



55 КГЭУ

XXVII ВСЕРОССИЙСКИЙ АСПИРАНТСКО-МАГИСТЕРСКИЙ НАУЧНЫЙ СЕМИНАР,

**ПОСВЯЩЕННЫЙ ДНЮ ЭНЕРГЕТИКА И 55-ЛЕТИЮ КАЗАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

КАЗАНЬ, 5-6 ДЕКАБРЯ 2023 Г.

МАТЕРИАЛЫ ДОКЛАДОВ

В ТРЕХ ТОМАХ

ТОМ 1

Устройство используется в мощных электроустановках с различными нагрузками[4].

4. Вольтодобавочный трансформатор (ВДТ), другими словами, силовой трансформатор с возможностью регулировки напряжения под нагрузкой — используется для регулировки напряжений в отдельных или нескольких магистралах ЛЭП. [5] Установка такого типа трансформатора позволяет: выравнять напряжение в электросети; устранять несимметрию напряжения на определенном участке цепи; снизить опасные последствия отгорания нулевого проводника. [6]. ВДТ обеспечивает регулирование уровня напряжения в пределах $\pm 15\%$.

5. Существуют также устройства, так называемые FACTS. Это электропередачи переменного тока, оснащенные устройствами современной силовой электроники. Данная система позволяет отслеживать мгновенные характеристики энергообмена и преобразует функцию электрической сети из существующей «пассивной» в «активную». Метод подключения - шунт. Она работает как управляемый источник тока. Устройства, реализующие такую технологию: статические преобразователи напряжения на основе современной силовой электроники; электромашиноинвертные комплексы (машины переменного тока со статическими преобразователями частоты); микропроцессорные средства управления(регулирования) устройствами. К его преимуществам относят: многофункциональность; высокое быстродействие; малое содержание высших гармоник; малые размеры, занимаемые полезную площадь в сравнении со статическими тиристорными компенсаторами; показывает куда меньшую вероятность появления резонансных явлений, а при снижении напряжения переходит в режим постоянного источника тока, обеспечивая постоянное выходное напряжения.

Рассмотрев все вышеизложенные варианты, можно сделать вывод, что на сегодняшний день интерес к системам FACTS связан с наращиванием интеллектуально-развитой энергосистемы. В активно-адаптивных сетях такие характеристики, как широкие рабочие диапазоны регулирования и высокое быстродействие, минимизация использования полезного пространства становятся особенно востребованными.

Источники

1. Информационно-измерительная система для контроля технического состояния работающих механизмов по параметрам вибрации / И. В. Ившин, Ю. В. Ваньков, В. А. Гаврилов [и др.] // Известия высших

учебных заведений. Проблемы энергетики. – 2012. – № 3-4. – С. 127-134. – EDNNPQVQR.

2.Саитбаталова Р.С., Гибадуллин Р.Р., Загидуллин Р.Г. Ступенчатое регулирование батарей конденсаторов для обеспечения устойчивости нагрузки промышленных предприятий// Вестник КГЭУ. 2019. Том 11. № 1(41). С. 79-84.

3.БирюлинВ.И., Куделина Д.В. Разработка модели для анализа способов снижения несимметрии напряжений в системах электроснабжения // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2022. Том 24. №2. С. 72-85.

4.БородинМ.В., Виноградов А.В., Букреев А.В., Панфилов А.А. Структура времени определения источника искажений показателей качества электрической энергии и программно-аппаратный комплекс для его сокращения//Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Том 23. № 6. С. 29-41.

5.Боярская Н.П., Довгун В.П., Егоров Д.Э., Новиков В.В., ШандрыгинД.А. Минимизация потерь мощности в пассивных силовых фильтрах // Известия высших учебных заведений. ПРОБЛЕМЫ ЭНЕРГЕТИКИ. 2021. Том 23. №6. С. 42-52.

6.Перминов Р.В., Потапов В.С., Трофимов Н.А., Джулакян М.В. Способы повышения пропускной способности линии электропередачи2019 [Электронный ресурс]. <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-povysheniya-propusknoy-sposobnosti-linii-elektroperedachi>(дата обращения 01.11. 2023).

УДК 621.311

ВЛИЯНИЕ ТОКОГРАНИЧЕНИЯ 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 линией 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.

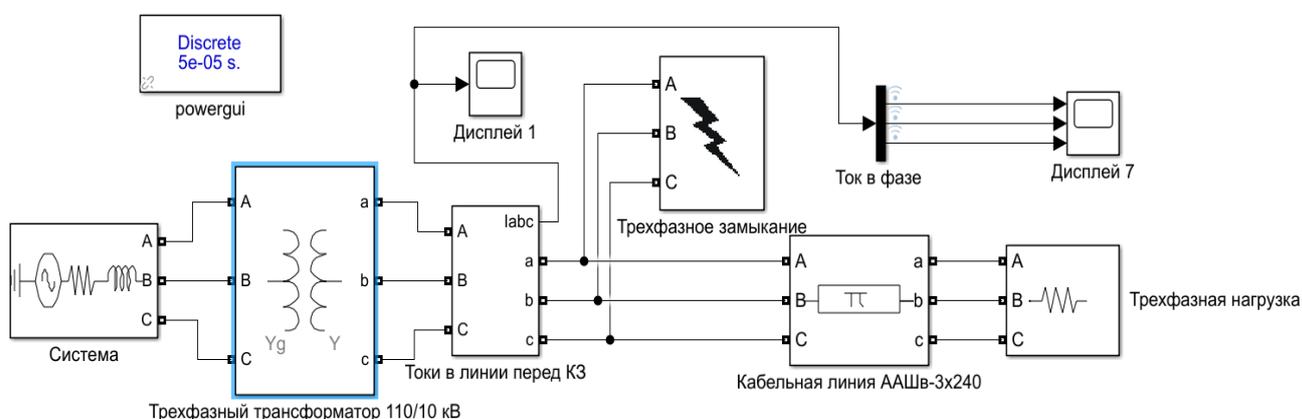


Рис.1. Тестовая модель симметричного переходного режима КЗ системы в MATLAB

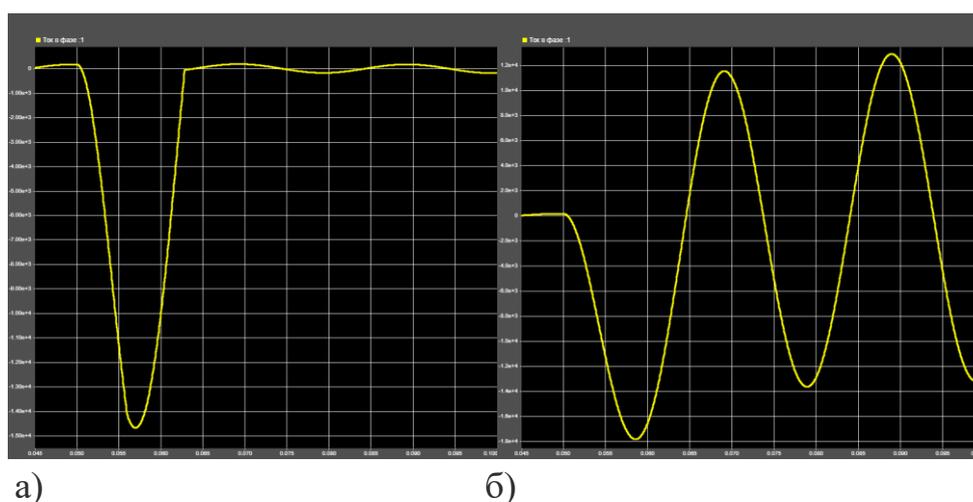


Рис.2. Осциллограмма тока КЗ фазы А: а) - с токоограничением; б) - без токоограничения на промежутке времени от 0,045сек. до 0,1 сек.