

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА ПРИ УЧЕТЕ ОГРАНИЧЕНИЙ ТЯГОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Нитиевский С.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск, Беларусь

При моделировании динамических процессов различных типов электроприводов обязательным условием является учет ограничений, налагаемых на работу электропривода, источники которых могут быть весьма различны[1]. Одним из ярких примеров проявления таких ограничений является тяговая характеристика локомотивной тяги на примере локомотива ЭП20.

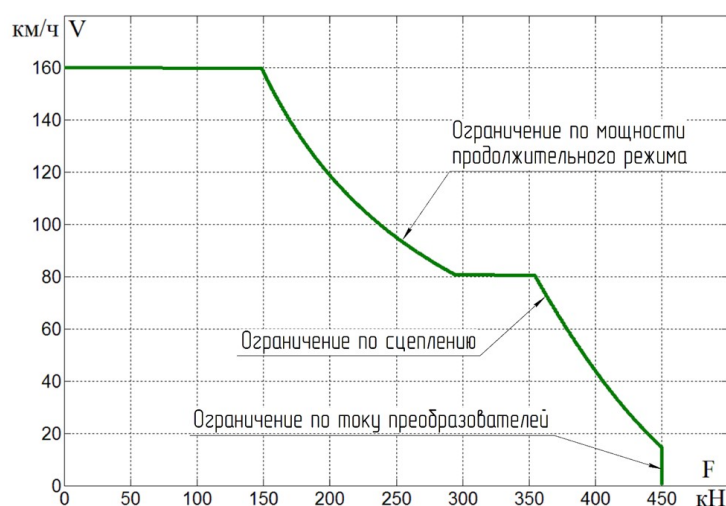


Рисунок 1 – Пример тяговой характеристики локомотива

Как видно из рисунка, сила тяги локомотива ограничивается как физическими (ограничение по сцеплению), так и техническими (перегрузочная способность преобразователей, мощность длительного режима) аспектами, каждый из которых необходимо учесть при моделировании электропривода. Следует отметить, что ограничение по сцеплению в основном характерно для локомотивной тяги, где есть необходимость реализации больших усилий трогания при сравнительно малом сцепном весе. Для моторвагонного подвижного состава данная проблема обычно является менее насущной.

Указанные выше ограничения в процессе моделирования могут быть учтены по-разному. Так, ограничение по пусковому току сравнительно легко реализуется путем задания соответствующего коэффициента обратной связи по оси  $Y$ , а ограничение по мощности длительного режима – путем введения соответствующего блока ограничения в канал управления составляющей тока по оси  $Y$ . Наиболее же трудоемким является учет коэффициента сцепления, что требует проведения

соответствующих расчетов в процессе моделирования. Пример реализации подсистемы расчета коэффициента сцепления для локомотива ЭП20 в среде MATLAB-Simulink показан на рисунке 2, где коэффициенты 0.28, 50, 4 и 0.0006 являются эмпирическими и приводятся в Правилах тяговых расчетов[2]. График момента тягового двигателя при разгоне до максимальной скорости с учетом реализованных ограничений приведен на рисунке 3.

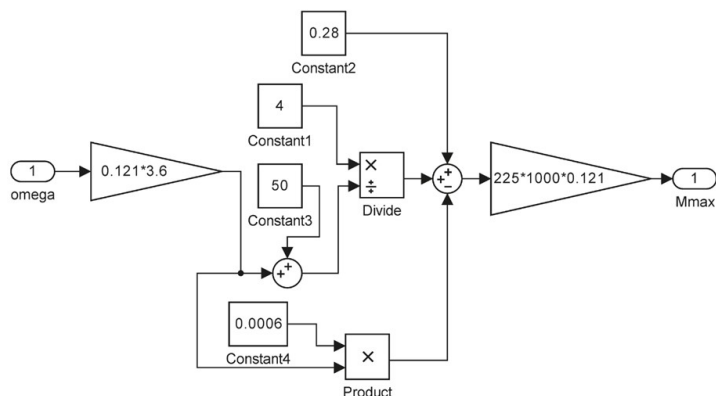


Рисунок 2 – Подсистема определения коэффициента сцепления

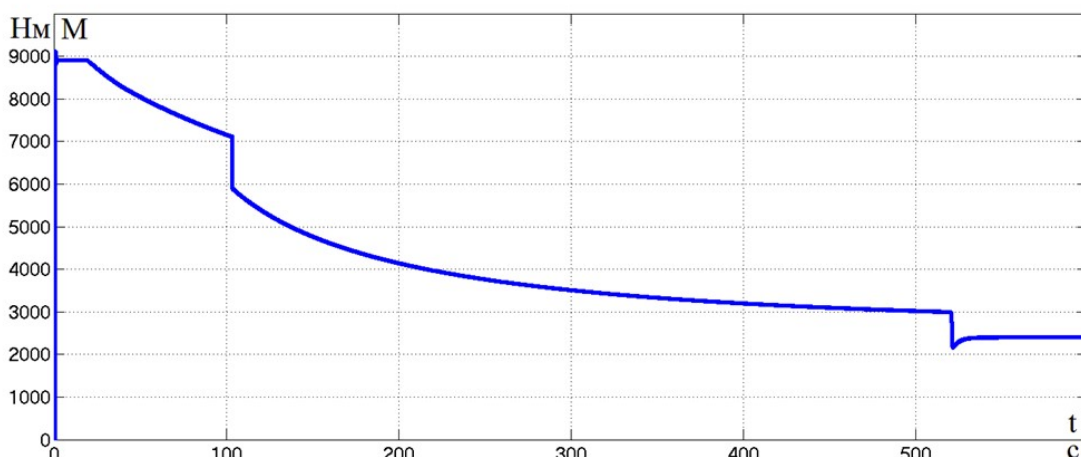


Рисунок 3 – График момента тягового двигателя с учетом ограничений

Анализ графика показывает, что форма кривой момента в целом соответствует форме тяговой характеристики, что говорит о том, что данные методы учета ограничений являются корректными и достаточными для общего анализа процессов, происходящих в тяговом электроприводе. При необходимости процесс исследования влияния различных типов ограничений может быть углублен путем разработки соответствующих методик моделирования.

1. Динамические процессы в асинхронном тяговом приводе магистральных электровозов // Ю. А. Бахвалов [и др.]; под ред. А. А. Зарифьяна. - М. : Маршрут, 2006. - 374 с.
2. Правила тяговых расчетов для поездной работы. Министерство транспорта Российской Федерации, 2016 г. – 515 с.