

УДК 621.313

Д.Ю. МЕЛЬНИКОВ, студент гр. ЭП-41 (ГГТУ им. П.О. Сухого)
Научный руководитель М.Н. ПОГУЛЯЕВ, к.т.н., доцент
(ГГТУ им. П.О. Сухого)
г. Гомель, Республика Беларусь

**ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ СТЕНДА НАГРУЖЕНИЯ
ДВИГАТЕЛЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА**

В наше время вопрос экономии энергии становится всё более важным. Использование энергии электродвигателей постоянного тока с максимальной эффективностью во время испытаний под нагрузкой может значительно снизить расходы на электричество и уменьшить негативное воздействие на окружающую среду. Этим требованиям в полной мере отвечают энергосберегающие стенды, построенные по принципу взаимной нагрузки [1]. Такая реализация стенда (рис. 1) позволяет существенно сократить потребление электроэнергии из сети, так как основной поток энергии циркулирует в контуре между якорными цепями двигателей.

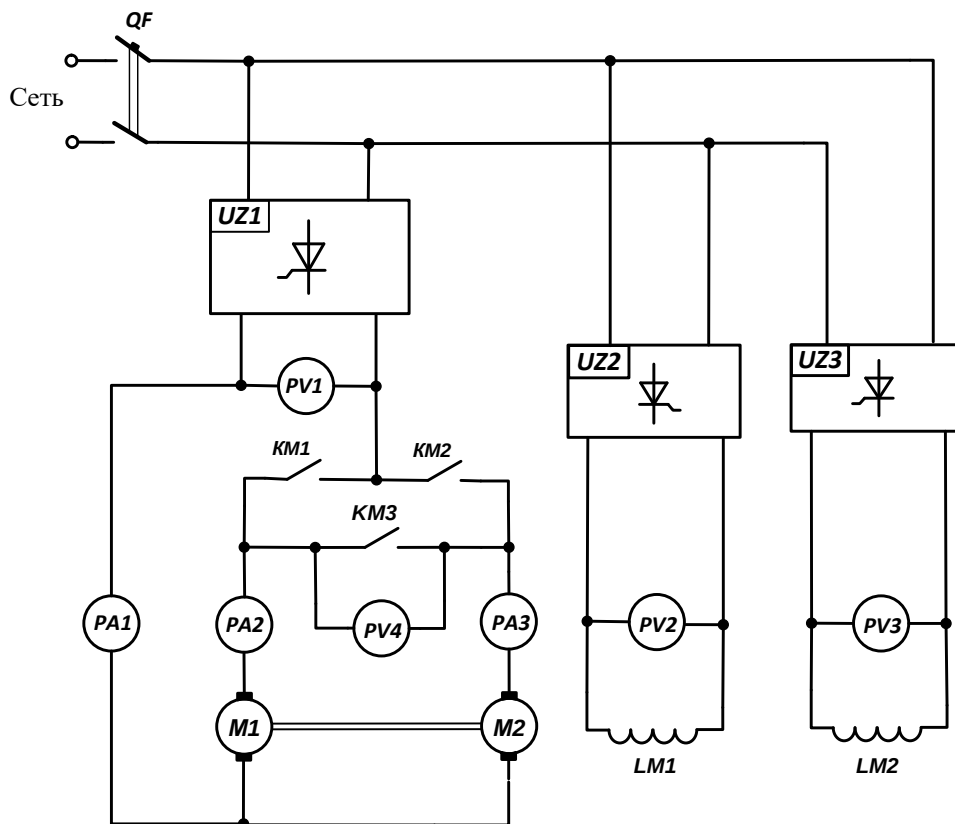


Рис. 1. Электрическая схема силовой части стенда для испытания двигателей постоянного тока по принципу взаимной нагрузки

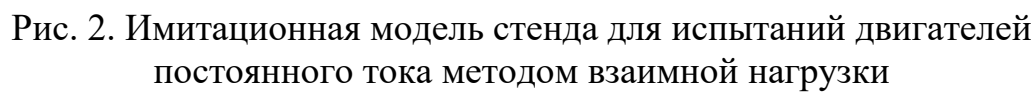
Детальное изучение процессов, происходящих в стенде, является ключевым для успешной подготовки и проведения натурных испытаний. Это знание позволяет эффективно управлять испытаниями, повысить точность и достоверность результатов испытаний, обеспечить безопасность и надежность работы оборудования.

С этой целью была разработана имитационная модель данного стенда в программной среде Matlab/Simulink/SimPowerSystems [2, 3]. Модель (рис. 2) включает как стандартные блоки этих пакетов, так и пользовательские блоки, разработанные специально для этой задачи. Модель позволяет проводить анализ работы стенда в установившихся, динамических и аварийных режимах, определять основные параметры (напряжения, токи, скорости, мощности), анализировать временные процессы. Кроме того, с её помощью можно определять параметры силовых элементов и аппаратуры защиты. Было выполнено численное моделирование работы стенда с двигателями постоянного тока ПЛ-062, имеющими следующие справочные данные $P_n = 90$ Вт, $U_n = 220$ В, $n_n = 1500$ об/мин, $\eta = 57,5$ %, $I_n = 0,71$ А. Недостающие параметры двигателя необходимые для модели (сопротивления обмоток якоря и возбуждения, индуктивность обмоток якоря и возбуждения) были измерены либо рассчитаны по методике изложенной в [2].

Проверка адекватности модели, проведенная на стенде в лаборатории «Электрические машины», показывает высокую точность разработанной имитационной модели. Максимальное различие между результатами численного моделирования и стендовых испытаний двигателя постоянного тока типа ПЛ-062 не превышает 4,8%, что свидетельствует о высокой степени соответствия модели реальному оборудованию.

На основании этих результатов можно заключить, что разработанная имитационная модель может оказаться полезным инструментом в производственных условиях на этапе подготовки к натурным испытаниям. Она может помочь инженерам проводить виртуальные эксперименты и моделировать различные сценарии, чтобы оптимизировать работу стенда нагружения и повысить эффективность испытаний электродвигателей. Это может помочь сократить время и затраты, связанные с проведением реальных испытаний, и уменьшить риск повреждения дорогостоящего оборудования.

Кроме того, что данная модель может сыграть важную роль и в учебном процессе. Она предоставляет студентам возможность визуализировать и анализировать работу различных компонентов испытательного стенда, что способствует более глубокому пониманию принципов работы систем нагружения. Знания, полученные на модели, облегчают понимание реальных испытаний и будут полезны в будущей профессиональной деятельности.



В качестве примера, на рисунке 3 представлены временные диаграммы и численные значения параметров двигателя ПЛ-062 (угловая скорость, токи, момент и др.) при набросе нагрузки с 0,4 Нм до 0,8 Нм в момент времени $t = 1.7$ с (рис. 3). Время переходного процесса составило 0,14 с.

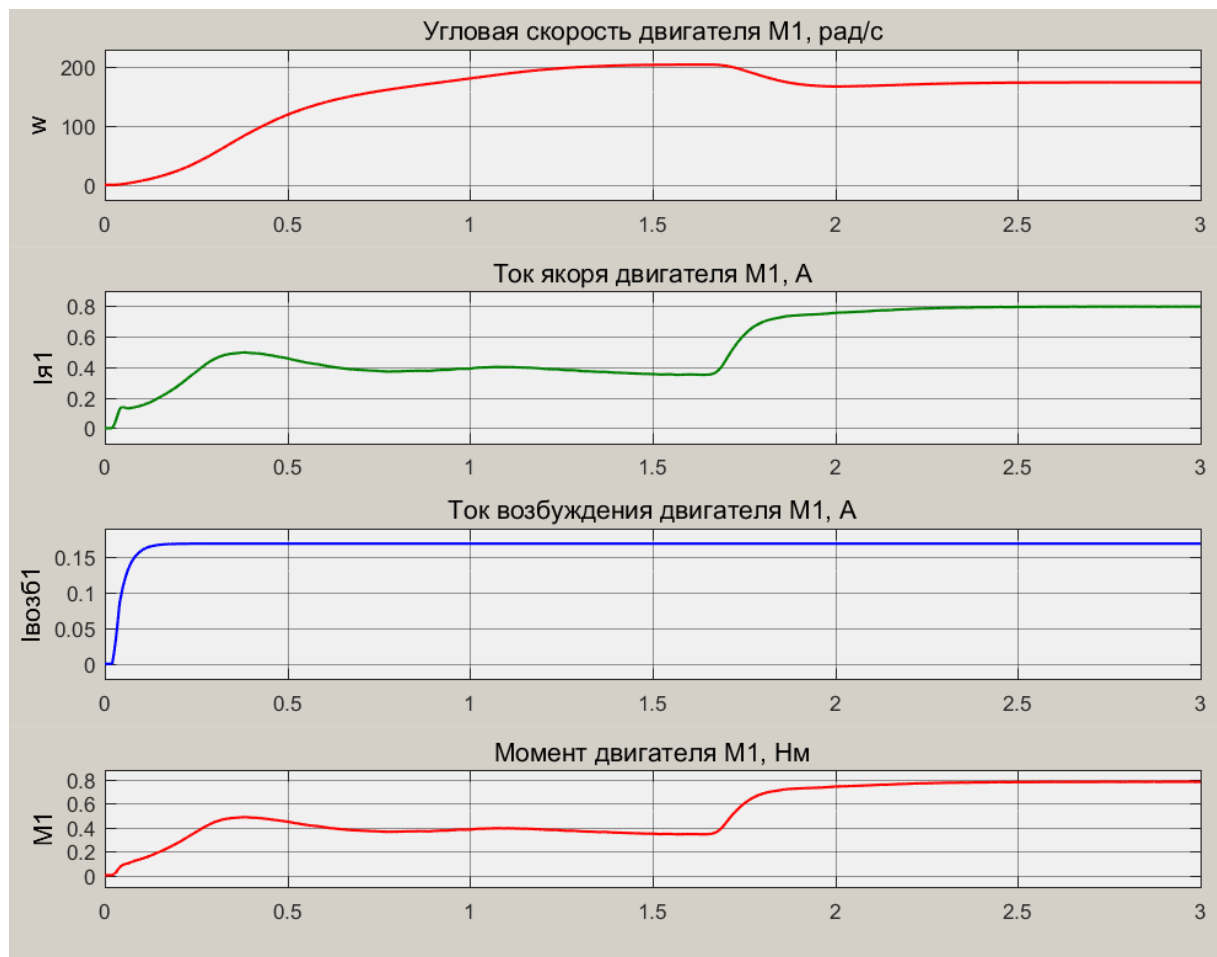


Рис. 3. Диаграммы работы стенда при набросе нагрузки

Список литературы:

1. Имитационная модель силовой части стенда для испытания тяговых электродвигателей по принципу взаимной нагрузки / И. В. Дорощенко [и др.] // Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно-практический журнал. – 2018. – № 4. – С. 31-40.
2. Черных, И.В. Моделирование электротехнических устройств в MATLAB, Sim Power Systems и Simulink / И.В. Черных. – М.: ДМК Пресс; СПб. : Питер, 2008. – 288 с.
3. Погуляев, М. Н. Энергосберегающее устройство нагружения резервных электрогенераторов на основе статических преобразователей /

М. Н. Погуляев // Вестник ГГТУ им. П. О. Сухого : научно-практический журнал. – 2022. – № 3. – С. 96-103.

Информация об авторах:

Мельников Дмитрий Юрьевич, студент гр. ЭП-41, ГГТУ им. П.О. Сухого, 246144, г. Гомель, пр-т Речицкий, д. 135, dmelnikov86@edu.gstu.by.

Погуляев Михаил Никифорович, к.т.н., доцент, ГГТУ им. П.О. Сухого, 246029, г. Гомель, пр-т Октября, д. 48, poguljaev@gstu.by