

## ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ МЕХАНИЧЕСКОЙ ЧАСТИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА РЕЛЬСОВОГО ТРАНСПОРТА

Нитиевский С.А.

Белорусский национальный технический университет  
Минск, Беларусь

При рассмотрении имитационной модели тягового электропривода возникает вопрос моделирования механической части с целью анализа влияния процессов, происходящих в ней, на управление тяговым электроприводом. Наиболее важное значение это имеет при моделировании работы электропривода рельсового транспорта, поскольку площадка контакта «колесо-рельс» сравнительно мала по сравнению с пневмоколесным транспортом, а также значительно меньше коэффициент сцепления между поверхностями «металл-металл».

Рассмотрим одну из наиболее распространенных в настоящее время кинематических схем привода колесной пары. В этой схеме тяговый двигатель соединен с быстроходным валом тягового редуктора через муфту, а тихоходный вал редуктора передает вращение на колеса, реализующие тяговое усилие. Данной кинематической схеме соответствует структурная схема, показанная на рисунке 1.

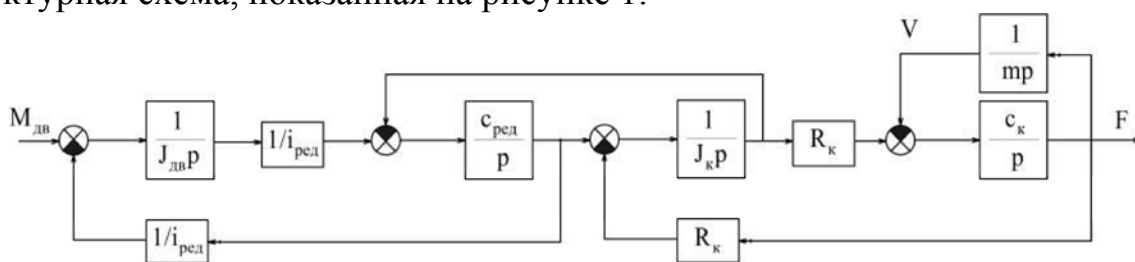


Рисунок 1 – Структурная схема механической части

На рисунке 1 приняты следующие обозначения:  $M$  – вращающий момент двигателя;  $J_{дв}$  – момент инерции ротора тягового двигателя;  $J_к$  – момент инерции колеса;  $C_p$  – жесткость тягового редуктора;  $C_к$  – жесткость колеса;  $i$  – передаточное число редуктора;  $R_к$  – радиус ходового колеса;  $F$  – тяговое усилие;  $m$  – масса состава, приходящаяся на одну колесную пару.

Однако данная структурная схема и описывающая ее математическая модель не учитывает ряд особенностей рельсового транспорта, таких, как наличие зазоров между массами при трогании с места, характер изменения нагрузки электропривода (для тяговых электроприводов, как известно, являющейся функцией скорости), а также характер процессов, происходящих в пятне контакта. Из вышеперечисленных недостатков наиболее существенным является именно последний, поскольку эффект проскальзывания и соответствующего этому проскальзыванию коэффициента сцепления накладывает ограничение на величину допустимой реализуемой силы тяги. Известно, что в случае, если сила

тяги, развиваемая приводом, превысит порог допустимой по условиям сцепления, то произойдет срыв сцепления.

Из теории локомотивной тяги известно, что сила тяги локомотива или самоходного вагона зависит от двух составляющих – его сцепной массы (эффективного давления на ось) и величины коэффициента сцепления  $\psi$ . Коэффициент сцепления  $\psi$  является нестационарной величиной, зависящей как от значения абсолютной скорости движения (коэффициент сцепления максимален при трогании с места и уменьшается с ростом скорости), так и от относительной скорости проскальзывания  $v_{ск}$  (рисунок 2) [1].

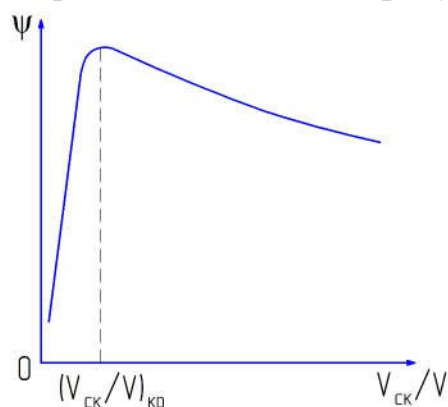


Рисунок 2 – Кривая коэффициента сцепления

Как видно из рисунка 2, для наилучшей тяги необходимо поддерживать относительную скорость проскальзывания как можно более близкой к критическому значению (порядка 1,5 %). Возможная реализация данного ограничения в системе MATLAB показана на рисунке 3.

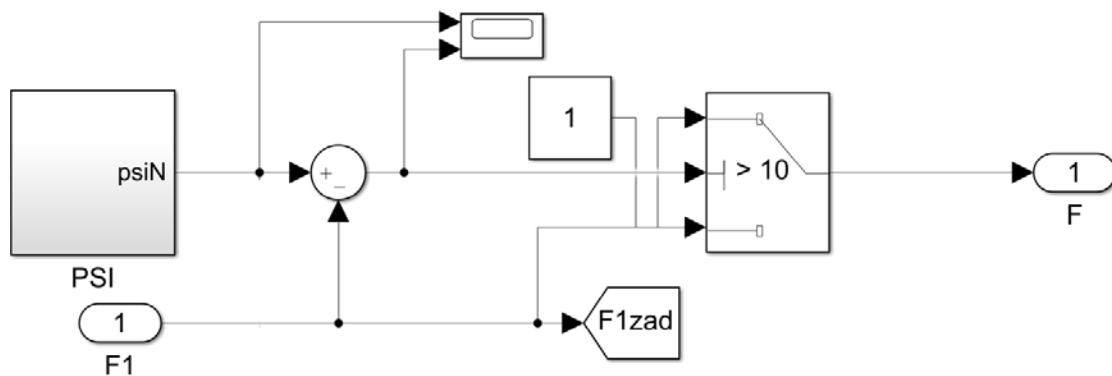


Рисунок 3 – Реализация ограничения в MATLAB

Учет этих процессов в модели позволяет подобрать наиболее оптимальные законы управления тяговым электроприводом, отвечающие всем технологическим требованиям.

1.Зарифьян, А.А. Асинхронный тяговый привод локомотивов / А.А. Зарифьян. –М.: ФГБОУ "Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте", 2013. – 411 с.