повышенную чувствительность. Она служит и для резервирования 1-й ступени защиты шин, а также защит отходящих линий 6-10кВ.

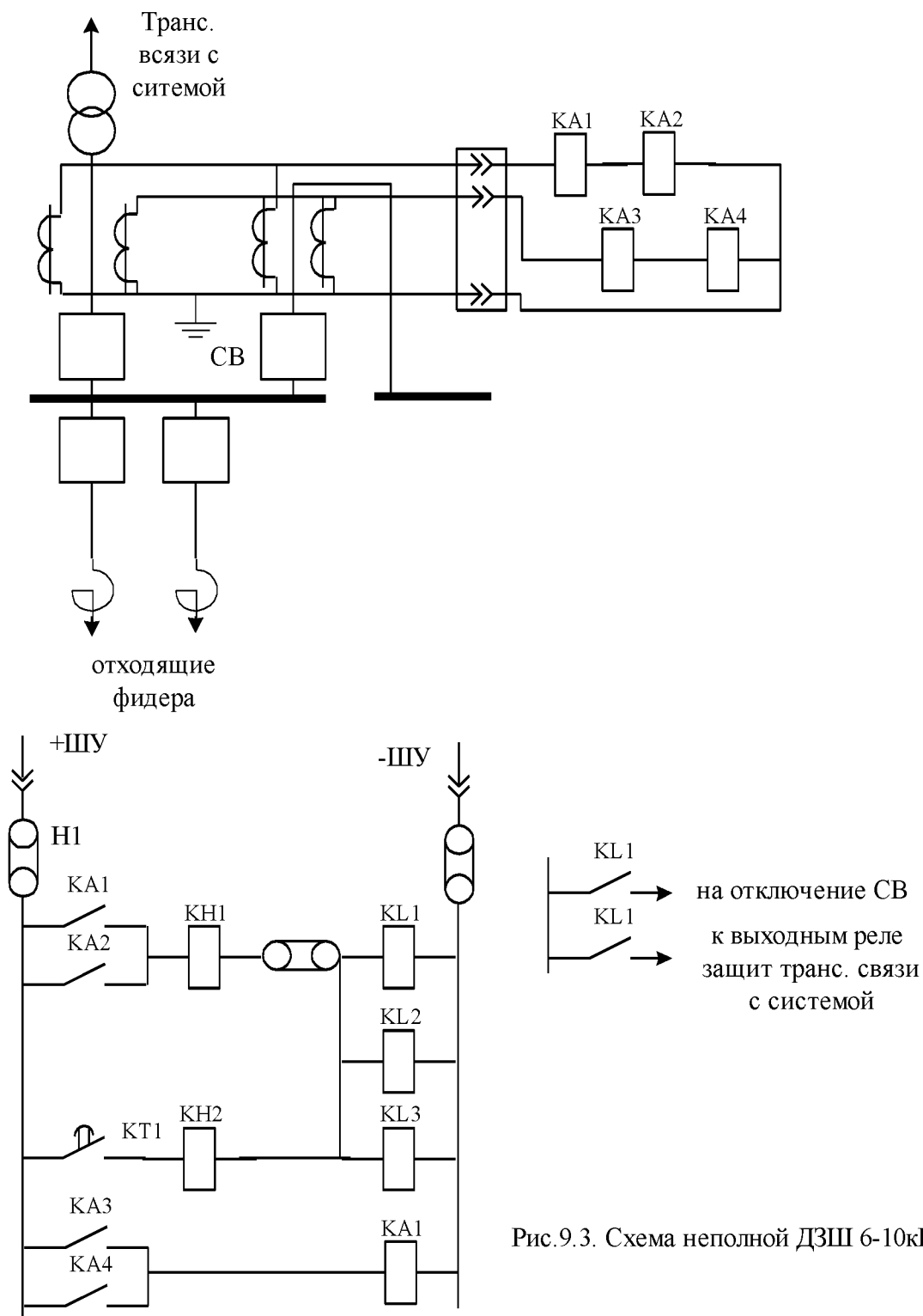


Рис.9.3. Схема неполной ДЗШ 6-10кВ.

1-я ступень – ТО выполнена на РТ1, РТ2 без выдержки времени для отключения повреждений на сборных шинах и в начальных витках реакторов отходящих линий. Выключатели, установленные на линиях, не рассчитаны на отключение к.з. до реактора, и поэтому на линиях не устанавливаются токовые отсечки мгновенного действия. Линии оборудованные только МТЗ с выдержкой времени: 1-я ступень действует на отключение трансформатора связи с системой и на отключение СВ; 2-я ступень – МТЗ с выдержкой времени выполнена на КА3, КА4 и реле времени КТ1 – предназначена для резервирования ТО защиты шин (1-я ступень) и защит отходящих реакторов линий.