

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АСИНХРОННЫМ ТЯГОВЫМ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ЛОКОМОТИВА

Нитиевский С.А. ст. гр. 10705213

Научный руководитель – Александровский С.В., ст. преподаватель

Как известно, в настоящее время существует большое разнообразие систем векторного и скалярного управления асинхронными электродвигателями [1], при этом синтез систем автоматического управления (САУ) зачастую ограничивается стандартным набором контуров регулирования – тока, скорости, положения. В большинстве случаев необходимыми и достаточными ограничениями, налагаемыми на САУ, являются перегрузочная способность электродвигателя и его допустимый по условиям нагрева длительный вращающий момент, а также перегрузочная способность питающего двигателя преобразователя частоты. При двухзонном регулировании асинхронных двигателей, ограничение также налагается на допустимый момент электродвигателя, поскольку при ослаблении магнитного потока перегрузочная способность двигателя падает.

Данные ограничения широко известны и являются общеприменимыми. Однако, при проектировании САУ тяговым электроприводом локомотивов возникает необходимость в еще одном ограничении – ограничении по сцеплению. Физическая природа контакта площадки «колесо-рельс» крайне трудна и тяжела в описании [2], и ограничение по сцеплению является главным механическим ограничением при локомотивной тяге. Из теории локомотивной тяги известно, что сила тяги локомотива зависит от двух составляющих – его сцепного веса и величины коэффициента сцепления ψ . Коэффициент сцепления ψ является нестационарной величиной, зависящей от скорости, и при прочих равных условиях его величина зависит от относительной скорости проскальзывания $v_{ск}$ (рисунок 1).

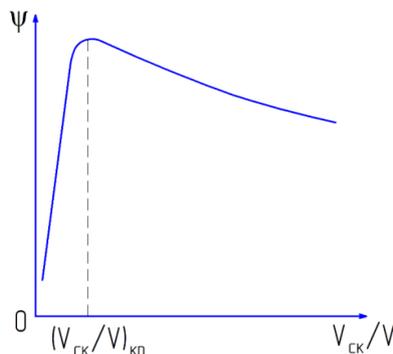


Рисунок 1 – Зависимость коэффициента сцепления ψ от относительной скорости проскальзывания $v_{ск}$

Наибольшее затруднение при проектировании САУ с указанным ограничением является то, что аналитические описания практически всех величин в теории локомотивной тяги отсутствуют, и расчеты осуществляются на основе эмпирических формул. Так, например, Правилами тяговых расчетов для поездной работы [3] для расчета коэффициента сцепления рекомендуется следующая формула:

$$\psi = 0,28 + \frac{4}{50 + V} - 0,0006V, \quad 1$$

где V – скорость движения локомотива, км/ч.

График изменения коэффициента сцепления показан на рисунке 2.

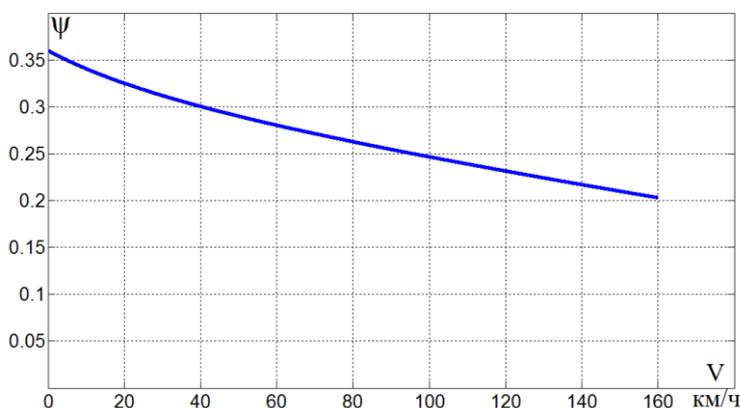


Рисунок 2 – График изменения коэффициента сцепления ψ

Ограничение по сцеплению в САУ можно реализовать путем введения блока ограничения момента на входе в канал регулирования тока (момента) асинхронного тягового электродвигателя. Фактически, суть проектирования блока ограничения сводится к воспроизведению в системе управления кривой, показанной на рисунке 2.

Например, при моделировании системы управления в программе Matlab-Simulink, блок ограничения можно реализовать с помощью блока насыщения с изменяемыми параметрами «Dynamic Saturation».

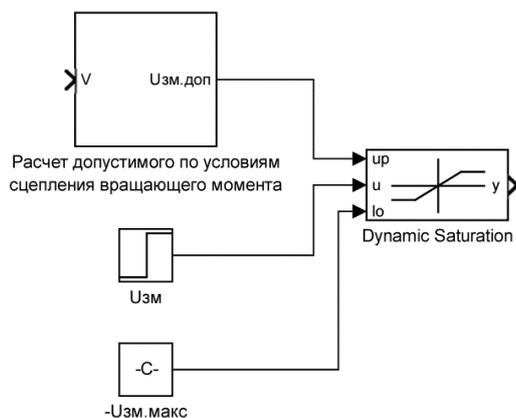


Рисунок 3 – Реализация блока ограничения по сцеплению

В этом случае верхней границей насыщения будет являться максимально допустимое по условиям сцепления значение задающего воздействия, которое рассчитывается с помощью детализированной структурной схемы по формуле (1). Входными величинами для блока ограничения вращающего момента тягового электродвигателя являются текущая величина задания вращающего момента тягового двигателя и контролируемое значение скорости движения локомотива.

Тяговая характеристика, реализуемая САУ тяговым электроприводом с указанными ограничениями, обычно имеет вид, показанный на рисунке 4.

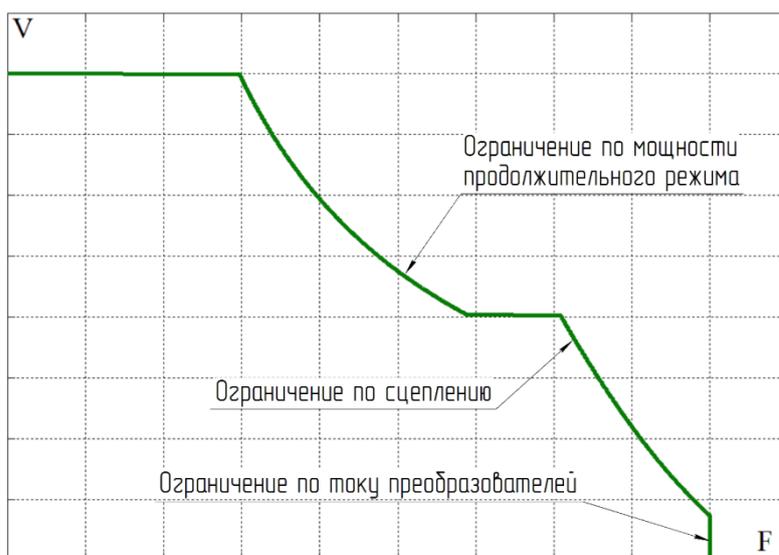


Рисунок 4 –Реализуемая тяговая характеристика локомотива

Таким образом, реализация в САУ тяговым электроприводом локомотива ограничения по сцеплению позволяет избежать срыва колесной пары в буксование, тем самым обеспечивая надежную реализацию тягового и тормозного усилия и позволяя предотвратить аварийные режимы работы тяговых электродвигателей.

Литература

1. Фираго, Б. И. Регулируемые электроприводы переменного тока./ Б. И. Фираго, Л. Б. Павлячик // Минск ЗАО «Техноперспектива» 2006. - 363 с.
2. Кузьмич В.Д., Руднев В.С., Френкель С.Я. Теория локомотивной тяги: Учебник для вузов ж.-д. транспорта / Под ред. В.Д. Кузьмича. – М.: Издательство «Маршрут», 2005. – 448 с.
3. Правила тяговых расчетов для поездной работы. Министерство транспорта Российской Федерации, 2016 г. – 515 с.