

*Д.В. Ильиных, А.С. Булова студ.; В.А. Селиванов, к.т.н., доц.;
(ГУВПО «Белорусско-Российский университет», г.Могилёв)*

ЭЛЕКТРОПРИВОД С УЛУЧШЕННЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Получение высокого быстродействия электропривода постоянного тока в системе с ПИ-регулятором скорости при управляющем воздействии связано со значительным увеличением перерегулирования (до 43%), что для ряда механизмов нежелательно. Некоторого улучшения переходного процесса можно достичь, используя ПИ-регулятор скорости, конденсатор в цепи обратной связи которого шунтируется управляемым ключом. Управляемый ключ коммутируется в функции суммы сигналов задания и обратной связи по скорости. Недостатком такого РС является большое перерегулирование из-за невозможности переключения структуры регулятора скорости с пропорциональной на пропорционально-интегральную при нулевой ошибке управления. Это обусловлено тем, что в статическом режиме выходное напряжение ПИ-регулятора скорости вследствие непрерывного интегрирования сигнала ошибки в реальной системе постоянно колеблется около нуля. Колебания нагрузки на валу машины сопровождается переходом выходного напряжения регулятора скорости через нуль. Переключение структуры РС при нулевой ошибке по скорости приведет к нарушению устойчивой системы, либо к статизму. Исходя из условий устойчивости, в данной системе момент переключения структуры с П на ПИ осуществляется в точке, соответствующей максимальному статизму при работе с пропорциональным регулятором. Включение конденсатора в данной точке при ненулевых начальных условиях сопровождается бросками напряжения в контуре РС, что уменьшает точность системы и затягивает переходной процесс. Уменьшение статизма ведет к увеличению коэффициента усиления регулятора скорости, что не всегда возможно по условиям устойчивости системы. У пропорционального регулятора скорости, обладающего большим коэффициентом усиления; незначительное рассогласование по скорости ведет к значительному увеличению абсолютной величины выходного напряжения регулятора,

которое в момент переключения структуры прикладывается к конденсатору и вызывает ошибки в регулировании выходных координат электропривода.

Указанные выше недостатки могут быть устранены регулятором скорости, функциональная схема которого приведена на рисунке 1.

Регулятор скорости с переменной структурой (рисунок 1) содержит ПИ-регулятор, блок контроля ошибки (БКО), три электронных ключа (К1, К2, К3), формирователь нулевого импульса по переднему фронту входного сигнала (ФИ), генератор тактовых импульсов (ГИ), D-триггер, T-триггер, сумматор и диод VD.

Принцип действия регулятора скорости заключается в следующем. В исходном состоянии на выходе Q T-триггера логический нуль, D-триггер по входу S заблокирован: на выходе Q - логическая единица, на Q- логический нуль, элемент Н заблокирован и импульсы с выхода ГИ не поступают на тактовый С вход D - триггера, ключ К3 замкнут, ключи К1 и К2 разомкнуты и ко входу регулятора тока подключен выход ПИ-регулятора скорости.

При скачкообразном увеличении напряжения задания U3 формирователь импульсов формирует нулевой импульс, который поступает на S вход T-триггера и переключает его в единичное состояние. Сигнал логической единицы поступает на элемент "И" и S вход D -триггера. На БКО поступает положительный выходной сигнал сумматора, по которому он переключается и на его выходе формируется отрицательный сигнал, соответствующий токовой уставке на время разгона машины. На вход D -триггера поступает сигнал логического нуля, который по заднему фронту тактового импульса переключает триггер в состояние логического нуля. На выходе Q формируется нулевой сигнал, размыкающий ключ К3, который отключает выход ПИ-регулятора скорости от входа регулятора тока, а сигнал логической единицы на выходе Q поступает на входы управления ключами К1 и К3, которые замыкаются. Ключ К1 шунтирует RC-цепь в обратной связи ПИ-регулятора скорости, обнуляя его, а ключ К2 подключает сигнал БКО к выходу регулятора скорости. Под воздействием выходного сигнала БКО происходит разгон машины постоянного тока до заданной скорости. При поступлении отрицательного, сигнала, с сумматора на вход БКО на его выходе формируется сигнал логической единицы, который поступает на вход D -триггера и переключает его в состояние логической единицы. Сигнал логической единицы с Q -входа поступает на управляющий вход ключа К3 и подключает обнуленный ПИ-регулятор скорости ко входу регулятора тока, сигнал логического нуля с Q -входа поступает на ключи К1 и К2, которые при этом размыкаются. Переключение D-триггера по Q -входу; из единичного в нулевое состояние вызывает переключение T-триггера в нулевое состояние, при этом блокируется тактирующий С выход D-триггера, а сам D -триггер по S -входу асинхронно устанавливается в состояние логической единицы по входу Q. Регулятор скорости работает как ПИ регулятор к подготовлен к отработке скачков сигнала задания.

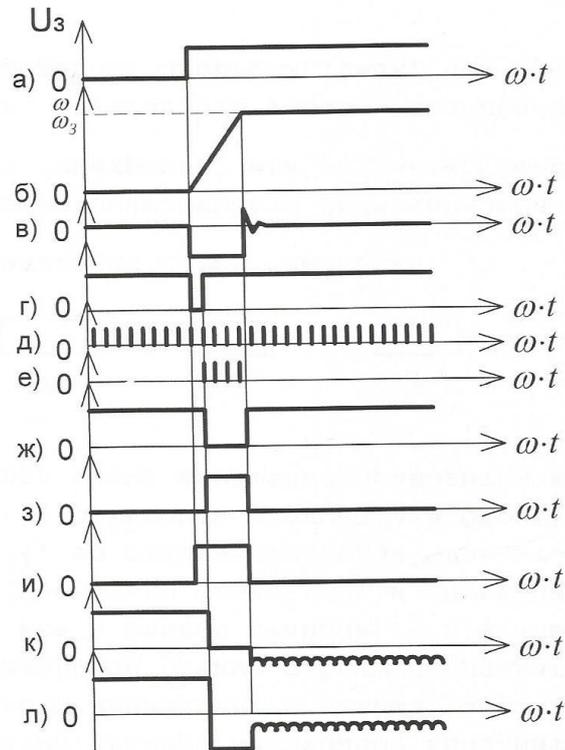


Рисунок 2 – Диаграмма напряжений РС с переменной структурой

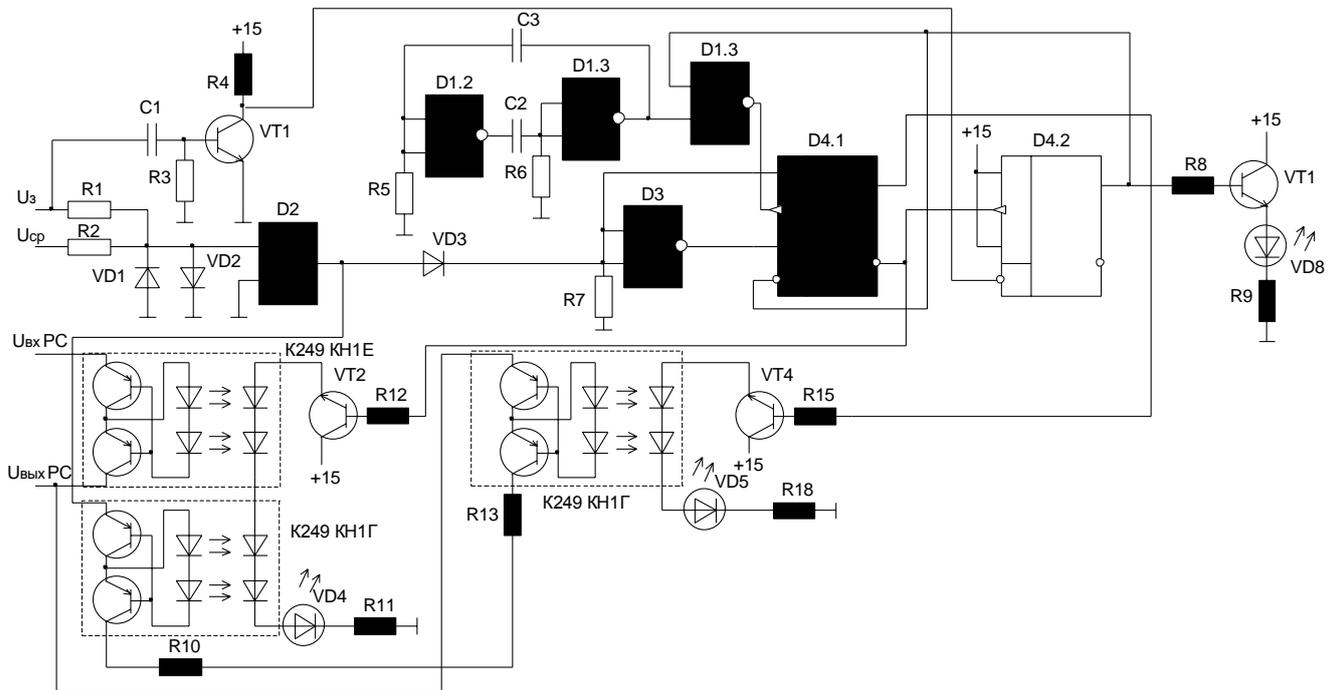


Рисунок 3- Принципиальная схема РС с переменной структурой

Триггер D4.1, с приходом очередного импульса с генератора прямоугольных импульсов D1.2-3 переключается в состояние логической "1". При этом сигнал Логического "0" по инверсному выходу триггера воздействует на управляющую цепь ключа K1, что приводит к подключению конденсатора и резистора в цепи обратной связи РС

и подключению выхода РС через эмиттерный повторитель к РТ. Переключение триггера D4.1 по инверсному выходу из логической "1" в логический "0" приводит к переключению триггера D4.2 в нулевое состояние. Сигнал логического "0" триггера D4.2 блокирует выход генератора импульсов D1.1 и асинхронно устанавливает триггер D4.1 в состояние логической "1". Система далее начинает работать по принципу подчинённого регулирования с ПИ-РС и РТ.

Разработанная схема электропривода с регулятором скорости переменной структуры исследована в лабораторных и производственных условиях. Сравнительной оценке подверглась система с обычным ПИ-регулятором скорости и тока и система с регулятором скорости переменной структуры и ПИ-регулятором тока. Система электропривода содержала машину постоянного тока мощностью -1,6 кВт с параметрами : $U_{н} = 220 \text{ В}, I_{н} = 8 \text{ А}, W_{н} = 157 \frac{1}{с}$, тиристорный преобразователь ,выполненный по однофазной мостовой полупроводимой схеме с обратными связями и скорости .