

УДК 621.313.8

О стабилизации тока в цифровых системах управления коллекторным двигателем

Власовский Алексей Игоревич^{1,2}

tfzmystery6@gmail.com

Гришин Григорий Константинович^{1,2}

grishin_gr@mail.ru

Андреев Владимир Викторович¹

vladimir_andreev@bmstu.ru

¹ КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия² АО «ОКБ МЭЛ», Калуга, Россия

Представлен обзор некоторых ключевых аспектов стабилизации тока в цифровых системах управления коллекторным двигателем с целью увеличения стабилизации, безопасности и робастности. Рассмотрена система с мостовой схемой с микроконтроллерным управлением, позволяющая эффективно контролировать работу двигателя. Приведена серия распространенных сценариев управления коллекторным двигателем. Сформулированы причины возникновения переходных процессов в системе управления. Приведены способы подавления дестабилизирующих факторов.

Ключевые слова: коллекторный двигатель, система управления, стабилизация, метод, тормозной ток

Использование коллекторных двигателей широко распространено в технике, от бытовых задач до комплексных систем наведения [1, 2]. Требования к точности отработки двигателем управляющих параметров повышаются с каждым новым поколением проектируемых систем управления.

Задача управления двигателем включает в себя не только контуры стабилизации по управляющему воздействию, но и обеспечение безопасности, стабильности и экономичности всей системы в целом. Коллекторный двигатель способен за короткий промежуток времени потреблять или генерировать мощность, существенно превышающую номинальную, в зависимости от сценария управления.

Рассмотрим сценарии управления коллекторным двигателем на примере цифровой микроконтроллерной системы управления. Силовая часть устройства выполнена в виде мостовой схемы с полевыми транзисторами.

В сценарии начала движения двигатель стартует с большим током для страгивания вала и, по мере набора оборотов, ток спадает до номинального при данной нагрузке. Опасной в данном случае является крутизна нарастания тока при страгивании, обусловленная малым сопротивлением обмотки двигателя или малой индуктивностью обмоток. В данном случае задача стабилизации тока упирается в чувствительность и точность токового датчика обратной связи. При правильном подборе алгоритма своевременной регуляции скважности широтно-импульсной модуляции, стартовый ток стабилизируется на заданном уровне, что увеличивает стабильность и робастность системы управления [3, 4].

В сценарии замедления или торможения двигатель из машины постоянного тока превращается в машину генераторную, что приводит к следующим последствиям:

- механическая энергия преобразуется обратно в электрическую и попадает в цепь электропитания;
- происходит выброс напряжения, поскольку ключи разрывают индуктивную нагрузку.

Для обеспечения задачи стабилизации в данном случае необходимо учитывать направление движения тока и дать возможность системе управления регулировать скважность как в сторону наращивания, так и в сторону убывания. Чаще всего этого достаточно в системах, где система электропитания позволяет направить генерируемую энергию в аккумулятор или другую емкостную нагрузку. Однако если питание системы обеспечивается источником, который способен только отдавать энергию и не способен ее принимать, на шинах двигателя происходит колоссальный выброс напряжения. Для обеспечения стабилизации в данном случае необходим второй контур управления по напряжению. Для увеличения электробезопасности устройства, может быть использован дополнительный модуль для сброса генерируемой энергии в тепло.

Необходимо упомянуть, что существует сценарий, когда внешняя сила вращает вал двигателя в сторону, противоположную вращению, заданному системой управления. Этот сценарий во многом схож со сценарием замедления или торможения, однако его физический смысл заключается в том, что система в некоторый момент, при достижении заданного уровня стабилизации тока, начнет «помогать» внешней силе вращать вал, для предотвращения дальнейшего роста генерируемого тока.

Заключение. Представленное описание аспектов стабилизации тока в цифровых системах управления двигателем охватывает множество сценариев работы и повышает надежность, стабильность и робастность устройства. Раскрыты причины возникновения негативных явлений работы двигателя и способы их подавления.

Литература

- [1] Власовский А.И., Ахмелкин Д.М., Андреев Д.В. Применение термопластичных полимеров при создании аксиального синхронного электродвигателя для агрессивных сред. *Электронные информационные системы*, 2023, № 4 (39), с. 65–73.
- [2] Рентюк В. Управление двигателем постоянного тока. *Компоненты и технологии*, 2014, № 10 (159), с. 110–114.
- [3] Priyanka K., Mariyammal A. DC motor speed control using PWM. *International journal of innovative science and research technology*, 2018, vol. 3, no. 2.
- [4] Linares-Flores J., Sira-Ramirez H. DC motor velocity control through a DC-to-DC power converter. *IEEE Conference on Decision and Control (CDC)*, 2004, vol. 5, pp. 5297–5302. <https://doi.org/10.1109/CDC.2004.1429649>

Current stabilization in digital control systems for a commutator motor

Vlasovsky A.I.^{1,2}

tfzmystery6@gmail.com

Grishin G.K.^{1,2}

grishin_gr@mail.ru

Andreev V.V.¹

vladimir_andreev@bmstu.ru

¹ *BMSTU (KB), Kaluga, Russia*

² *JSC OKB MEL, Kaluga, Russia*

The article presents an overview of some key aspects of current stabilization in digital control systems for brushed DC motors, aimed at increasing stability, safety, and robustness. A bridge circuit system with microcontroller control is examined, allowing for effective control of motor operation. A series of common control scenarios for brushed DC motors is provided. The causes of transitional processes in the control system are formulated. Methods for suppressing destabilizing factors are also presented.

Keywords: collector motor, control system, stabilization, method, braking current