

СПОСОБ УПРЕЖДАЮЩЕГО ТОКООГРАНИЧЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАШИНЫ

Сидоров Д., Марков А. В.

Кафедра систем управления

Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники

Минск, Республика Беларусь

E-mail: sam65th@mail.ru, markov@bsuir.by

В работе рассмотрен и проанализирован способ упреждающего токоограничения электродвигателя (ЭД), ориентированный на применение в позиционных системах автоматического управления (САУ) ЭД.

ВВЕДЕНИЕ

В большинстве позиционных САУ электроприводов (ЭП) используется принцип подчиненного регулирования, появившийся в семидесятых годах прошлого века и не теряющий своей актуальности ввиду простоты своей настройки.

На этапе синтеза контура тока САУ ЭП, зачастую, на модульный оптимум [1], принимают следующие допущения:

1. ротор ЭД не вращается либо заторможен;
2. все малые задержки, вносящиеся аperiodическими звеньями с постоянными времени, соответствующими задержкам датчика тока, фильтра датчика тока, нелинейной по своему характеру временной задержке инвертора, учитываются одним аperiodическим звеном первого порядка с суммарной постоянной времени этих некомпенсированных инерционностей контура регулирования тока [1];

а также используют в качестве регулятора тока (РТ) ПИ-регулятор тока для устранения статической ошибки по моменту нагрузки.

I. ПРОБЛЕМА ИССЛЕДОВАНИЯ

Усложнением структурной схемы контура тока является проявление внутренней ОС по ЭДС двигателя (рисунок 2) при ненулевой скорости вращения двигателя.

При наличии ЭДС вращения ЭД выходной сигнал ПИ-регулятора тока после быстрого завершения регулирования непосредственно тока начинает компенсировать возрастающий сигнал ЭДС (рисунок 1).

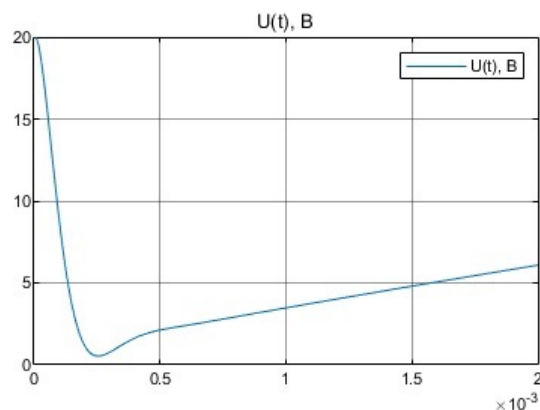


Рис. 1 – Переходный процесс на выходе РТ без компенсации ЭДС вращения ЭД

Таким образом, допущение п.1 является неадекватным в случае вращающегося ротора ЭД. Для устранения данной неадекватности модели контура регулирования тока применяется способ упреждающего токоограничения электродвигателя, учитывающий влияние ЭДС вращения ЭД.

II. УЧЕТ ЭДС ВРАЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАШИНЫ В КОНТУРЕ ТОКА

Для практической реализации контура управления тока как при заторможенном, так и при вращающемся роторе, требуется учитывать, что значения тока должны быть ограничены в технически допустимых для конкретного ЭД пределах. Это обеспечивается установлением ограничения на выходе регулятора скорости (ограничением задания тока) совместно с установлением ограничения задания напряжения на выходе регулятора тока. Последнее называется «упреждающим токоограничением» [2].

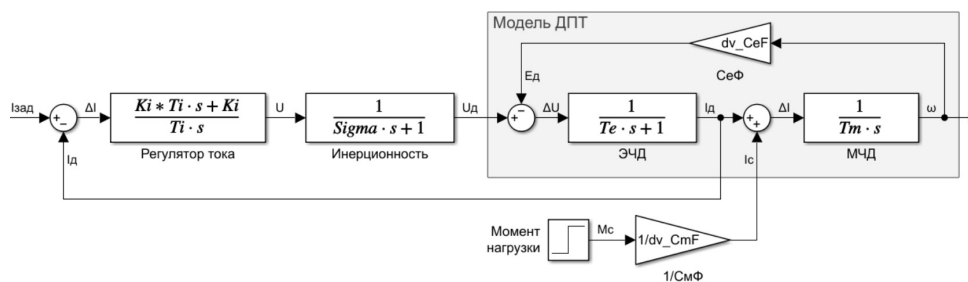


Рис. 2 – Структурная схема контура тока с моделью двигателя постоянного тока независимого возбуждения (ДПТ НВ)

Для реализации упреждающего токоограничения помимо нелинейного звена «насыщения» на выходе регулятора тока (РТ) требуется учесть ЭДС вращения ЭД. Для этого к выходному сигналу РТ добавляется сигнал ЭДС ЭД, который может быть получен с датчика ОС по скорости (тахогенератора, энкодера и т.д.) или непосредственно с датчика скорости, имея в виду, что САУ настроена, и фактическая скорость ЭД слабо отличается от ее задания. Последний вариант является наиболее предпочтительным с точки зрения помехозащищенности всей САУ, но может привести к незначительному уменьшению общего быстродействия системы. Выбор способа учета ЭДС зависит от конкретных особенностей (мощность, уровень помех, требуемая точность, экономическая составляющая и т.д.) позиционно-го ЭП.

Смысл упреждающего токоограничения заключается в том, что управляющий сигнал РТ, соответствующий заданному допустимому уровню тока, подается суммарно с сигналом, равным ЭДС двигателя.

К любому возможному значению ЭДС E (соответствующей ω) добавляется некоторое предельное значение $\pm \Delta U_{max} = IR + L \frac{di}{dt}$ с выхода РТ, которое не может вызвать ток $\pm \Delta I_{max}$ в ЭД, превышающий предельное значение в установившемся режиме:

$$\pm \Delta I_{max} = \frac{\pm \Delta U_{max}}{R} \quad (1)$$

Так, настройка звеньев насыщения регуляторов скорости (РС) и тока приобретает понятный физический смысл: на выходе РС звено насыщения ограничивает максимально допустимое значение задания тока, а на выходе РТ звено насыщения ограничивает максимально допустимое приращение напряжения к ЭДС вращения ЭД, которая пропорциональна сопротивлению статора, автоматически ограничивая напряжение питания двигателя.

На рисунке 3 показано, что узел токоограничения реализуется в виде ПОС по ЭДС двигателя, шунтирующей вход управления инвертора.

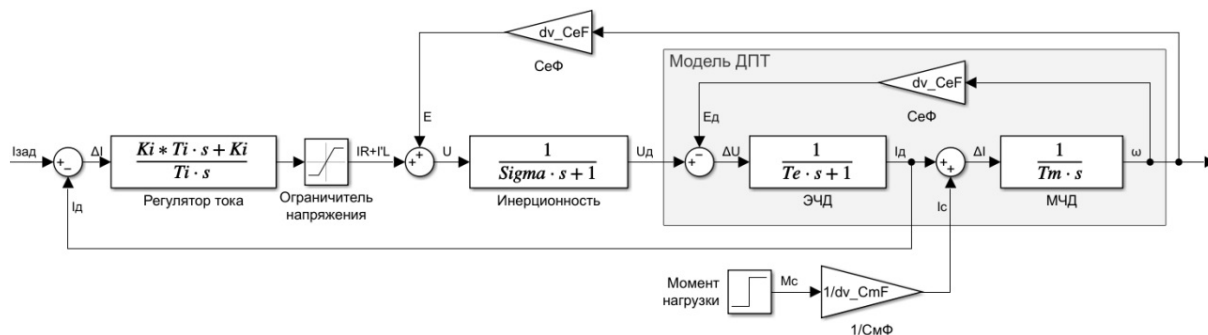


Рис. 3 – Структурная схема контура тока с моделью ДПТ НВ с упреждающим токоограничением

На рисунке 4 показано, что в системе с упреждающим токоограничением переходный процесс с выхода РТ стал иметь сходящийся характер.

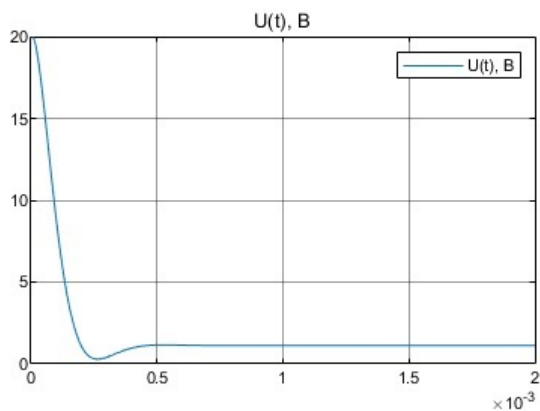


Рис. 4 – Переходной процесс на выходе РТ с компенсацией ЭДС вращения ЭД

III. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, был рассмотрен и проанализирован способ упреждающего токоограничения ЭД на отлаженной модели контура регулирования тока САУ ДПТ НВ, настроенной на технический оптимум [1]. Помимо линеаризации контура тока, применение данной ОС обеспечивает меньший диапазон работы РТ, что повышает его точность и быстродействие, что положительно сказывается на точности и быстродействии системы в целом.

1. Фрер, Ф. Введение в электронную технику регулирования / Ф. Фрер, Ф. Отгенбургер, – М. : Энергия, 1974. – С. 127-142.
2. Семко, И. А. Статический расчет систем автоматизированного электропривода постоянного тока – учебное пособие, 2016. – С. 61-62.
3. Анхимок, В. Л., Ильин, О. П. Проектирование систем автоматического управления электроприводами – Мн. : «Вышэйшая школа», 1971. – С. 38-42.