

ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМАТИКИ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ КОМБИНИРОВАННОЙ НИЗКОВОЛЬТНОЙ ШАХТНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ

Чорновол Е.П., студентка; Маренич К.Н., доцент, Ph.D. (к.т.н.)

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Комбинированная низковольтная электрическая сеть участка шахты представляет собой протяженные разветвленные системы гибких кабелей, содержит низковольтную трансформаторную подстанцию, автоматические выключатели и совокупность силовых коммутационных (в т.ч. пуско-регулирующих) аппаратов по числу потребителей. В качестве электропотребителей обычно применяются асинхронные двигатели (АД) с фазными и короткозамкнутыми роторами.

С целью улучшения эксплуатационных параметров электроприводов в настоящее время широкое распространение получают тиристорные регуляторы напряжения (ТРН), применяемые в качестве устройств для плавного пуска АД. Достоинством ТРН является простота силовой схемы и системы управления. Схема отличается малым количеством основных элементов коммутации – силовых тиристоров. Это позволяет упростить систему охлаждения тиристоров в корпусе рудничного взрывобезопасного исполнения и делает предпочтительным использование ТРН в качестве пускового устройства рудничного электропривода.

Функционирование ТРН сопряжено с реализацией принципа фазового регулирования напряжения на нагрузке. На рис.1 представлены диаграммы параметров системы импульсно-фазового управления (СИФУ) «вертикального» принципа действия. При этом достигается полный диапазон изменения напряжения на нагрузке.

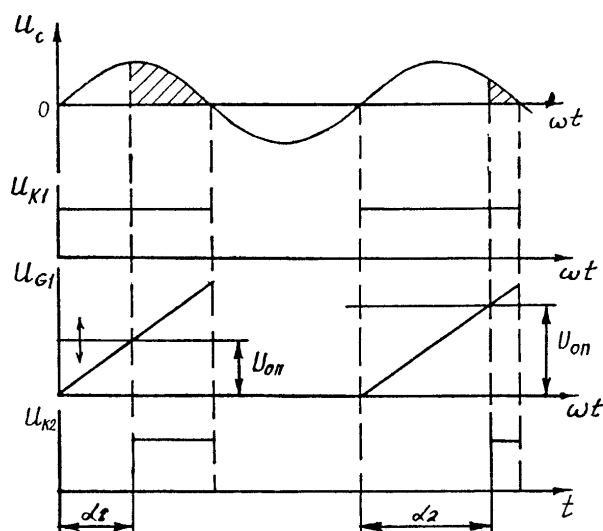


Рисунок 1 – Диаграммы напряжений канала СИФУ

Учитывая это, следует изменить подход к расчету уставок максимальной токовой защиты (МТЗ) в низковольтной шахтной электросети. В частности, в соответствии с требованиями нормативной документации, уставка МТЗ должна превышать 1,2 от номинального пускового тока двигателя нагрузки и быть меньше двухфазного тока к.з. (на нагрузке) более, чем в 1,5 раза.

При глубоком регулировании выходного напряжения ТРН ток к.з. на нагрузке может оказаться ниже по своей величине, чем номинальный пусковой ток АД. Это приведет к несрабатыванию защиты.

Зависимость изменения тока к.з. от параметров электрической сети (до места к.з.) и угла отпирания тиристоров ТРН установлена в исследованиях [1] и свидетельствует о существенном снижении тока к.з. с увеличением угла отпирания тиристоров и длины кабеля (рис.2). Это требует разработки дополнительных технических решений с целью корректировки чувствительности максимальной токовой защиты (МТЗ).

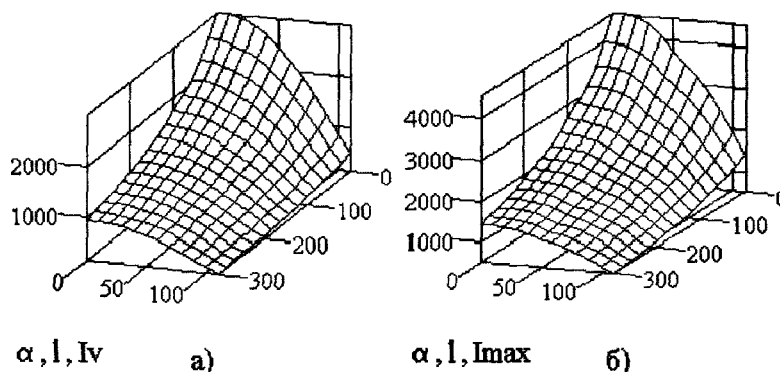


Рисунок 2 – Зависимость тока замыкания от угла отпирания и протяженности кабеля (до места к.з.)

Однако, этими исследованиями не учтены процессы, характерные для электросети с работающим АД. Кроме указанных выше факторов на параметры тока к.з. существенное влияние будет оказывать ЭДС вращения, индуцируемая в статоре вращающимся полем токов ротора АД.

$$e_{ik} = (1/\sqrt{3})p\omega_0(L_0(2i_{s(k+1)} + i_{sk}) + L_s(2i_{r(k+1)} + i_{rk})), \quad (1)$$

где e_{ik} - ЭДС вращения к-й фазы; s, r - индексы, соответственно, статора и ротора АД; L_0 - индуктивность рассеяния АД.

Таким образом, с целью исследования рассматриваемого процесса предлагается расчетная схема (рис.3), учитывающая не только активные и индуктивные параметры АД, но и фазные ЭДС вращения, а также параметры коммутации ТРН, активно-индуктивные параметры кабельной сети, питающего трехфазного трансформатора. Схема позволяет имитировать любые комбинации междуфазных коротких замыканий и пригодна для компьютерного моделирования процессов.

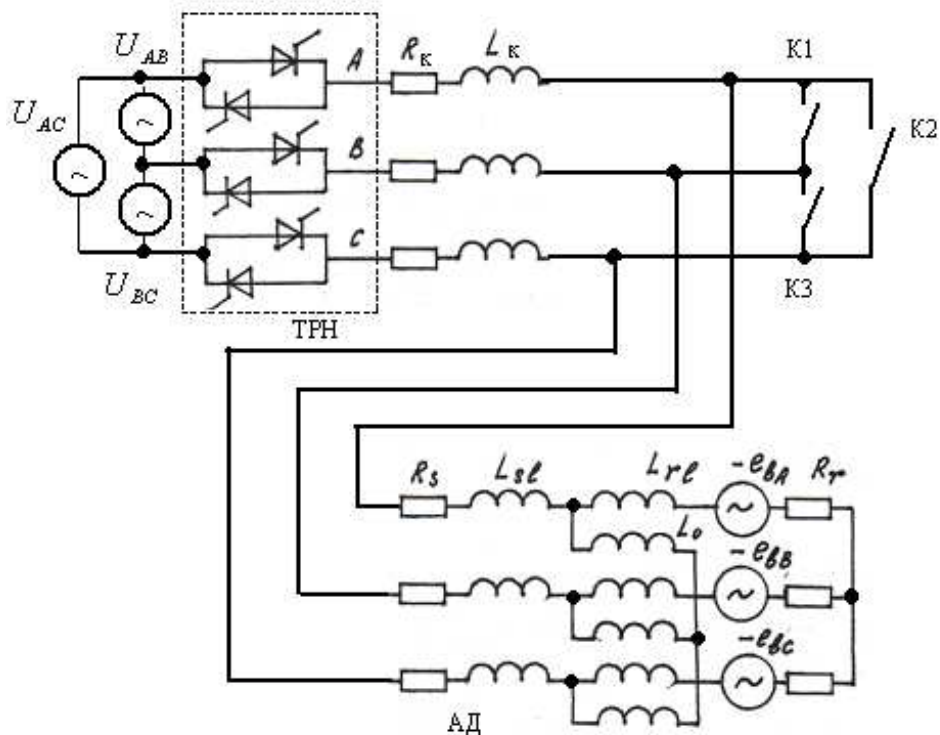


Рисунок 3 – Схема замещения системы ТРН-АД для исследования процессов при к.з., учитывающая влияние ЭДС вращения АД (e_B)

Перечень ссылок

1. Гаврилко А.В., Ешан Р.В. Автоматическая токовая защита от коротких замыканий в шахтной низковольтной комбинированной электрической сети. Автоматизация технологических объектов та процесів. Пошук молодих. Зб. наук. праць 1-ї Всеукр. МНТК. Донецьк, Дон НТУ, 15-16.05. 2001р. С. 53-55.

