

ОБОСНОВАНИЕ СПОСОБА УСКОРЕННОГО ВЫЯВЛЕНИЯ РЕЖИМА КОРОТКОГО ЗАМЫКАНИЯ В ШАХТНОЙ УЧАСТКОВОЙ ЭЛЕКТРОСЕТИ

Панфилов А.Ю., магистрант; Ковалёва И.В., доц., к.т.н.

(ГОУ ВПО «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк, ДНР)

Наиболее опасным состоянием шахтной участковой электросети является режим междуфазного короткого замыкания, поскольку он сопровождается значительным ростом силы тока, что может привести к значительным выделениям тепловой энергии и, как следствие, повреждению кабельной сети и электрооборудования. В условиях горного производства это может стать причиной возникновения пожара или взрыва метано-воздушной смеси.

Вся коммутационная аппаратура шахтного участка оснащена средствами максимальной токовой защиты (МТЗ), принцип действия которой основан на сравнении силы тока в защищаемом присоединении с заранее рассчитанной величиной токовой уставки, то есть, требует расчета, выбора и настройки уставки срабатывания [1]. Этот принцип отличается простотой реализации, но имеет определенные недостатки:

- вероятность ошибки персонала при определении и регулировании уставки срабатывания защиты;
- некоторая задержка во времени срабатывания защиты, обусловленная временем достижения величиной контролируемой силы тока величины уставки срабатывания защиты;
- вероятное снижение величины силы тока короткого замыкания вследствие изношенности электрооборудования (повышения переходного сопротивления контактов коммутационных аппаратов) и, как следствие, нечувствительность максимальной токовой защиты к аварийному режиму.

Поэтому актуальной задачей является разработка средства максимальной токовой защиты с функцией ускоренного срабатывания.

Существующие средства МТЗ в шахтном участковом электротехническом комплексе отрабатывают функцию выявления тока к.з. со стороны комплектной трансформаторной подстанции (КТП) и отключения напряжения питания этого источника от электрического присоединения, в котором возникло междуфазное короткое замыкание. Основным принцип обнаружения тока к.з., который отрабатывается средствами МТЗ шахтных участковых сетей (УМЗ, ПМЗ и др.), состоит в контроле величины тока в присоединении и сравнении этого тока с заранее заданной уставкой и дальнейшем формировании команды на отключение коммутационного аппарата в случае превышения этим током величины уставки. Однако такой принцип предполагает определенную задержку во времени при выявлении процесса к.з., что обусловлено необходимостью достижения током выбранной уставки. Кроме того, не исключена вероятность ошибки персонала при расчете и настройке уставок срабатывания средств максимальной токовой защиты. Поэтому практический интерес представляет исследование характера переходного процесса при возникновении режима к.з. с целью выявления параметров, сопровождающих короткое замыкание в присоединении с активно-индуктивной нагрузкой (питающий трансформатор, кабельная сеть, асинхронный двигатель), и обоснование средства автоматической защиты от токов к.з. с функцией ускоренного срабатывания, построенного на автономном принципе обнаружения аварийного процесса без вмешательства обслуживающего персонала.

Исследование процессов, имеющих место в электротехническом комплексе участка шахты в состоянии короткого замыкания, показывает, что переходный процесс сопровождается возникновением апериодической составляющей тока на начальном этапе существования аварийного состояния. Это объясняется наличием активно-индуктивных сопротивлений от питающей трансформаторной подстанции до места замыкания [2-3].

Принципиально важным является обоснование автономного принципа выявления состояния короткого замыкания на начальном этапе его существования с целью построения максимальной токовой защиты с функцией ускоренного срабатывания. Выявление начала режима к.з. в участковом электротехническом комплексе может быть основано на определении наличия аperiodической составляющей тока к.з., то есть на контроле несимметрии полного тока короткого замыкания относительно оси времени.

Принцип действия разрабатываемого устройства защиты поясняется временной диаграммой, представленной на рисунке 1.

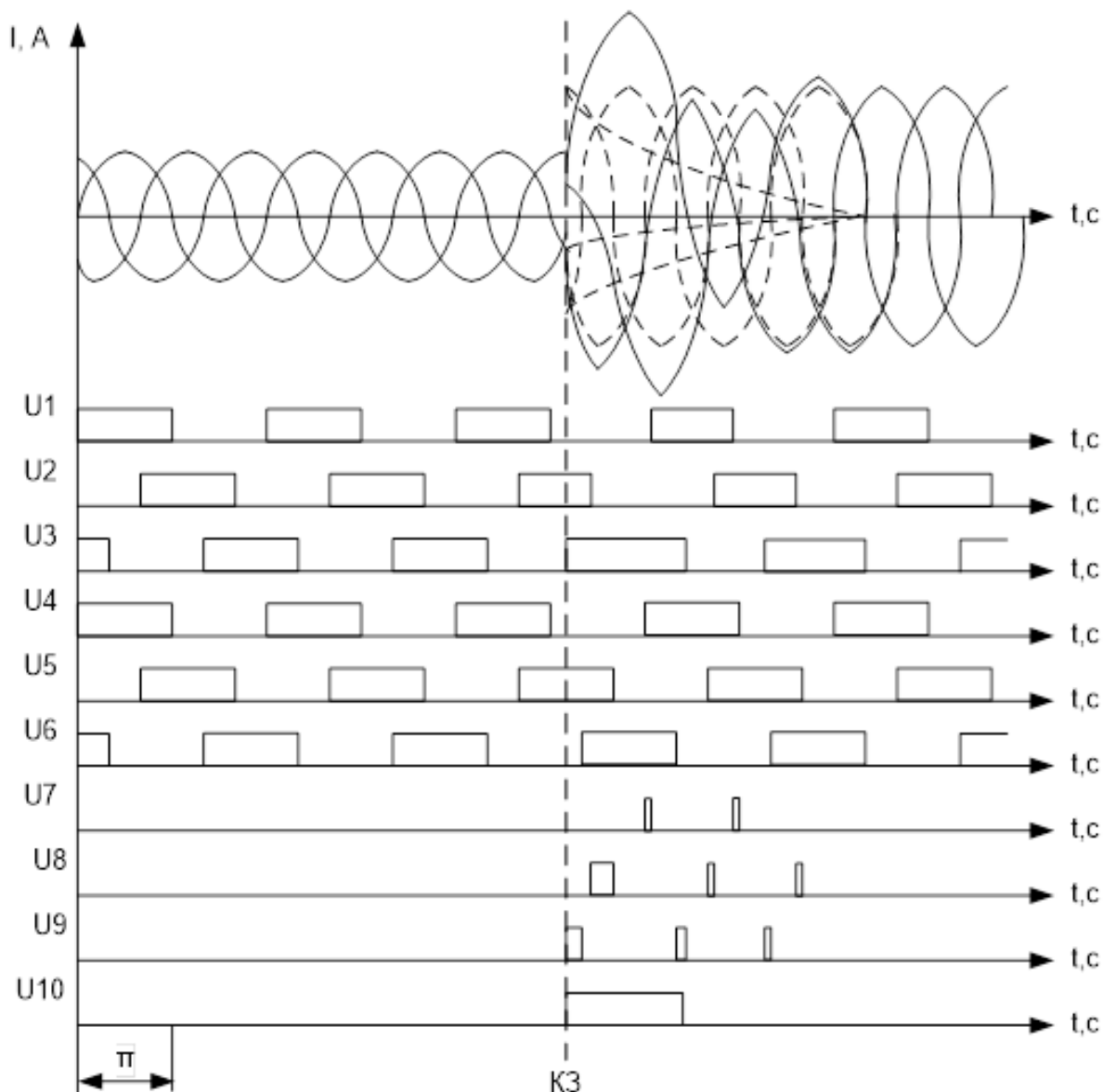


Рисунок 1 – Алгоритм работы средства автоматического защиты от короткого замыкания с функцией ускоренного срабатывания

Принцип действия основан на контроле совпадения длительностей интервалов выходных импульсов системы управления (U4-U6) и трансформаторов тока (U1-U3). В нормальном режиме электропитания продолжительность каждого из этих импульсов составляет π рад. Фазовый сдвиг между импульсами - π рад. Далее формируются импульсы (U7-U9) несовпадения длительностей интервалов выходных импульсов системы управления (U4-U6) и трансформаторов тока (U1-U3). Продолжительность каждого из этих импульсов

составляет разницу между длиной импульсов при нормальном режиме электропитания и фактическими импульсами, поступающими от трансформаторов тока.

В момент времени КЗ происходит короткое замыкание в электросети. Длительность импульсов U_1-U_3 меняется, как и интервалы между ними. Это приводит к появлению управляющих импульсов (сигналы $U_7 - U_9$), которые, в свою очередь, генерируют выходной импульс U_{10} , поступающей к исполнительному устройству, который выполняет защитное отключение электросети аварийного присоединения.

В процессе изменения нагрузки длительности выходных импульсов системы управления незначительно колеблются, превышают или не достигают значения в π рад. Это может привести к появлению на выходе устройства кратковременных импульсов и отключению коммутационного аппарата. Для предотвращения прохождения таких импульсов в алгоритм введен счетчик, который не пропускает импульсы длительностью менее $0,05 \pi$ рад. Это предупреждает ложные срабатывания защиты в процессе выявления короткого замыкания.

Предложенное техническое решение позволяет добиться следующих результатов:

- непрерывный автоматический контроль состояния электросети защищаемого объекта;
- автоматическое быстродействующее отключение аварийного участка электросети при возникновении короткого замыкания.

К достоинствам предлагаемого решения следует отнести:

- ускоренное выявление и быстродействующее отключение электросети при возникновении аварийного режима короткого замыкания, что позволяет предупредить дальнейшее развитие аварии;
- автономная работа устройства исключает необходимость в расчете и настройке уставок срабатывания, что позволяет значительно повысить надежность максимальной токовой защиты.

Таким образом, обоснован алгоритм работы устройства автоматической защиты от токов короткого замыкания с функцией ускоренного срабатывания, работа которого основана на контроле несимметрии полного тока к.з. относительно оси времени (наличие апериодической составляющей тока короткого замыкания), однозначно свидетельствующей о начальном этапе существования режима короткого замыкания в ЭТК участка шахты.

Перечень ссылок

1. Маренич, К. Н. Автоматическая защита электрооборудования шахт от аварийных и опасных состояний: уч. пособ. для вузов / К. Н. Маренич, И. В. Ковалёва. – Донецк : ООО «Технопарк ДонГТУ «УНИТЕХ», 2015. – 214 с.

2. Маренич, К. Н. Обоснование структуры модели процесса короткого замыкания в низковольтной электросети участка шахты / К. Н.Маренич, И. В. Ковалева // Научные труды ДонНТУ, серия горно-электромеханическая. - Донецк: ДонНТУ, 2006. - Вып. 12 (113). - С.179 -185 .

3. Маренич, К. Н. Моделирование процесса короткого замыкания в низковольтном электротехническом комплексе участка шахты с учетом влияния электропотребителя / К.Н. Маренич, И. В.Ковалева // Научные труды ДонНТУ, серия электротехника и энергетика. - Донецк: ДонНТУ , 2007. - Вып. 7 (128). - С.146 -149.

4. Панфилов А. Ю. Моделирование короткого замыкания в электросети участка шахты / А. Ю. Панфилов, И. В. Ковалёва // Механика жидкости и газа : материалы XV Международной научно-технической студенческой конференции, 28-30 ноября 2016г., Донецк. – Донецк : ДонНТУ, 2016. – С.9-12.