

ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ШИМ-УПРАВЛЕНИЕМ

Электромеханические характеристики $M = f(\omega)$ представляют свойство электропривода обеспечивать технологическую машину механическим моментом и скоростью для выполнения ее технологического цикла. Обобщенный технологический цикл – это пуск машины с необходимым ускорением до заданной скорости, работа в установившемся режиме с разными моментами статического сопротивления, процесс торможения технологической машины с необходимым замедлением до некоторой скорости, работа на этой скорости с некоторым моментом статического сопротивления и последующая остановка машины.

В полиграфическом оборудовании есть группа машин, работающая с небольшим диапазоном регулирования скорости $D = \omega_{\max} / \omega_{\min} = \omega_{\text{ном}} / \omega_{\min} = 3-4$ при малых значениях мощности установленных электродвигателей. В силу этого регулирование скорости электродвигателя с точки экономической эффективности целесообразно выполнять изменением питающего напряжения с помощью полупроводникового регулятора напряжения с ШИМ-управлением.

Широтно-импульсное моделирование напряжения, подаваемого на обмотки электродвигателя, по [1] улучшает гармонический его состав, тем самым уменьшает тепловые потери электродвигателя в статических режимах (при регулировании скорости) и в динамических процессах (пуск, торможение). Электромеханические характеристики при параметрическом управлении, реализуя диапазон регулирования скорости, теряют жесткость с изменением нагрузки на валу электродвигателя. Это относится к негативной оценке способа. Компенсацию потери жесткости можно выполнить введением обратной отрицательной связи по скорости. Для подтверждения этого в вычислительной среде *Simulink* создана виртуальная модель такого электропривода рис. 1.

Блок 1 представляет модель полупроводникового регулятора напряжения с ШИМ-управлением. Система управления регулятора напряжения позволяет формировать различной интенсивности увеличение/уменьшение выходного напряжения регулятора, тем самым создавать разные ускорения/замедления электропривода (процессы пуска и торможения).

Блок 2 представляет модель электродвигателя на основе уравнений теории обобщенной машины. Блок 3 моделирует работу электро-

привода, т.е. решает уравнение его движения. В его составе имеется модель момента статического сопротивления на валу электродвигателя (модель нагрузки от технологической машины). Эта модель позволяет моделировать различные зависимости $M_{ст} = f(t)$.

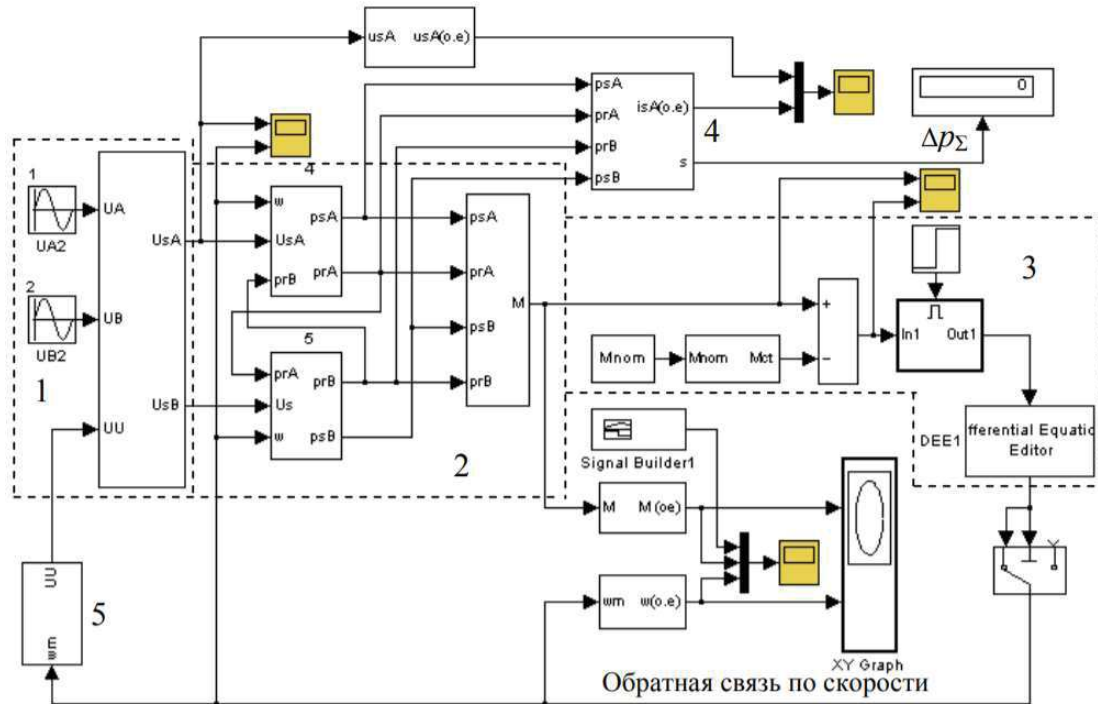


Рисунок 1 - Виртуальная модель электропривода с ШИМ-управлением

Блок 4 – выполняет вычисления тепловых потерь за весь технологический цикл работы электропривода. Блок 5 реализует жесткую отрицательную обратную связь по скорости. Остальные блоки выполняют подготовку в относительных единицах результатов расчетов исследуемых величин в статических и динамических режимах для их визуализации осциллографами. Апробация модели проводилась расчетами электропривода с исполнительным электродвигателем типоразмера 4A112M2Y3 с $P_{ном} = 7,5$ кВт и частотой вращения $\omega_{ном} = 305,84$ рад/с. Проведены исследования электромеханических характеристик предлагаемого электропривода и проанализированы их результаты. Результат одного такого расчета с напряжением питания электродвигателя $U_{пит.дв} = 0,8U_{ном}$ приведен на рис. 2.

В промежутке от 3-й секунды до 5-й состоялся наброс нагрузки в размере $M_{ст} = M_{ном}$. Обратная связь по скорости сохраняет необходимую жесткость характеристики $\omega^* = f(t)$ с достаточной степенью точности. Это демонстрирует эпюра скорости на отрезке $t_{раб}$. Из результатов расчетов видно, что модель адекватно отражает физические процессы, протекающие в физическом объекте. В частности, пока элек-

тромагнитный момент не превысит момент статического сопротивления, движение электропривода не начинается. На эюре это отражается временем задержки $t_{\text{зад}}$. Анализ электромагнитного момента при выполнении технологического цикла выявил его высокочастотные колебания в 600 Гц.

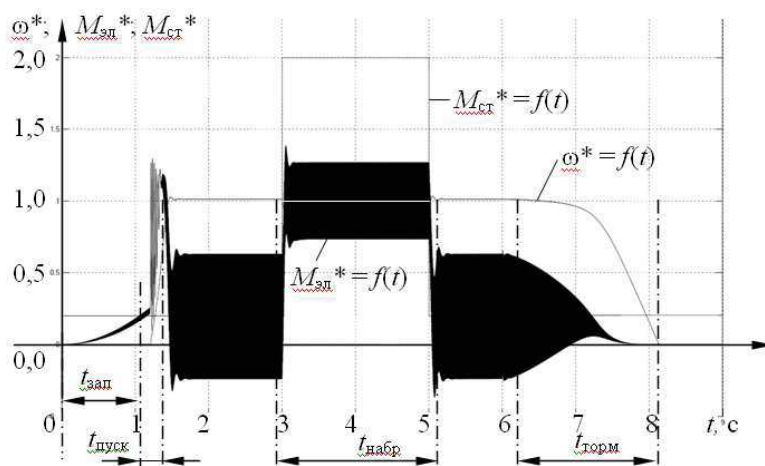


Рисунок 2 - Эпюры одного расчета

Значение этой частоты предопределяется количеством импульсов широтно-импульсного формирования регулируемого напряжения, подаваемого на обмотки электродвигателя. Чем больше импульсов на полупериоде синусоидального напряжения, тем выше частота колебаний электромагнитного момента. Однако на качестве скорости это существенно не отражается в силу демпфирования ее инерционными массами электропривода.

Анализ проведенных расчетов электромеханических характеристик электропривода на разработанной модели показал их адекватность физическим процессам, протекающим в предлагаемом электроприводе с ШИМ-управлением. Логические блоки модели позволяют задавать различное ускорение/замедление электропривода, разный характер изменения момента статического сопротивления, что в совокупности делает модель универсальной для исследования электропривода такого рода.

ЛИТЕРАТУРА

1. Беляев, В. П. Электрооборудование полиграфических машин / В. П. Беляев. – Минск : БГТУ, 2012. – 207 с.