

УДК 621.3

СПЕЦИАЛЬНАЯ ЗАЩИТА ОТ ОДНОФАЗНЫХ КОРОТКИХ ЗАМЫКАНИЙ В СЕТЯХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1 КВ

Шостак А. В.

Научный руководитель – ст. препод. Колосова И. В.

Электрические сети предприятия напряжением до 1 кВ выполняются с глухозаземленной нейтралью. В сетях с данным видом заземления нейтрали возможны трех-, двух- и однофазные короткие замыкания (КЗ). Токи однофазного КЗ зачастую лишь незначительно превышают токи нормального режима. Несмотря на это однофазные КЗ весьма опасны, т.к. достаточно быстро могут переходить в другие виды многофазных замыканий. Поэтому необходимо их своевременное отключение.

Следует отметить, что в большинстве случаев выполнить своевременное отключение однофазных КЗ с помощью автоматических выключателей не представляется возможным. Их расцепители не обеспечивают требуемого быстродействия. В связи с этим при выборе автоматических выключателей осуществляется проверка надежного их отключения при наименьшей величине тока однофазного КЗ. Методика данной проверки представлена в [1]. Очевидно, что наименьшее значение ток однофазного КЗ будет иметь при замыкании в наиболее удаленной точке сети. В рассматриваемом случае такой точкой является конец кабельной линии, питающей цех промышленного предприятия. Данная точка принимается за расчетную.

Если условия проверки не выполняются, то отключение КЗ в сети напряжением до 1 кВ должно обеспечиваться специальной защитой.

В качестве такой специальной защиты может применяться защита, выполняемая с использованием трансформаторов тока нулевой последовательности, и токового реле, с действием на вспомогательные расцепители автоматического выключателя, установленного на присоединении. Это так называемая выносная релейная защита. Опыт эксплуатации данного вида защиты показал ее высокую надежность при однофазных КЗ с действием на отключение.

Вспомогательными расцепителями автоматического выключателя являются независимый расцепитель (НР) и расцепитель нулевого напряжения (РНН). Рассмотрим их подробнее.

НР – представляет собой электромагнит с шунтовой катушкой. Он имеет кинематическую связь с механизмом свободного расцепления автоматического выключателя. Как только на катушку независимого расцепителя подается напряжение с помощью замыкающего контакта вспомогательной цепи, он размыкает главные контакты автоматического выключателя. При таком подключении должно исключаться длительное прохождение тока иначе катушка НР сгорит. Поэтому независимый расцепитель работает в кратковременном режиме. НР автоматического выключателя ВА50-43 представлен на рисунке 1.

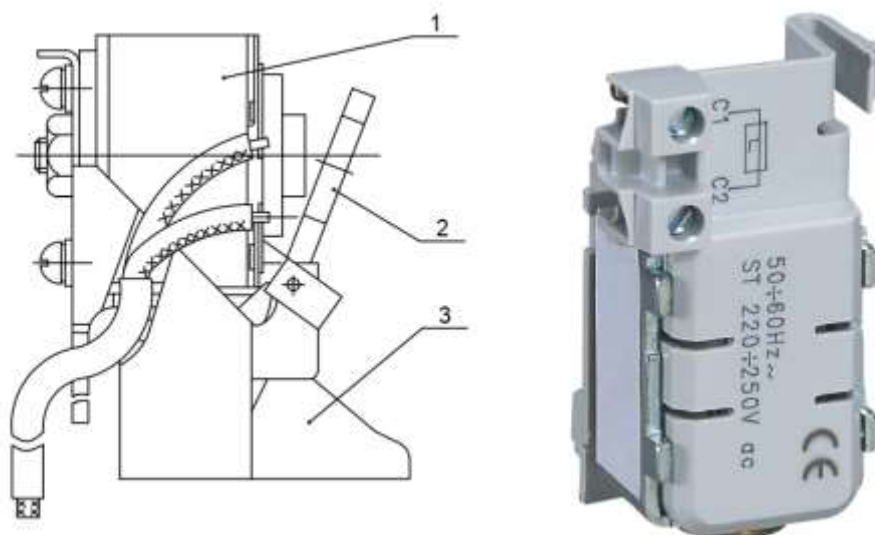


Рисунок 1 – Независимый расцепитель автоматического выключателя ВА50-43. 1 – электромагнит, 2 – якорь, 3 – скоба.

РНН – представляет собой электромагнит, катушка которого подключается к контролируемой (главной) цепи. При нормальном напряжении якорь притянут к сердечнику электромагнита, а когда напряжение падает ниже допустимого, якорь отходит, тем самым воздействуя на механизм свободного расцепления, и вызывает срабатывание расцепителя. При восстановлении напряжения якорь находится в опущенном положении и не дает возможности повторного включения. Расцепитель нулевого напряжения:

1. производит мгновенное отключение при падении напряжения на выводах его катушки ниже $0,35U_{ном}$ при переменном токе и $0,2U_{ном}$ при постоянном;
2. не срабатывает при напряжении $0,55U_{ном}$ и более;
3. не блокирует включение при напряжении $0,85U_{ном}$ и более;
4. ограждает от включения при напряжении $0,1U_{ном}$ и ниже.

В основном РНН используется для отключения потребителей, не допускающих работу на пониженном напряжении или потребителей, самозапуск которых при автоматическом восстановлении питания нежелателен. Также расцепитель нулевого напряжения может использоваться в качестве независимого расцепителя. Для этого последовательно в цепь его управления включаются размыкающиеся контакты. При размыкании этих контактов РНН отключает автоматический выключатель. Расцепитель нулевого напряжения автоматического выключателя ВА50-43 представлен на рисунке 2.

Выносная релейная защита может быть реализована с воздействием как на независимый расцепитель, так и на расцепитель нулевого напряжения автоматического выключателя. Следует отметить, что данная защита также может применяться при отсутствии у автоматического выключателя названных вспомогательных расцепителей. В таком случае на отходящей линии необходимо наличие пускателя, защита будет действовать на его отключение. С помощью введения пускателя также можно осуществить защиту на отходящих линиях с предохранителями.

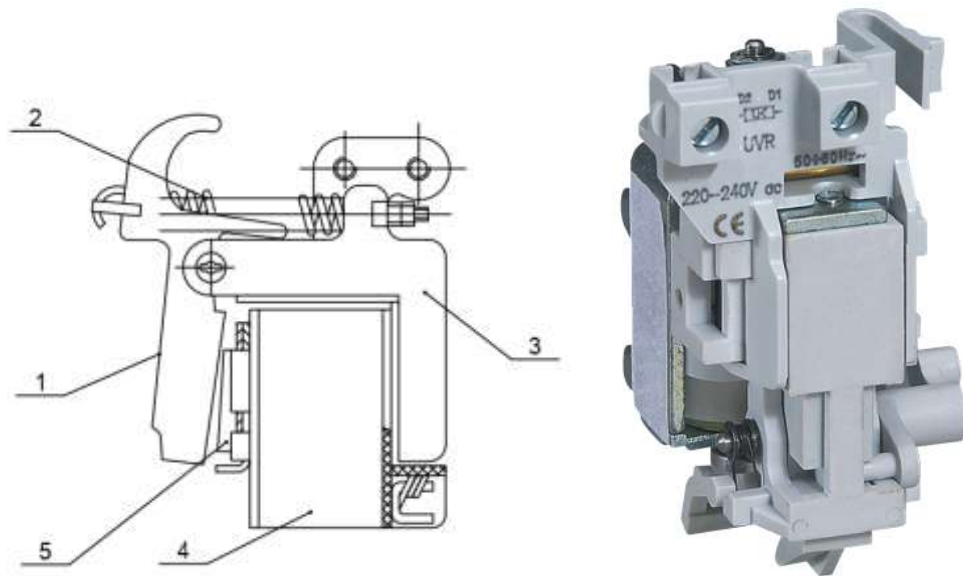


Рисунок 2 – Расцепитель нулевого напряжения автоматического выключателя ВА50-43.
1 – якорь, 2 – пружина, 3 – ярмо, 4 – катушка, 5 – сердечник.

Рассмотрим принцип действия защиты реализованной по обеим схемам (с РНН и НР), представленным на рисунках 3 и 4 соответственно.

В каждой схеме присутствует трансформатор тока нулевой последовательности (ТТНП), который устанавливается на кабельную линию (охватывает ее). На схемах ТТНП имеет обозначение ТАН. Роль первичной обмотки в ТТНП играет сама КЛ. К выводам вторичной обмотки подключено токовое реле (КА1). В нормальном режиме нагрузочные и емкостные токи наводят в сердечнике ТТНП три магнитных потока, сумма которых равна нулю. При этом ток во вторичной обмотке отсутствует.

В случае однофазного КЗ в сердечнике ТТНП создается однонаправленный магнитный поток, что вызывает появление тока во вторичной обмотке. Под действием этого тока срабатывает реле КА1 (см. Рисунок 3), которое своим контактом КА1.1 размыкает цепь питания промежуточного реле КЛ1. Реле КЛ1 своим контактом КЛ1.1 размыкает цепь питания расцепителя нулевого напряжения КV и он отключает автоматический выключатель QF1. Также расцепитель отключает автомат при снижении напряжения на выводах его катушки до $0,35U_{ном}$ независимо от действия защиты от однофазных КЗ. Схему рекомендуется применять на отходящих линиях, неселективное отключение которых допустимо при внешних КЗ.

Схема защиты с действием на НР представлена на рисунке 4. Аналогично предыдущей схеме под действием тока во вторичной обмотке ТТНП срабатывает реле КА1, которое своими контактами КА1.1 включает цепь промежуточного реле КЛ1. Реле КЛ1 в свою очередь замыкает контакт КЛ1.1 включая цепь независимого расцепителя К1, который отключает автоматический выключатель QF1. Питание цепей управления осуществляется от независимого источника переменного или постоянного тока защищаемого автоматическим выключателем QF2. Схему целесообразно применять на

отходящих линиях, для которых недопустимо отключение при внешних коротких замыканиях

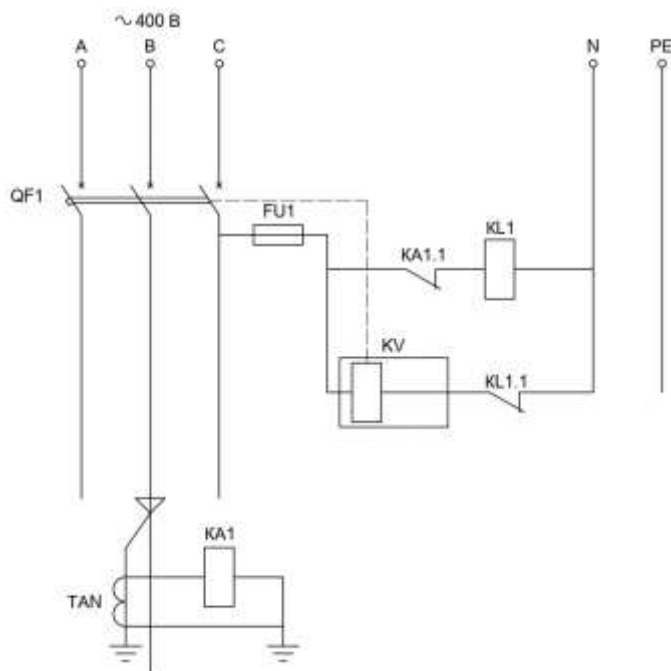


Рисунок 3 – Схема защиты отходящих линий от однофазных КЗ с воздействием на РНН автоматического выключателя.

Также для защиты отходящих линий от однофазных КЗ могут применяться автоматические выключатели с электронными (микропроцессорными) максимальными расцепителями переменного тока. Данные выключатели позволяют производить ступенчатое регулирование различных параметров. Одним из таких параметров является уставка по току срабатывания при однофазном КЗ I_0 кратная номинальному току автомата I_n . Например, автоматический выключатель ВА50-43 с электронным максимальным расцепителем МРТ1-МП переменного тока позволяет регулировать уставку тока срабатывания защиты от однофазного КЗ I_0 в диапазоне от $0,4I_n$ до $1,1I_n$ с интервалом $0,1I_n$. Регулирование осуществляется с помощью переключателя, расположенного на лицевой панели блока МРТ1-МП. Электрические принципиальные схемы выключателя переменного тока с расцепителем МРТ1-МП представлены на рисунках 5 и 6.

При возникновении однофазного короткого замыкания на землю в цепи выключателя переменного тока (с расцепителем МРТ1-МП), величина тока, протекающего по одному полюсу выключателя, превысит значения токов других полюсов на величину уставки тока срабатывания защиты от однофазных замыканий I_0 , кратной номинальному току выключателя I_n , блок управления электронным расцепителем (БУПР) выдаст сигнал на срабатывание исполнительного электромагнита К1 (см. Рисунок 5). Исполнительным электромагнитом электронного расцепителя служит независимый расцепитель К1. При получении сигнала на срабатывание от БУПР пластинчатый якорь 2 НР (см. Рисунок 1) притягивается к сердечнику, охватываемому катушкой 1, и действует на отключение автомата.

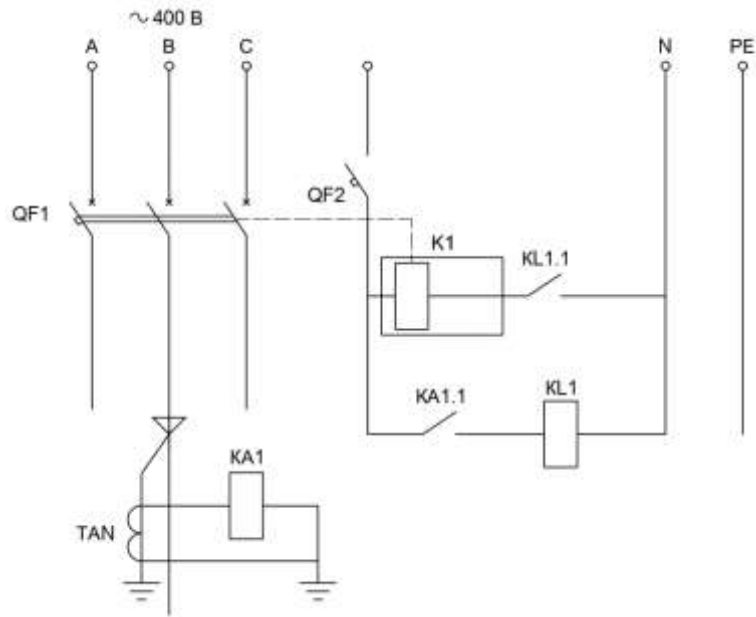


Рисунок 4 – Схема защиты отходящих линий от однофазных КЗ с воздействием на НР автоматического выключателя.

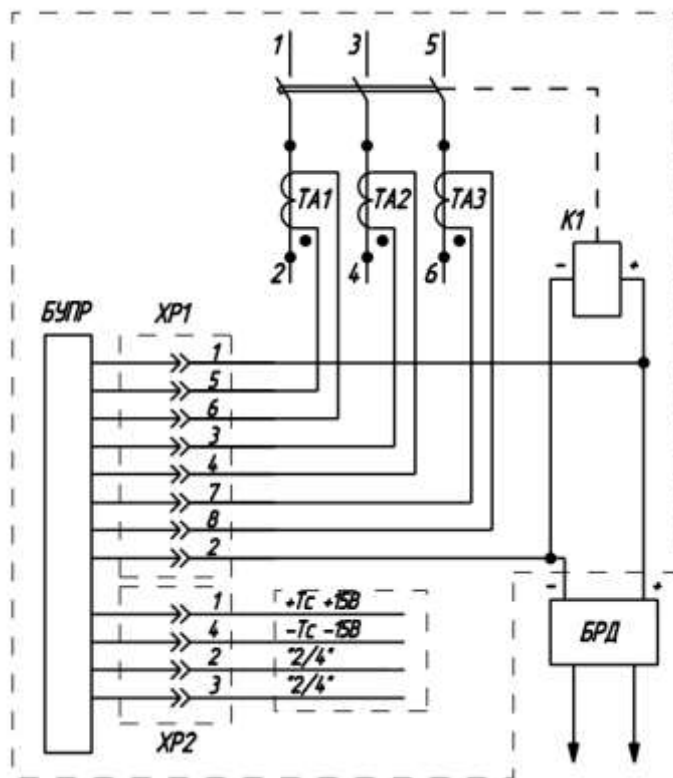


Рисунок 5 – Схема электрическая принципиальная выключателя переменного тока с расцепителем МРТ1-МП:

Как уже отмечалось выше, независимый расцепитель К1 кинематически связан с механизмом управления БУПР (см. Рисунок 5, 6) и обеспечивает отключение выключателя при подаче на него напряжения. Питание от стороннего источника напряжения $U1$ подается на независимый расцепитель К1 через замыкающий контакт S2 вспомогательной цепи S2-S2 (см. Рисунок 6),

что предохраняет катушку независимого расцепителя от длительного нахождения под током.

БРД – блок резисторов и диодов; ХР1, ХР2 – блок контактных соединений (штырей) для подключения элементов расцепителя и электромагнитного привода соответственно

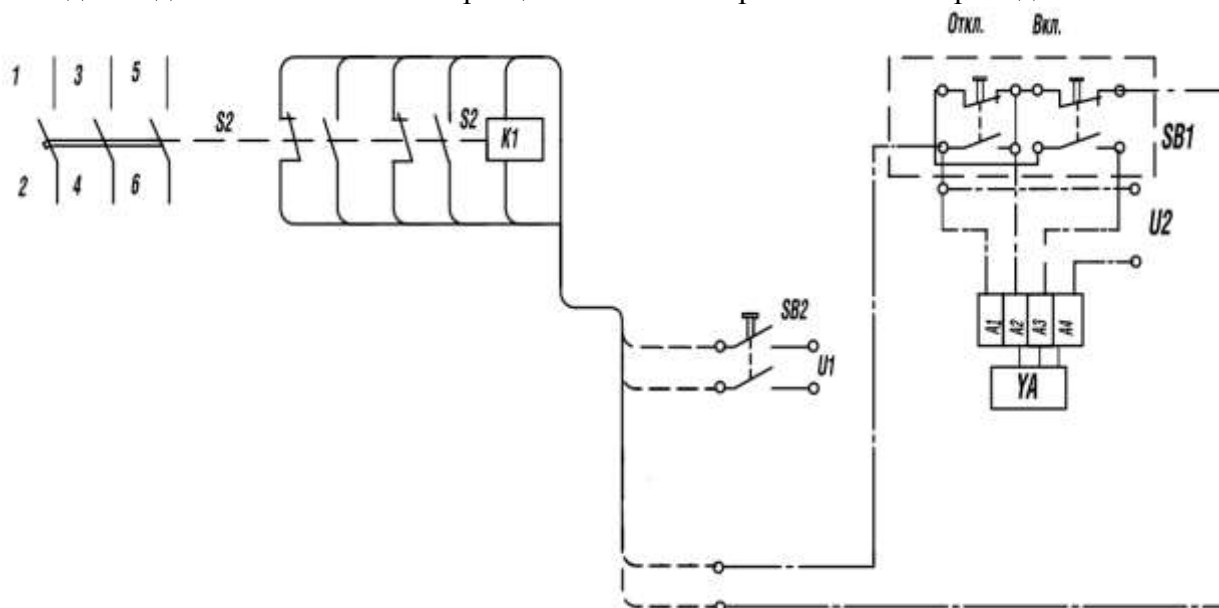


Рисунок 6 – Схема электрическая принципиальная выключателя переменного тока с расцепителем МРТ1-МП, с обозначением контактов:

YA – привод электромагнитный; SB1 – выключатель кнопочный электромагнитного привода; SB2 – выключатель кнопочный независимого расцепителя

Защита отходящих линий от однофазных КЗ с помощью автомата с электронным расцепителем является более современной и компактной по сравнению с выносной релейной защитой, но в тоже время и более дорогой.

Литература

1. Радкевич В.Н. / Электроснабжение промышленных предприятий / В.Н. Радкевич, В.Б.Козловская, И.В.Колосова. – Минск: ИВЦ Минфина, 2015. – 589с.
2. Каталог: Выключатели автоматические серии ВА50-43, Завод «КОНТАКТОР».
3. Сибикин Ю. Д. Основы проектирования электроснабжения промышленных и гражданских зданий : учебник / Ю. Д. Сибикин. – 6-е изд., перераб. – М. ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 507 с