

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПУСКО-ТОРМОЗНЫХ РЕЖИМОВ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА ПОСТОЯННОГО ТОКА

Введение. Для тягового электропривода электровозов, тепловозов, большегрузных автомобилей с электрической трансмиссией, городского электротранспорта широко используются электродвигатели постоянного тока с последовательным возбуждением. В тяговом режиме якорная обмотка электродвигателя соединяется последовательно с обмоткой последовательного возбуждения для формирования гиперболической механической характеристики электродвигателя с ограничением максимальной скорости и пускового тока. Уровень ограничения максимальной мощности определяется номинальной мощностью дизеля, генератора или широтно-импульсного преобразователя. В тормозном режиме с помощью контактных или бесконтактных переключателей якорь электродвигателя подключается на тормозной резистор, а обмотка последовательного возбуждения – к преобразователю или генератору. Тормозной ток электродвигателя определяется величиной тормозного резистора и тока в обмотке последовательного возбуждения. Применение широтно-импульсных преобразователей требует исследования пуско-тормозных режимов с целью оптимизации структуры и параметров регуляторов. Из-за изменения потока электродвигателя параметры объекта изменяются, что влияет на качество регулирования тока электродвигателя.

Постановка задачи исследования. Целью работы является создание модели тягового электропривода постоянного тока с системой регулирования, позволяющей проводить исследования динамических характеристик пуско-тормозных режимов.

Материалы исследования. На рис.1 приведена исследуемая структурная схема тягового электропривода, в которой переключатели $S1.1, S1.2$ осуществляют переход с тягового режима на тормозной и обратно. С целью исключения бросков тока при таких переходах контактами $S2.1, S2.2$ кратковременно выполняется шунтирование регуляторов тока и скорости.

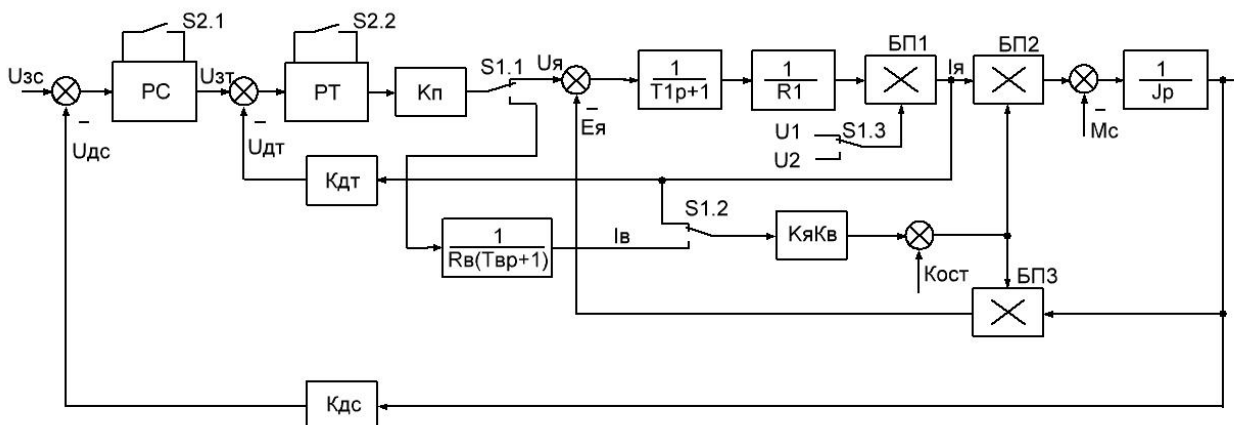


Рис.1. Структурная схема тягового электропривода постоянного тока

В тяговом режиме электромагнитная постоянная времени электропривода определяется:

$$T_{\Sigma 1} = (L_{\text{я}} + L_{\text{в}}) / (R_{\text{я}} + R_{\text{в}})$$

где $L_{\text{я}}, L_{\text{в}}, R_{\text{я}}, R_{\text{в}}$ - индуктивность и сопротивление обмотки якоря и обмотки последовательного возбуждения электродвигателя.

В тормозном режиме электромагнитная постоянная времени электропривода определяется:

$$T_{\Sigma 2} = L_{\text{я}} / (R_{\text{я}} + R_{\text{д}})$$

где $R_{\text{д}}$ - сопротивление динамического торможения.

Для корректирования суммарного сопротивления якорной цепи $R1$ в тяговом и тормозном режимах в структурной схеме введен блок перемножения БП1. Напряжения $U1, U2$ определяют суммарное сопротивление $(R_{\text{я}} + R_{\text{в}})$ или $(R_{\text{я}} + R_{\text{д}})$, соответственно, в тяговом или тормозном режимах.

Модель тягового электропривода реализована в вычислительной среде Simulink Matlab, что позволяет исследовать электропривод с учетом различных факторов возмущения. В рассматриваемой модели реализованы параметры тягового электропривода троллейбуса ЗИУ-682 с электродвигателем ДК-210 ($P_{\text{н}}=110$ кВт; $n_{\text{н}}=1500$ об/мин; $I_{\text{н}}=220$ А).

Схема модели в среде Simulink приведена на рис.2. Задатчик интенсивности реализован на элементах Gain10, Saturation1, Gain9, Integrator3. Регуляторы скорости и тока построены на элементах Gain-Gain3, Integrator1,2,

Product-Product1. Переключатели Switch2-Switch5 определяют структуру электропривода в тяговом и тормозном режимах. Определение вида режима осуществляется переключателями Switch, Switch1. Между разрешающими сигналами режимов выдается кратковременно сигнал на обнуление регуляторов тока и скорости. Этот сигнал формируется элементами Relay и Logical Operator по изменению задания скорости. С помощью блока Product4 выполняется корректировка эквивалентного сопротивления якорной цепи в тяговом и тормозном режимах.

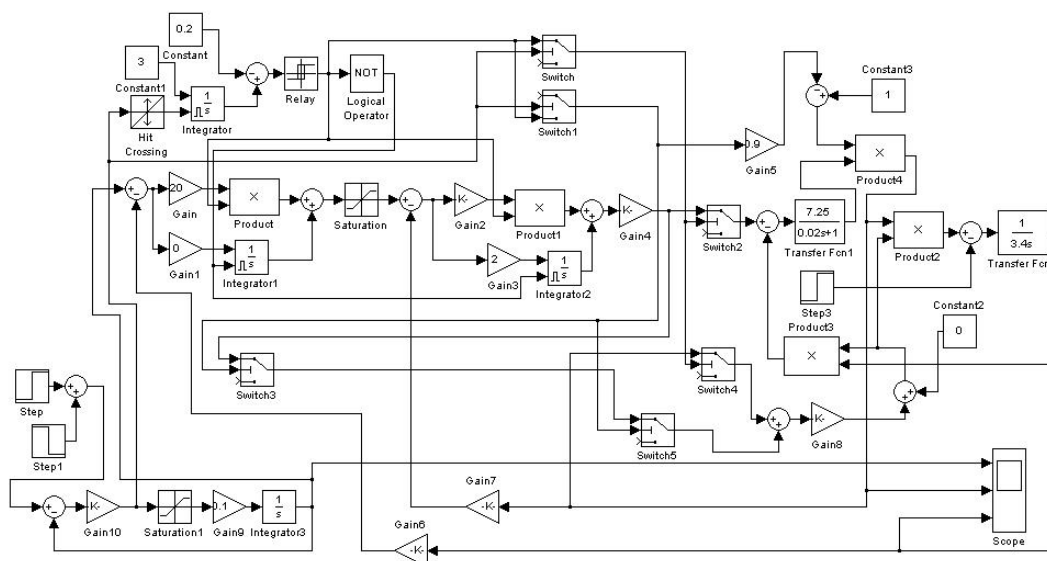


Рис.2. Схема модели тягового электропривода в среде Simulink

На рис.3 приведены графики переходных режимов сигналов задания скорости, тока и скорости электродвигателя, полученные при моделировании.

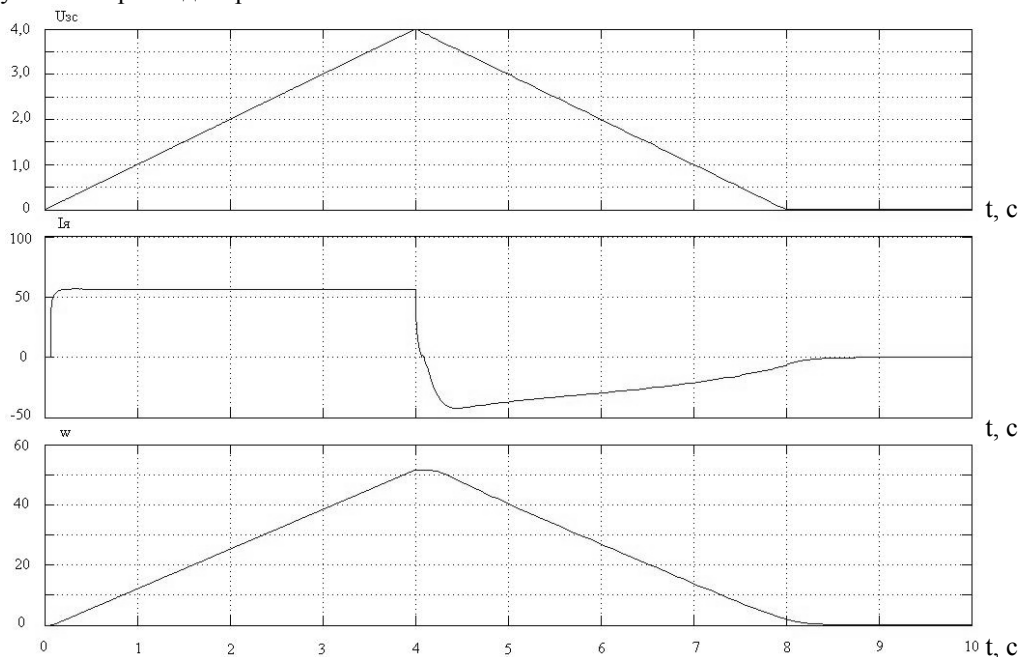


Рис.3. Графики переходных процессов сигналов задания скорости, тока и скорости электродвигателя.

Выводы. Предложенная структура модели тягового электропривода постоянного тока позволяет исследовать динамические режимы и осуществлять оптимизацию параметров регуляторов. Результаты моделирования подтверждают работоспособность модели, что позволяет рекомендовать ее для практического использования при выполнении проектных и наладочных работ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сен П. Тиристорные электроприводы постоянного тока. – М.: Энергоатомиздат, 1985. - 232 с.
2. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. – СПб.: КОРОНА-Век, 2008. - 368 с.