

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО МЕХАНИЗМА С МАГНИТНОЙ ЗАЩЕЛКОЙ

Е.В. Прохоренко, В.А. Кондратьев, Б.Р. Норбоев

Новосибирский государственный технический университет

Рецензент В.Ф. Калинин

Ключевые слова и фразы: высокое быстродействие; отключение питания после срабатывания; привод коммутационного аппарата; чувствительность к знаку сигнала управления; электромагнитный механизм привода; электромагнитные системы; ярмо магнитопровода.

Аннотация. Представлены результаты разработки электромагнитного механизма с магнитной защелкой, выполненные с использованием приемов математического моделирования динамики его работы.

Целью статьи является представление результатов научно-практического характера, полученных при разработке привода коммутационного аппарата, в котором необходимо обеспечить чувствительность к знаку сигнала управления, высокое быстродействие и отключение питания после срабатывания.

Результаты научно-практического характера, полученные при разработке привода коммутационного аппарата, в котором необходимо обеспечить чувствительность к знаку сигнала управления, высокое быстродействие и отключение питания после срабатывания можно представить следующим образом.

Электромагнитный механизм (ЭММ) привода выполнен с двумя электромагнитными системами (ЭМС) и общим для них якорем. Конструктивное исполнение электромагнитного двигателя (ЭМД) ЭММ представлено на рис. 1.

Ярма магнитопроводов выполнены из электротехнической стали марки 1553, якорь – из пермаллоя марки П50Н. Постоянные магниты (NdFeB) обеспечивают залипание якоря в крайних положениях его хода (эффект магнитной защелки), но создают дополнительные усилия, которые должны преодолеваться намагничивающей силой катушки сопряженной ЭМС, увеличивают время трогания якоря.

Прохоренко Е.В. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика» Новосибирского государственного технического университета; Кондратьев В.А. – кандидат технических наук, доцент кафедры «Автоматика» Новосибирского государственного технического университета.

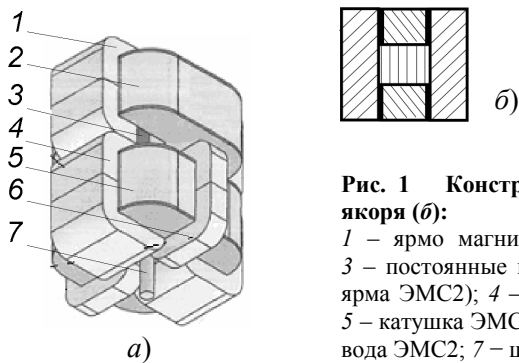


Рис. 1 Конструкция ЭМД (а) и сечение составного якоря (б):
 1 – ярмо магнитопровода ЭМС1; 2 – катушка ЭМС1;
 3 – постоянные магниты (общие для ЭМС1 и основного ярма ЭМС2); 4 – основное ярмо магнитопровода ЭМС2;
 5 – катушка ЭМС2; 6 – дополнительное ярмо магнитопровода ЭМС2; 7 – шток якоря

Расчеты ЭМД выполнялись в соответствии с положениями, сформированными одним из авторов статьи и представленными в литературе [1]. Вследствие того, что большая часть магнитопровода шихтованная, влияние вихревых потерь во внимание не принималось, поэтому ток намагничивания считался равным току обмотки. На рис. 2 сплошными линиями представлены характеристики потокосцепления, рассчитанные для обмоток ЭМС1 и ЭМС2, но только от потока в основном ярме магнитопровода. Здесь же пунктиром представлены характеристики потокосцепления обмотки ЭМС2 от потока в дополнительном ярме. Вследствие особенностей исполнения ЭМД усилия, действующие на отдельные части якоря, для ЭМС2 рассчитывались отдельно для каждого ярма, но для моделирования динамики ЭММ электродвижущая сила обмотки ЭМС2 определялась для полного (суммарного) потокосцепления обмотки. На рис. 3 сплошными линиями представлены характеристики электромагнитных сил, действующих на якорь от ЭМС1 и ЭМС2, но только от потока через основное ярмо магнитопровода. Здесь же пунктиром представлены характеристики электромагнитных сил ЭМС2, действующих на якорь от потока, проходящего через дополнительное ярмо. Провалы характеристик электромагнитных сил обусловлены влиянием насыщения материала якоря.

Интерполяция представленных характеристик выполнялась с применением программных средств вычислительной среды MatLab.

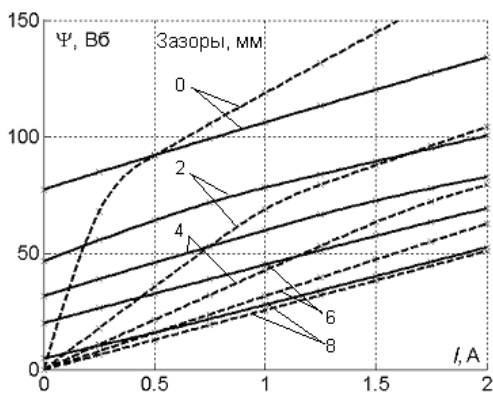


Рис. 2 Характеристики потокосцепления от тока

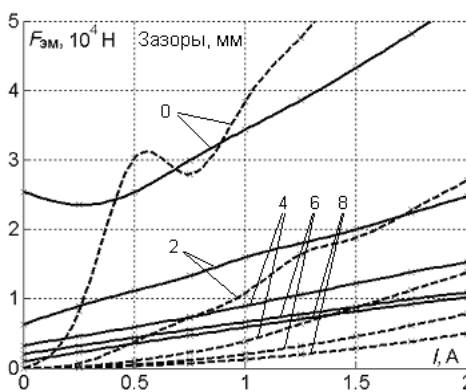


Рис. 3 Характеристики электромагнитной силы от тока

На рис. 4, а показан общий вид модели. В нем показаны блоки системы питания и управления 1 (СПиУ1), СПиУ2, ЭМС1, ЭМС2, согласующее устройство (СУ) и рабочий орган (РО). Блоки СУ и РО представлены на рис. 4, б. На рис. 4, в и 4, г показаны ЭМС1 и ЭМС2. Ключи используются для переключения режимов работы на включение и отключение.

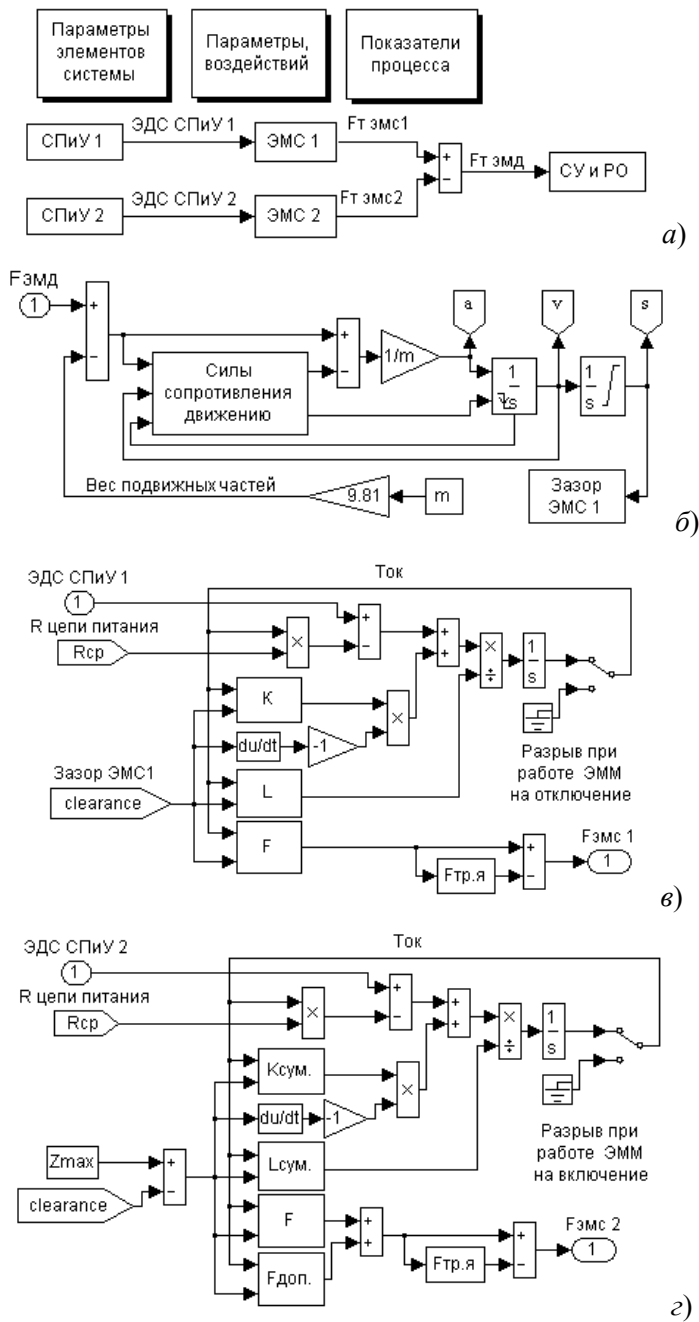


Рис. 4 Динамическая модель ЭММ:

а – общий вид; б – согласующее устройство и рабочий орган;
в – ЭМС1; г – ЭМС2

Результаты структурного моделирования динамики срабатывания ЭММ в среде MatLab представлены на рис. 5 – 6. Характеристики на отключение ЭММ на рисунках показаны сплошной линией, а на включение ЭММ – пунктирной.

Моделирование проводилось с учетом условия разрыва цепи обмотки сопряженной ЭМС. При невыполнении этого условия длительность процесса увеличивалась на 40 %, не обеспечивалось плавное движение якоря, что недопустимо для коммутации контактов РО ЭММ. При моделировании установлена целесообразность обеспечения зазора между ярмом магнитопровода и якорем в 1 мм, а также возможность использования в якоре электротехнического проката сто пермаллоя. В целом же полученные результаты свидетельствуют о возможности удовлетворения всех требований, предъявляемых к разрабатываемому устройству.

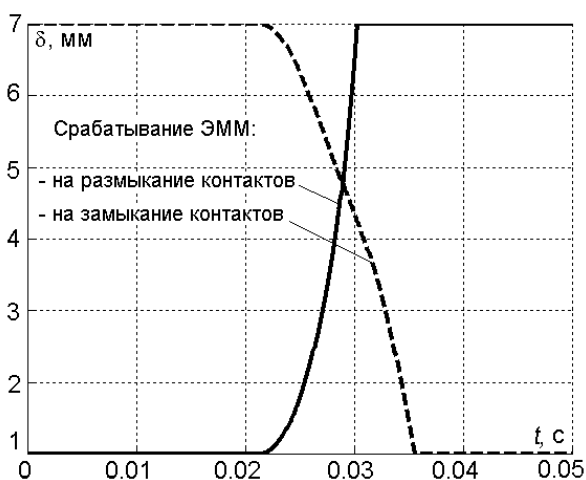


Рис. 5 Зазор ЭМС1

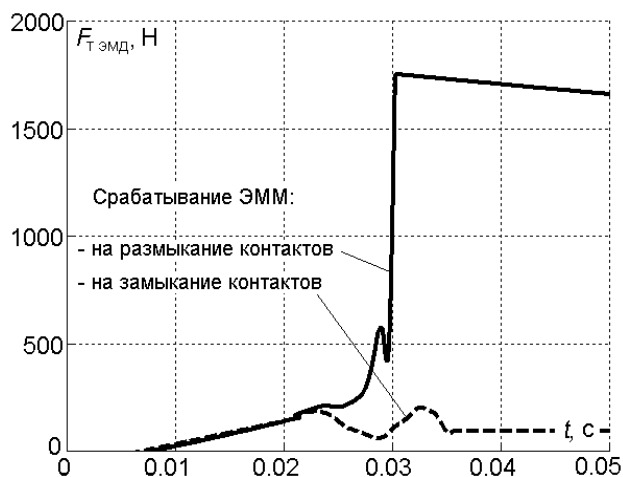


Рис. 6 Электромагнитная сила ЭММ

Список литературы

- 1 Кондратьев, В.А. Проектирование исполнительных электромагнитных двигателей с использованием приемов математического моделирования : учеб. пособие / В.А. Кондратьев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2001.
- 2 Ступель, Ф.А. Электромеханические реле / Ф.А. Ступель // Основы теории, проектирования и расчета : учеб. пособие. – Харьков, 1956.

**Peculiarities of Designing Electromagnetic Device
with Magnet Lock**

E.V. Prokhorenko, V.A. Kondratyev, B.R. Norboyev

Novosibirsk State Technical University

Key words and phrases: high speed; switching-off after operation; commutation apparatus drive; sensitivity to the sign of control signal; electromagnetic drive device; electromagnetic systems; magnet drive yoke.

Abstract: The results of designing electromagnetic device with magnet lock are presented; these carried out using the techniques of mathematical modeling of its work dynamics.

The paper is aimed at presentation of scientific and practical results obtained when designing commutation apparatus drive, which requires sensitivity to the sign of signal control, high speed and switching off after operation.

© Е.В. Прохоренко, В.А. Кондратьев, Б.Р. Норбоев, 2006