

УДК 621

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СИЛОВОЙ ЧАСТИ СТЕНДА ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ТЯГОВЫХ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕЙ ПО ПРИНЦИПУ ВЗАИМНОЙ НАГРУЗКИ

В. С. Захаренко, И. В. Дорощенко, М. Н. Погуляев, В. В. Годарев

Учреждение образования «Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь

Тяговые электродвигатели представляют один из наиболее ответственных видов тягового оборудования в конструкции любого электровоза или электропоезда. Большую часть отказов электрического оборудования подвижного состава составляют отказы тяговых электрических двигателей. Для двигателей требуются точные методы проверки состояния, так как при отказе любого из тяговых двигателей наступает отказ тепловоза [1], [2], [5].

В последнее время наблюдается рост мировых цен на энергоресурсы, поэтому одним из приоритетных направлений технической политики во всех развитых странах мира является энергосбережение, в том числе и при проведении испытаний двигателей. Таким образом, разработка высокопроизводительных и экономичных систем привода является приоритетным направлением развития современных испытательных стендов. Испытательный стенд представляет собой конструктивное единство электромеханического преобразователя энергии, силового преобразователя и устройства управления [3], [4].

Техническая сложность проведения любого вида испытаний современных тяговых электродвигателей связана с их значительной мощностью. Поэтому для таких машин (средней и большой мощности) был разработан особый метод нагружения и экономичного питания, получивший название метода взаимного нагружения [2], [5], [6], [7]. В настоящее время этот метод является общепризнанным и наиболее распространенным на предприятиях железнодорожного транспорта, связанных с изготовлением или ремонтом тяговых электрических машин локомотивов.

Целью работы является создание имитационной модели силовой части станции испытания тяговых электродвигателей постоянного тока, применяемой для проведения лабораторных работ в УО «БелГУТ» (г. Гомель).

Наибольшее распространение на станциях для испытания тяговых электромашин получила схема взаимной нагрузки с использованием так называемых вольтдобавочной машины и линейного генератора. Особенность схемы с использованием вращающихся преобразователей заключается в том, что в качестве вольтдобавочной машины и линейного генератора, как правило, применяются однотипные электромашины, номинальные мощности которых значительно превышают необходимые для испытания. С одной стороны, это снижает энергетическую эффективность испытаний, с другой стороны – дает очень большой запас по перегрузочной способности источников питания [2], [5].

Испытания, проводимые в УО «БелГУТ», проводят с использованием тяговых электродвигателей ЭД-107. Стенд позволяет имитировать режимы работы, соответствующие режимам его использования на тепловозах ТЭМ2.

Упрощенная принципиальная электрическая схема силовой части испытательного стенда представлена на рис. 1.

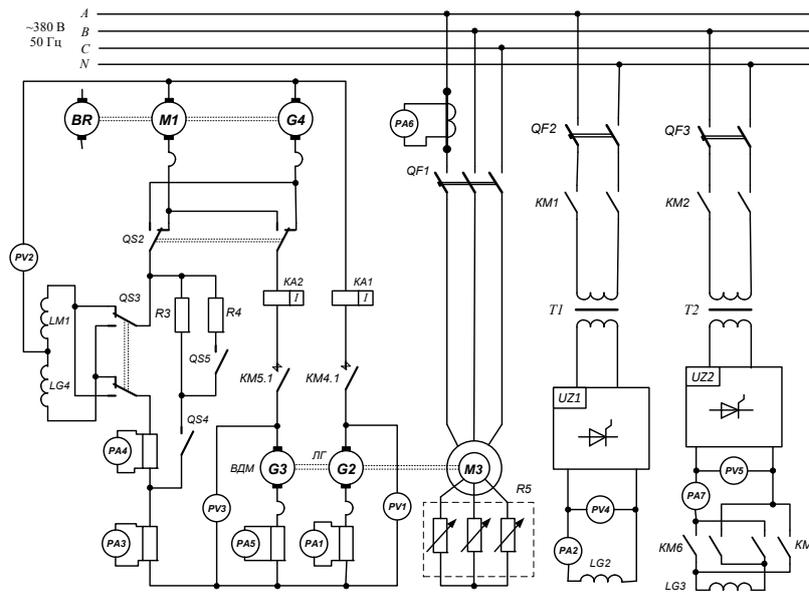


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема силовой части стенда испытания тяговых двигателей по принципу взаимной нагрузки:

$M1$ – тяговый двигатель постоянного тока; $G2$ – линейный генератор; $G3$ – вольтодобавочная машина; $G4$ – тяговый двигатель постоянного тока, работающий в генераторном режиме; $M3$ – асинхронный двигатель с фазным ротором; BR – тахогенератор; $UZ1$ – ведомый сетью однофазный тиристорный преобразователь; $UZ2$ – ведомый сетью однофазный тиристорный преобразователь

Имитационная модель силовой части стенда была разработана в графической среде имитационного моделирования Matlab Simulink и имеет вид, представленный на рис. 2.

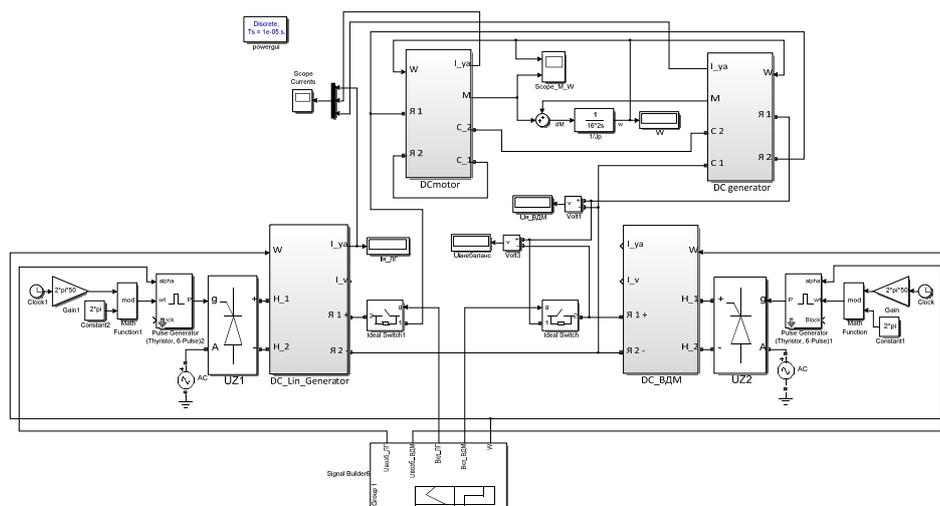


Рис. 2. Схема имитационной модели силовой части стенда

Имитационная модель была составлена с учетом следующих особенностей:

- обмотки возбуждения и обмотки якоря используемых электродвигателей представлены RL -ветвями с соответствующими параметрами;
- модель машины постоянного тока последовательного возбуждения составлена с учетом кривой намагничивания двигателя при изменении тока нагрузки;
- модели машин постоянного тока независимого возбуждения, используемые в качестве линейного генератора и вольтодобавочной машины, составлены при условии постоянства магнитного потока.

При моделировании проведен расчет переходных процессов в силовой части стенда в рабочих и аварийных режимах. На рис. 3 приведены диаграммы процессов при пуске испытуемого тягового двигателя при пониженном напряжении якоря.

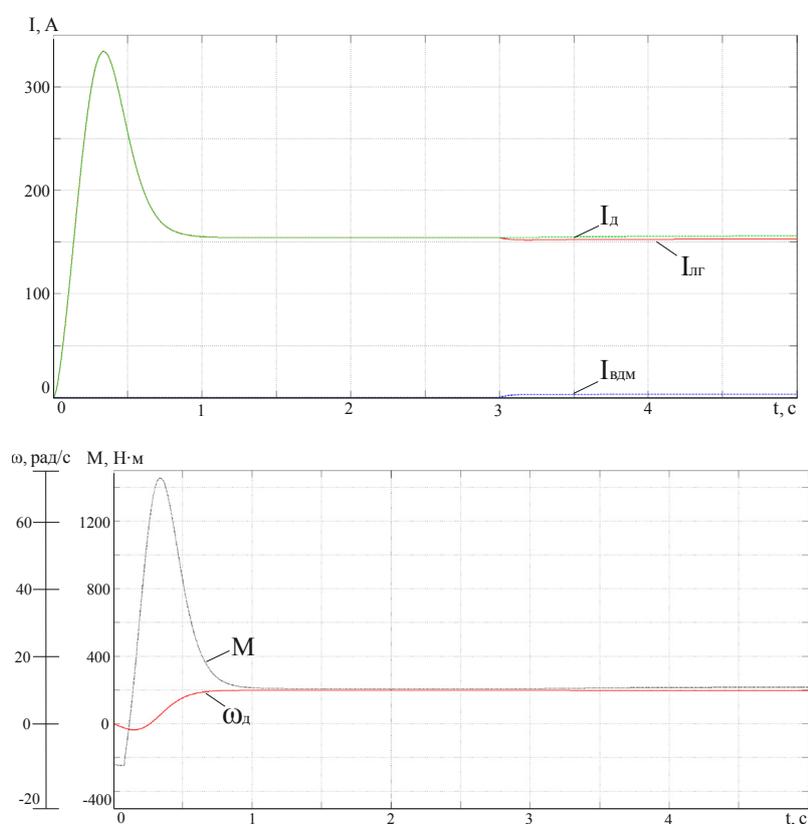


Рис. 3. Диаграммы токов, момента и скорости тягового двигателя при пуске:

I_d – ток якоря испытуемого тягового двигателя; $I_{лг}$ – ток якоря линейного генератора; $I_{вдм}$ – ток якоря вольтодобавочной машины;

M – электромагнитный момент испытуемого тягового двигателя; ω – угловая скорость вращения испытуемого тягового двигателя

Разработанная имитационная модель нагрузочной части испытательного может производить анализ рабочих и аварийных режимов стенда для испытания тяговых электрических двигателей, что позволит определить параметры узлов защиты стенда (величины уставок и интервалы задержки срабатывания). Верификация модели была проведена на стенде для испытания тяговых машин постоянного тока ЭД-107 в указанном вузе в результате моделирования и экспериментальных испытаний.

Секция 5. Энергосберегающие технологии и альтернативная энергетика 243

Созданная модель использовалась при модернизации станции испытания ТЭД в БелГУТе при выполнении договора № 785-15 между данным вузом и ГГТУ им. П. О. Сухого по разработке и поставке системы управления станцией испытания тяговых электродвигателя.

Л и т е р а т у р а

1. Афанасов, А. М. Моделирование электромеханических процессов в стенде взаимной нагрузки тяговых электромашин // Гірничя електромеханіка та автоматика : наук.-техн. збір. – 2010. – Вип. 84. – С. 210–217.
2. Афанасов, А. М. Теоретический анализ энергетических процессов при взаимной нагрузке тяговых электрических машин постоянного тока / А. М. Афанасов // Вісник Дніпропетр. нац. ун-ту заліз. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – 2009. – Вип. 25. – С. 258–262.
4. Захаренко, В. С. Современное состояние и перспективы развития инвариантных электромеханических стендов с рекуперацией энергии / В. С. Захаренко, И. В. Дорощенко // Вестн. Гомел. гос. техн. ун-та им. П. О. Сухого. – 2007. – № 4. – С. 80–84.
5. Михайлов, И. Ю. Разработка компьютерной модели расчета количественной оценки эксплуатационной надежности тяговых электрических двигателей троллейбуса / И. Ю. Михайлов, О. П. Муравлев, А. Л. Федянин // Изв. Том. политехн. ун-та.– 2014. – Т. 324. № 4. – С. 110–116.
6. Кузнецов, Н. Л. Надежность электрических машин / Н. Л. Кузнецов – М. : Издат. дом МЭИ, 2006. – 432 с.
7. Курбасов, А. С. Проектирование тяговых электродвигателей : учеб. пособие для вузов ж.-д. трансп. / под ред. А. С. Курбасова. – М. : Транспорт, 1987. – 536 с.
8. Справочник по электроподвижному составу, тепловозам и дизель-поездам / под ред. А. И. Тищенко. – М. : Транспорт, 1976. – 432 с.