

ИММИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ ПУСКА ЭЛЕМЕНТОВ ПРИВОДА ЭЛЕКТРОВОЗА ПОСТОЯННОГО ТОКА

К.Церетели
Н. Кереселидзе

რეზიუმე

მუდმივი დენის ელმავლის ამძრავის ელემენტთა
გამშვების მართვის იმიტაციური მოდელი

დამუშავდა მუდმივი დენის ელმავლის ამძრავის
მათემატიკური მოდელი, დამუშავდა ძალოვანი ქსე-
ლის მოდელი ელექტროპნევმატური კონტაქტორე-
ბის ამოქმედების დროთა გაფანტულობის გათვალ-
ისწინებით, დამუშავდა პროგრამული კომპლექსი,
მუდმივი დენის ელმავლის ძალურ ქსელში მიმდინარე
ელექტრომაგნტურ პროცესებზე, დასაკვირვებლად.

საკვანძო სიტყვები: მათემატიკური მოდელი, ელ-
მავლის ამძრავი, გამშვები წინააღობები.

IMITATIONAL MODEL OF STARTDRIVING DC ELEMENTS OF LOCOMOTIVE DRIVE

K.Tsereteli,
N. Kereselidze

Summary

A mathematical model of dc electric locomotive drive
was develop, the model based on the power circuit switch-
ing time variation of electro-contactors was develop, soft-
ware complex designed to monitor the electromagnetic pro-
cesses in the power circuit dc electric was develop

Keywords: mathematical model, electric locomotive,
starting resistance.

* * * * *

В парке железной дороги Грузии создавалась
ситуация, когда электровазы ВЛ22М отслужили
свой срок, а их использование было неэкономично.
Поэтому срочно стали создавать электровазы
постоянного тока 4Е1 и 4Е102. При этом не было
ни времени для исследования их возможностей, и в
частности, обоснованности выбора схем их пусковых
реостатов. Поэтому и было начато исследование
по сравнению пусковых реостатов упомянутых
электровазов с помощью моделей.

Проведение натурных экспериментов
непосредственно на электровазе – процесс трудоемкий,
малоэффективный, требующий больших финансовых
затрат, специальных средств обеспечения, большого
расхода электроэнергии. Поэтому всякие разработки

программ математического моделирования способных
воспроизвести с гарантированной точностью процессы
протекающие в электротехнических устройствах, на
сегодняшний день очень востребованы.

Целью работы была разработка математического
модельного анализа привода электровазов постоянного
тока с индивидуальными электропневматическими
реостатными контакторами, с учетом особенностей
ступенчатого пуска. Поставленные в работе
задачи решены с использованием методов теории
электрических цепей, электрических машин,
математического анализа и компьютерного
моделирования.

В тяговых электроприводах электровазов
постоянного тока с коллекторными двигателями
наиболее широкое применение получило
последовательное соединение обмоток возбуждения
относительно цепи якоря. Регулирование частоты
вращения якоря производится путем изменения
напряжения на якоре от нуля до номинального, а
расширение диапазона используемых скоростей
движения производится путем ступенчатого
ослабления магнитного поля возбуждения. При этом,
решается ряд задач по обеспечению устойчивой
работы тягового двигателя (ТЭД), а именно: большая
индуктивность цепи якоря, включающая обмотку
возбуждения, ослабляет броски тока при резких
колебаниях напряжения контактной сети; включение
обмотки возбуждения в цепь якоря создает сильную
отрицательную обратную связь по току, что
облегчает задачу управления моментом, развиваемым
двигателем, и стабилизирует процесс управления.

Применение электромеханических, тяговых
и тормозных характеристик электровазов в виде
математических формул общеизвестно. В справочной
литературе электромеханические и тяговые
характеристики электроподвижного состава даются
обычно в графическом виде. В методике выполнения
расчетов математическими машинами привился метод
ввода в память вычислительных машин характеристик
локомотивов в виде таблиц, составленных по
графическим характеристикам. Представление
характеристик в виде аппроксимирующих функций
(АФ) дает возможность более четкого представления
физической природы следящего процесса. Для
определения скоростей движения электроваза на каждой
ступени пуска (при известных сопротивлениях каждой
ступени пускового реостата), можно использовать
модель тягового двигателя, изображенную на рис. №1
поступая следующим образом:

1) Исходим из того, что при наборе первых
трех ступеней движение электроваза не происходит и

следовательно в модель вводится $V=0$;

2) Вводится величина сопротивления первой степени;

3) Вводим величину пускового тока 490А;

4) Запускаем модель и по показанию прибора регистрирующего ток двигателя корректируем величину пускового тока;

5) Полученные величины R_p , I_{dv} , $V_{эл}$, Φ_{dv} вносим в таблицу ;

6) На позициях, при которых ток регистрирующего прибора достигает уровня среднего установленного пускового тока 490А, величины скоростей определяются такой подборкой, чтоб разница между установленным пусковым током 490А и зарегистрированным прибором тока не превышала долей ампера.

В данной работе схемы пусковых реостатов приведены в виде виртуальных моделей MATLABa, воспроизводящих величины всех ступеней реостата и величины токов в каждой из секций при всех ступенях пуска. А имея данные о числе параллельных элементов в секциях легко определить величины токов в них.

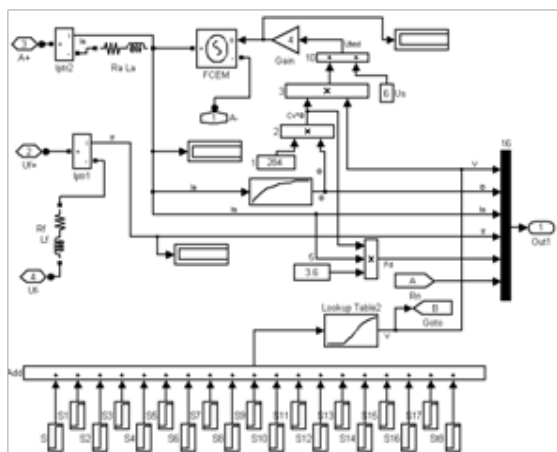


Рис. №1 Схема модели тягового двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением на базе источника напряжения (фигурирующая в модели пускового реостата).

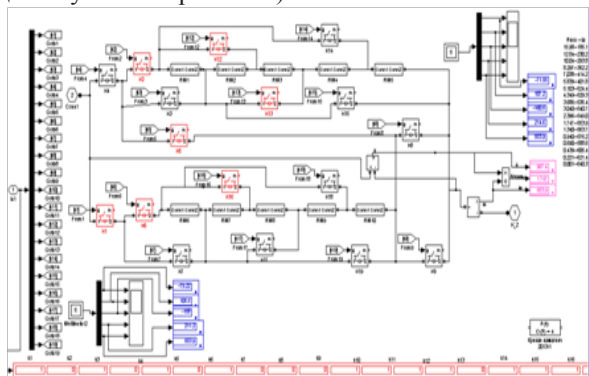


Рис. №2 Модель пускового реостата электровоза 4Е1.

Проведенные исследования позволили:

- установить, что разброс температур нагрева секций нового пускового реостата уменьшился и уменьшилась максимальная температура нагрева по сравнению с существующим ПР;

- установить допустимый диапазон разброса времен срабатывания электропневматических контакторов;

- создана модель тягового двигателя ТЛ-2К, отображающая не только установившиеся, но и переходные процессы;

- разработан программный комплекс для наблюдения за электромагнитными процессами в силовой цепи четырехосного электровоза постоянного тока 4Е1.

ВЫВОДЫ.

-- разработана математическая модель привода электровоза постоянного тока 4Е1 позволяющая имитировать выведение пусковых сопротивлений;

-- на основе сравнительного теплового расчета установлено, что новый вариант компоновки пускового реостата обеспечивает большую равномерность температур нагрева элементов секций по сравнению с существующим и снижение максимальной температуры нагрева;

-- разработана модель силовой схемы с учетом разброса времен срабатывания электропневматических контакторов, выполнено статистическое моделирование этого параметра, определены характеристики случайных величин токов и напряжений и их длительностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ротанов Н.А., Захарченко Д.Д. и др. «Проектирование систем управления подвижным составом электрических железных дорог», Транспорт, 1986г, 327с.

2 Тихменев Б.Н., Трахман Л.М., «Подвижной состав электрифицированных железных дорог», 1980, 471с.

3. Андросов Н.Н., Костарев П.А. «Схема переключения пусковых резисторов обеспечивающая повышение их энергоемкости при пуске и электрическом торможении ЭПС постоянного тока», Вестник ВНИИЖТ, №6 1997г

4. Г. И. Чиракадзе, О. А. Кикнадзе «Электровоз ВЛ11»-руководство по эксплуатации, Транспорт, 1983г, 464с.