

является не только инструментом статистического анализа, являющегося решением ряда случайным образом сгенерированных комбинаций моделируемого материала, но и позволяет производить оптимизационные расчеты, обеспечивающие, например, требуемое или допустимое содержание отдельных элементов и получить, таким образом, композиционный материал с заданными интегральными характеристиками, обеспечивающими показатели безотказности, долговечности и сохраняемости силового трансформатора.

ЛИТЕРАТУРА

1. Патент № 2525234 РФ. Теплогенерирующий электромеханический преобразователь / В.А. Ким и [др.]. Опубликовано: 10.08.2014. Бюл. № 22.-2 с.
2. Труб, И. И. Объектно-ориентированное моделирование на C++: Учебный курс / И.И. Труб. – СПб.: Питер, 2005.- 416 с.
3. Бусленко, В.Н. Автоматизация имитационного моделирования сложных систем / В.Н. Бусленко. – М.: Наука, 1977. – 240 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА КОММУТАЦИИ БЫСТРОДЕЙСТВУЮЩЕГО КОНТАКТОРА БК-78Т В СХЕМЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОВОЗА

Бракк И.С.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

В работе представлены промежуточные результаты исследования возможности замены быстродействующего контактора БК-78Т на аналог полупроводникового типа, смоделирована электрическая схема тяговых электродвигателей электровоза с БК-78Т в программном продукте Matlab Simulink для исследования переходных процессов, бросков токов и напряжений при размыкании контактора в рекуперативном режиме торможения [1].

В современном мире широкое применение находят полупроводниковые приборы. Не так давно полупроводники имели малые пропускные токи и напряжения, но уже сейчас они способны коммутировать тысячи ампер и тысячи вольт.

Современные электровозы имеют на своём борту достаточное количество различных полупроводниковых приборов, однако существует огромный класс электровозов постоянного тока, имеющего контактное оборудование.

Одним из важнейших электрических аппаратов является быстродействующий контактор, представляющий собой электрический аппарат, состоящий из электромагнитной катушки, дугогасительного устройства, подвижных контактов. При достижении определённого заранее тока электромагнитная катушка разрывает подвижные контакты, в результате возникает электрическая дуга. В результате горения дуги, обгорают контакты, нагревается атмосфера и т.д. Всё это говорит о серьёзных недостатках данного аппарата. Приходится часто обслуживать контактор: чистить контакты, проверять изоляцию, проверять провал и раствор контактов. Становится актуальной задача замены БК-78Т на аппарат полупроводникового типа.

Контактор БК-78Т входит в силовую цепь тяговых двигателей ТЛ-2К и разрывает цепь в режиме рекуперативного торможения при коротких замыканиях или круговых огнях, когда электровоз движется с горки или при торможении. На рисунке 1 представлена электрическая схема.

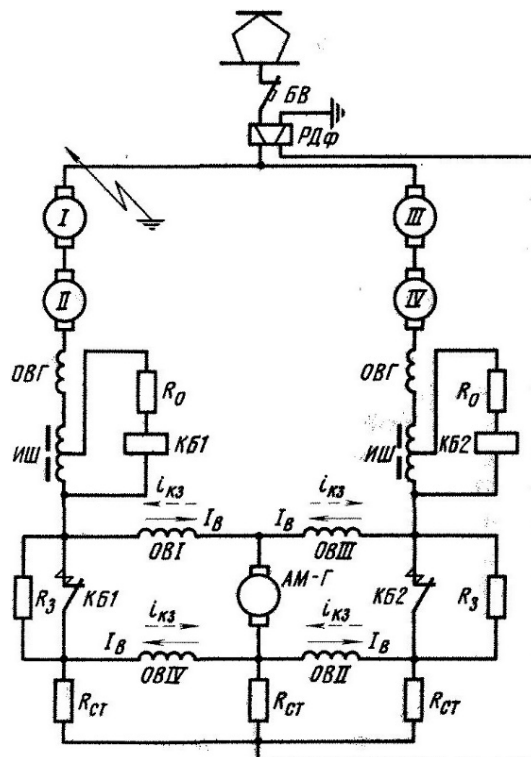


Рис. 1. Электрическая схема

Римскими цифрами I, II, III и IV обозначены тяговые электродвигатели, ОВГ – обмотка возбуждения преобразователя, ИШ – индуктивный шунт, КБ1 – БК-78Т, ОВI-IV – обмотки возбуждения двигателей, АМ-Г – преобразователь, R_{ст} – стабилизирующее сопротивление, цепь R₀ и катушка КБ1 – электромагнитная катушка БК-78Т, БВ – выключатель [2].

В таблице 1 представлены основные параметры быстродействующего контактора БК-78Т [3].

Таблица 1. Основные параметры БК-78Т

| | |
|---|---------|
| Предельный отключаемый ток при индуктивности цепи 10 мГн и шунтировании главных контактов сопротивлением 2 Ом | 2500 А |
| Номинальное напряжение | 3300 В |
| Наибольшее напряжение | 4000 В |
| Номинальный ток силовых контактов | 1000 А |
| Ток отключения (уставки) | 35-50 А |
| Номинальное напряжение цепи управления | 50 В |
| Масса | 43 кг |

Для того, чтобы понять, как работает схема на рисунке 1, она была смоделирована в программном продукте Matlab. Смоделированная схема представлена на рисунке 2.

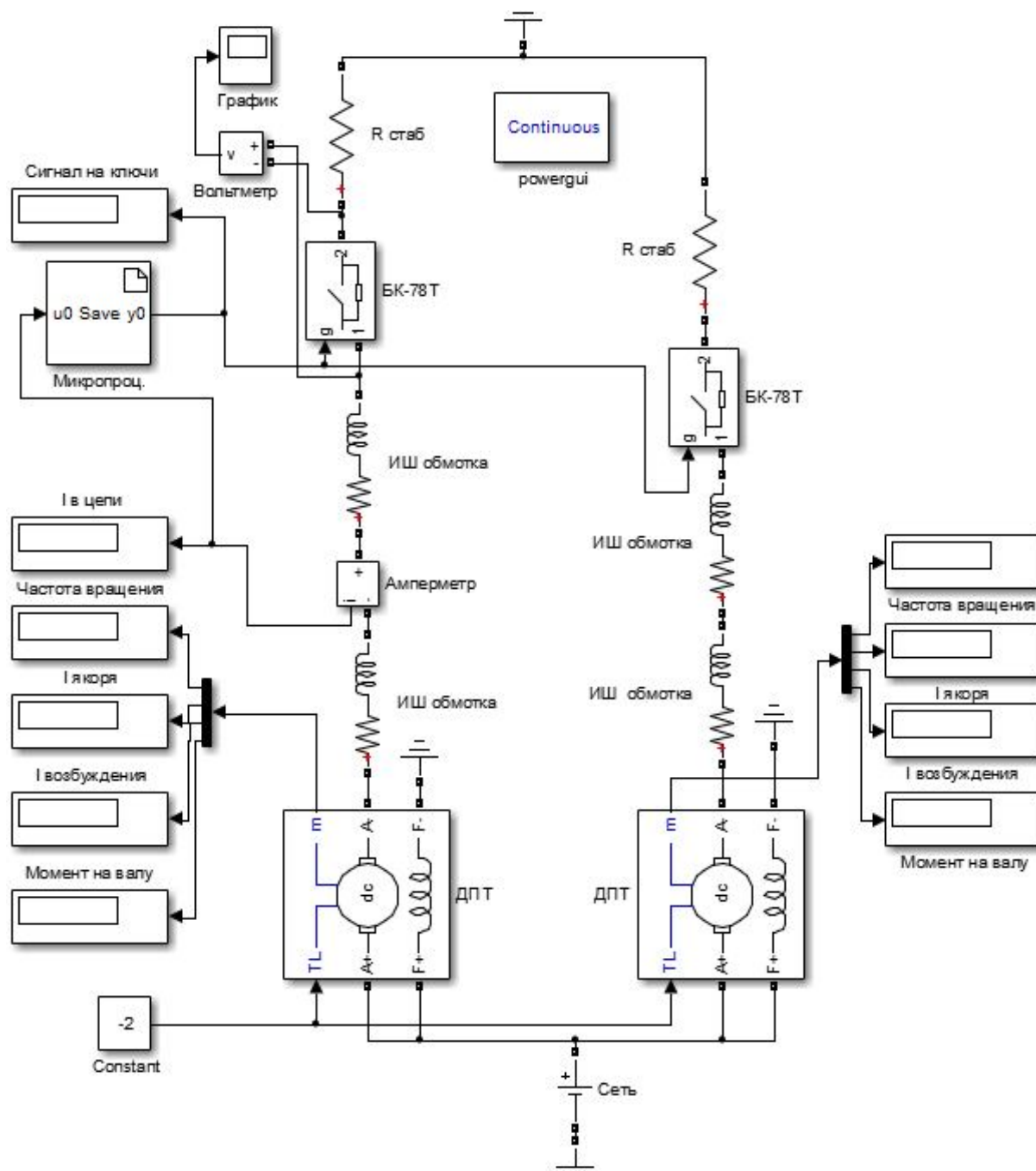


Рис. 2. Схема, смоделированная в Matlab

Из рисунка 2 видно, что схема идентична схеме на рисунке 1, это даёт возможность исследовать процессы коммутации в режиме рекуперации быстродействующего контактора, роль в схеме которого исполняет блок Ideal Switch [4].

Все блоки собранной модели выполняют роль элементов схемы, изображённой на рисунке 1. Блок сеть имитирует питание тяговых двигателей, блок ДПТ имитирует двигатель постоянного тока ТЛ-2К, блок Constant имитирует нагрузку двигателя, в данной случае она отрицательна, так как электровоз находится в режиме рекуперации, слева и справа от двигателей изображены блоки, имитирующие датчики скорости вращения вала, тока якоря, тока возбуждения, момента на валу. Амперметр в данном случае исполняет функцию датчика для контактора БК-78Т, а исполняющим

механизмом, для коммутации БК-78Т, является микропроцессор, функцию которого исполняет блок S-function.

Для исследования бросков напряжения на блоке Ideal Switch, который исполняет роль быстродействующего контактора, клеммы блока Voltage Measurement присоединены с двух сторон к блоку Ideal Switch. Полученный график переходного процесса представлен на рисунке 3 [5].

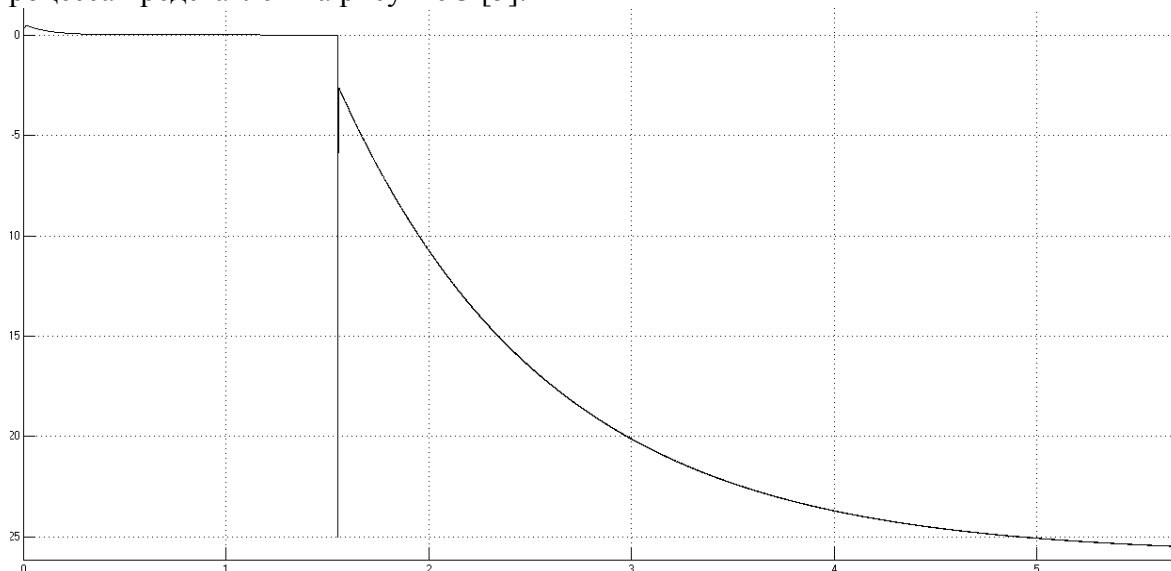


Рис. 3. Напряжение на Ideal Switch (БК-78Т)

Из рисунка 3 видно, что при коммутации цепи, происходит резкий скачок напряжения, что может негативно отразиться на изоляции цепи.

Вывод. В результате проделанной работы смоделирована электрическая цепь тягового электровоза для изучения процессов коммутации, пуска и остановки двигателей, что составляет основу для проектирования аналога контактора на основе полупроводниковых приборов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сидоров Н.И., Сидоров Н.Н. Как устроен и работает электровоз. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1988. – 223 с., ил., прилож. ISBN 5-277-00191-3.
2. Устройство и работы электровозов постоянного тока. С.Н. Чернявский, И. М. Ривин. М., изд-во «Транспорт», 1971 г., 1-360.
3. Устройство и ремонт электровозов постоянного тока. Учебник для техн. школ ж.-д. трансп. М., «Транспорт», 1977. 464 с. Авт.: С.А. Алябьев, Е.В. Горчаков, С.И. Осипов, Э.Э. Ридель, В.Н. Хлебников.
4. Кабалык Ю.С. Имитационное моделирование устройств электроподвижного состава: метод. пособие по выполнению лабораторных работ / Ю.С. Кабалык. – Хабаровск: Изд-во ДВГУПС, 2012. – 64 с. : ил.
5. Терёхин В.Б. Моделирование систем электропривода в Simulink (Matlab 7.0.1): учебное пособие / В.Б. Терёхин; Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 292 с.