

УДК 621.311

ВЛИЯНИЕ ТОКООГРАНИЧЕНИЯ НА СИММЕТРИЧНЫЙ ПЕРЕХОДНОЙ ПРОЦЕСС В КАБЕЛЬНОЙ ЛИНИИ

Александр Шамилевич Сафонов¹, Раиса Усмановна Галеева²

^{1,2}ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань, Республика Татарстан

¹samarkand.987@mail.ru, ²raisa_gal.52@mail.ru

Аннотация. Моделирование объектов системы электроснабжения в среде Matlab Simulink позволяет исследовать переходные процессы и их влияние на объекты этой системы с целью улучшения характеристик аппаратов и электрооборудования. Актуальной задачей является применение токоограничивающих выключателей и их работа во время переходного процесса. Моделирование реального объекта системы

электроснабжения актуально для проектирования и эксплуатации системы электроснабжения.

Ключевые слова: моделирование, система электроснабжения, устройство защиты, процесс короткого замыкания, токоограничивающий выключатель, тепловой импульс, MATLAB.

INFLUENCE OF CURRENT LIMITATION ON THE SYMMETRICAL TRANSIENT PROCESS IN A CABLE LINE

Aleksandr Sh. Safonov¹, Raisa U. Galeeva²

^{1,2}KSPEU, Kazan, Republic of Tatarstan

¹samarkand.987@mail.ru, ²raisa_gal.52@mail.ru

Abstract. Modeling power supply system objects in the Matlab Simulink environment allows to study transient processes and their impact on the objects of this system in order to improve the characteristics of devices and electrical equipment. An urgent task is the use of current-limiting circuit breakers and their operation during the transient process. Modeling of a real power supply system object is relevant for the design and operation of the power supply system.

Keywords: modeling, power supply system, protection device, short circuit process, current-limiting switch, thermal impulse, MATLAB.

Использование защитных устройств, отключающая способность которых ниже, чем фактические существующие, разрешено международной электротехнической комиссией (МЭК) и многими национальными стандартами при выполнении определенных условий [1]. Одно из условий предполагает, что если на верхнем уровне цепи есть другое защитное устройство, которое имеет необходимые параметры срабатывания при коротких замыканиях (КЗ), ток и время срабатывания этого устройства, т.е. количество передаваемой энергии (I^2t), поступающей в расположенную за ним установку (устройства защиты, кабели, оборудование), должны или может быть меньше, чем может выдержать оборудование защищаемой установки [2].

На практике такое расположение аппаратов используется при соединении выключателей в каскаде, т.е. в режиме последовательного включения. Высокие показатели по ограничению тока некоторых выключателей эффективно снижают токи КЗ ниже по цепи [3-4].

Защитное устройство должно удовлетворять условиям и требованиям правил электроустановок [5].

Тестовая модель представлена силовым трансформатором мощностью 16 МВА с коэффициентом трансформации 110/10 кВ и кабельной линией марки ААШв-3х240. Схема соединения обмоток трансформатора – «звезда с нулем» - «звезда».

Моделирование электрической сети в системе MATLAB Simulink осуществлялось с помощью библиотеки Simscape Power Systems [6]. КЗ фаз моделируется вначале кабельной линии с помощью блока Breaker, который нормально замкнут и создает аварийный режим через 0,05 с после запуска модели. Используются блоки: «Трансформатор 110/10 кВ, Y0/Y», «Линия с сосредоточенными параметрами», «Активная нагрузка».

Структурная схема тестовой модели приведена на рис.1.

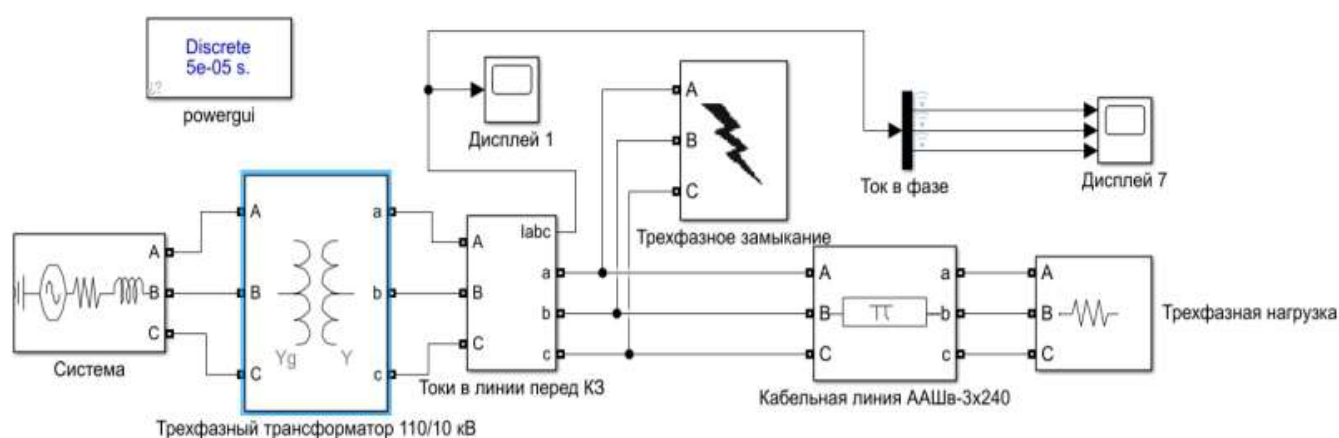


Рис.1. Тестовая модель симметричного переходного режима КЗ системы в MATLAB

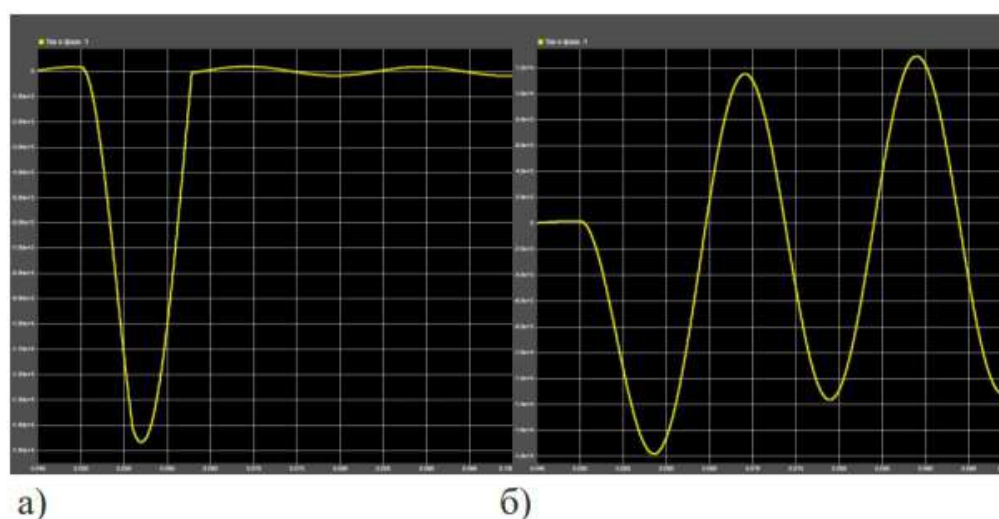


Рис.2. Осциллограмма тока КЗ фазы А: а) - с токоограничением; б) - без токоограничения на промежутке времени от 0,045сек. до 0,1 сек.

Ударный ток КЗ во всем периоде переходного процесса КЗ будет присутствовать (рис. 2). Это означает, что влияние на отключающую способность высоковольтных выключателей его быстроедействие оказывает не столь сильное влияние, как на тепловой импульс от тока КЗ. Исследования показали, что тепловое воздействие от тока КЗ на кабель, защищаемый выключателем с токоограничением, уменьшится на 24,5 %.

Источники

1. ГОСТ Р МЭК 60949-2009. Национальный стандарт РФ. Расчет термически допустимых токов короткого замыкания с учетом неадиабатического нагрева.
2. Руководство по устройству электроустановок 2019. SchneiderElectric[Электронный ресурс]. URL: <https://www.se.com/kz/ru/download/document/MKP-CAT-ELGUIDE-19> (Дата обращения: 26.10.2023)
3. Сверхбыстродействующие выключатели ВВ/TEL [Электронный ресурс]. URL: <https://forca.ru/stati/podstancii/sverhbystrodeystvuyuschie-vyklyuchateli-vv-tel.html> (Дата обращения 29.10.2023)
4. Высоковольтные выключатели вакуумные серии ВБЛК-10 Руководство по эксплуатации. ЕЛУК.674152.091 РЭ.
5. Правила устройства электроустановок. Издание 7 [Электронный ресурс]. URL: <https://tech-expro.ru/pue/> (Дата обращения: 30.10.2023)
6. Черных И. В. «Моделирование электротехнических устройств в MATLAB SimPowerSystems и Simulink» - М.: ДМК Пресс; СПб.: Питер, 2008, 288 с.