

ВЛИЯНИЕ ТОКОВ НЕБАЛАНСА НА РАБОТУ ГРУППОВОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ В РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ СЕТИ

Рассмотрено влияние токов небаланса на работу групповой защиты от однофазных замыканий на землю в сетях 6-35 кВ с изолированной нейтралью поверхностного комплекса горных предприятий. Выполнен анализ действия небалансов на работу защиты в различных режимах работы сети: в нормальном режиме, при возникновении на защищаемом присоединении короткого замыкания и однофазных замыканий на землю.

We have considered influence of surface complex of current noise on the operations of group protection from single-phase closing to the ground in circuit 6-35 kilovolt with isolated neutral terminal of mountain enterprise. We also have analyzed actions of noise operations of protections in different conditions of circuit: in normal state of working, when short circuit and single-phase closing to the ground arise on protectable connection.

Основу предлагаемой групповой защиты составляют терминалы защиты с обратнoзависимой от тока временной характеристикой, подключенные к трансформаторам тока нулевой последовательности (ТТНП) либо к фильтрам тока нулевой последовательности (ФТНП) различных присоединений в сетях 6-35 кВ с изолированной нейтралью поверхностного комплекса горных предприятий (рис.1). Логика защиты предусматривает одновременный пуск нескольких терминалов при возникновении однофазного замыкания на землю (ОЗЗ) и последующий запрет набора выдержки времени по факту срабатывания первого из них.

Поскольку в поврежденном присоединении протекает наибольший суммарный ток однофазного замыкания по сравнению с собственными емкостными токами каждого из неповрежденных присоединений, то оно отключается с наименьшей выдержкой времени, согласно выбранной характеристики срабатывания.

Селективность действия защиты обеспечивается за счет обоснованного определения рационального сочетания следующих параметров:

- вида времятоковой характеристики, по которой значение времени срабатывания убывает при возрастании тока контролируемого терминалом защиты;
- исходной выдержки времени срабатывания групповой защиты, определяемой согласно условиям построения защиты энергосети в целом;
- конфигурации защищаемой сети;
- токов небаланса, влияющих на действия защиты.

Ранее автором была разработана методика определения вида времятоковой характеристики и показана область чувствительности защиты в зависимости от конфигурации сети. Рассмотрим подробнее немаловажный параметр, влияющий на селективность рассматриваемой защиты, – действия токов небаланса.

Под небалансом в релейной защите обычно понимают сигнал, который может привести к ложному срабатыванию защиты в нормальном режиме работы сети или к излишнему срабатыванию при внешнем повреждении. По причинам, вызывающим появление небалансов в защите, их можно условно поделить на следующие три основные группы:

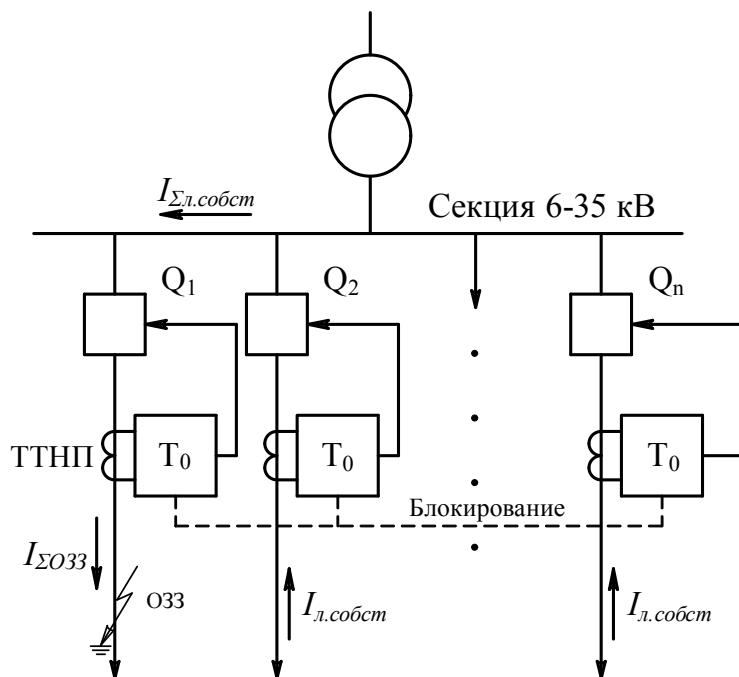


Рис. 1. Схема защиты от замыканий на землю группы линий

- связанные с процессами в сети, такими как феррорезонансные явления, несимметрия фазных нагрузок и др.;
- вызванные погрешностями измерительной аппаратуры;
- небалансы, значения которых иногда бывает сложно определить и от которых трудно или практически невозможно отстроиться по величине [2].

Как показано в ряде источников [3, 4], небалансы, связанные с процессами в сети, не оказывают существенного влияния на работу ненаправленных токовых защит в сетях с изолированной нейтралью. Небалансы, вызванные погрешностями измерительной аппаратуры, существенно влияют на работу рассматриваемого типа защит.

Небаланс трехтрансформаторного ФТНП может присутствовать в защите как в нормальном режиме работы сети (т.е. при отсутствии в ней коротких замыканий и ОЗЗ), так и в режиме внешнего замыкания на землю. Поэтому, например, при расчете уставки ненаправленной токовой защиты, подключенной к ФТНП (ТТНП), ее ток срабатывания необходимо отстраивать не от

одного собственного емкостного тока защищаемой ЛЭП, а от его суммы с током небаланса ФТНП (ТТНП). Однако если теперь на этой линии произойдет ОЗЗ, а ток небаланса окажется направленным противоположно току нулевой последовательности в защите, то он приведет к ухудшению ее чувствительности. Ток небаланса дважды может помешать защите сработать – сначала из-за дополнительного заглубления ее уставки, а затем уменьшив полезный сигнал при повреждении на защищаемом присоединении.

Рассмотрим влияния данных небалансов на действие групповой токовой защиты с использованием нелинейных характеристик в различных режимах работы сети. В нормальном режиме работы сети, т.е. при отсутствии в ней коротких замыканий (КЗ) и ОЗЗ, токи небалансов, возникающие в ФТНП (ТТНП) по ряду причин, например, различия характеристик намагничивания трансформаторов тока, входящих в состав фильтра, настолько малы – 40-1100 мА [1], что в большинстве случаев меньше тока срабатывания и не способны привести к пуску защиты.

Рассмотрим влияния небалансов на действия групповой защиты при однофазном замыкании на защищаемом присоединении (рис.2). Выберем произвольно точку, соответствующую току срабатывания защиты I_1^* одной из линий защищаемой энергосистемы. Данному току срабатывания соответствует время срабатывания $t_{\text{н.д.}\varphi}$. Тогда в зависимости от фазы тока небаланса по отношению к току нулевой последовательности в защите при ОЗЗ значение данного тока срабатывания примет вид I_2^* либо I_3^* , и соответственно время срабатывания защиты будет равно $t_{\text{н.д.}\varphi} + \Delta t$ либо $t_{\text{н.д.}\varphi} - \Delta t$ (рис.2).

Независимо от фазы тока небаланса по отношению к току нулевой последовательности сохранится работоспособность и селективность действия защиты. Влияние токов небаланса скажется лишь в увеличении либо уменьшении времени срабатывания защиты для данной линии на величину Δt , которая напрямую зависит от кривизны выбранной характеристики срабатывания на этапе проектирования релейной защиты энергосистемы.

Рассмотрим влияние токов небаланса на работу защиты в режиме короткого замыкания на защищаемом присоединении. При возникновении в сети двух либо трехфазных КЗ возникающие токи небаланса оказываются больше либо сопоставимы с токами нулевой последовательности в защите при ОЗЗ, в результате чего защита недопустима загрузится. В таких случаях небаланс ФТНП на линии с током КЗ становится максимальным, от которого трудно или практически невозможно отстроится по величине.

Однако при использовании рассматриваемой защиты имеется возможность избежать воздействия данных небалансов, отстроившись по времени срабатывания. Этого можно достичь, введя выдержку времени срабатывания защиты от ОЗЗ, по величине большую на ступень селективности, чем максимально имеющиеся выдержки времени защиты от КЗ защищаемых линий энергосистемы $t_{\text{н.д.}\varphi_{\text{min}} \text{ i}\varphi\varphi} > t_{\text{н.д.}\varphi_{\text{max}} \text{ e}\varphi\varphi}$ (рис.3).

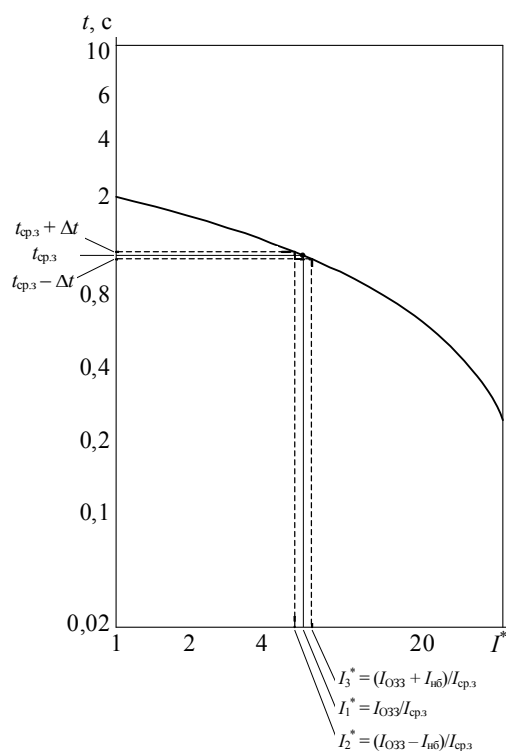


Рис.2 Влияние токов небаланса на работу групповой защиты при возникновении ОЗЗ

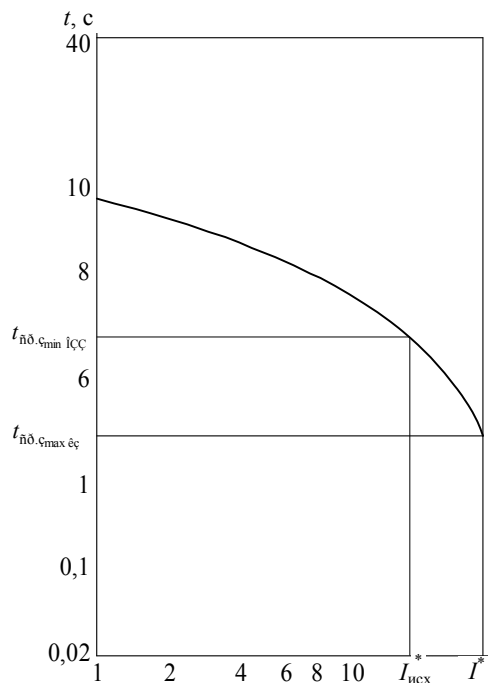


Рис.3 Вид нелинейной характеристики при согласовании защиты от ОЗЗ с максимально токовой защитой от КЗ по времени срабатывания

При возникновении КЗ на защищаемой линии в первую очередь должна будет сработать защита от КЗ, а затем только защита от ОЗЗ в результате воздействия на нее токов небаланса, возникших вследствие КЗ.

Таким образом, при правильном выборе характеристик и уставок групповой защиты с указанным принципом работы влияния небалансов на действие защиты можно минимизировать, хотя полностью отстроится от их воздействия невозможно.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Сирота И.М.* Трансформаторы и фильтры напряжения и тока нулевой последовательности. Киев: Наукова Думка, 1983.
2. *Шалин А.И.* Защиты от замыканий на землю в сетях 6-35 кВ. Небалансы / А.И.Шалин, А.М.Хабаров // *Новости электротехники.* 2006. № 3(39).
3. *Шалин А.И.* Защиты от замыканий на землю в сетях 6-35 кВ. Небалансы / А.И.Шалин, А.М.Хабаров // *Новости электротехники.* 2006. № 4(40).
4. *Шалин А.И.* Защиты от замыканий на землю в сетях 6-35 кВ. Небалансы / А.И.Шалин, А.М.Хабаров // *Новости электротехники.* 2006. № 5(41).

Научный руководитель д-р т. н. проф. *Б.Н.Абрамович*