

УДК 621.396.66

УПРАВЛЕНИЕ УГЛОВЫМИ СКОРОСТЯМИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ КРИВОЛИНЕЙНОГО ДВИЖЕНИЯ КОЛЕСНОЙ МАШИНЫ

М.Х. ШЕЙХ ЭЛЬ НАЖЖАРИН

Белорусский национальный технический университет
Независимости, 65, Минск, 220013, Беларусь

Поступила в редакцию 3 декабря 2015

Рассматриваются алгоритм, программная модель формирования требуемых угловых скоростей ведущих колес машины с электрическими приводами, а также имитационная модель колесной машины, реализующая заданные скоростные и поступательные свойства движения.

Ключевые слова: алгоритм, управление, имитационная модель, электрический привод, мобильная машина.

Введение

Колесные машины с приводами на каждое колесо могут обеспечить любые желаемые траектории движения. При этом основным вопросом является способ управления угловыми скоростями колес. Проблема управления скоростями колес остается и в случае изменения траектории движения за счет управляемых колес мобильной машины.

Алгоритм формирования угловых скоростей колес

Будем полагать, что тяговые электрические двигатели установлены на задних ведущих колесах и требуется вычислить их угловые скорости, обеспечивающие необходимую поступательную скорость машины при заданных углах поворота управляемых колес. Для решения этой задачи необходимо определить радиусы траекторий колес машины при криволинейном движении.

В первом приближении воспользуемся схемой, приведенной на рис. 1.

Алгоритм расчета угловых скоростей ведущих колес левого и правого бортов в зависимости от скорости движения и усредненного угла поворота управляемых колес состоит из следующих шагов.

Задано: L – база шасси; b – ширина колес; x_c – положение центра масс; V – скорость движения; $\alpha = \frac{\alpha_L + \alpha_R}{2}$ – средний угол поворота управляемых колес, α_L , α_R – соответственно углы поворота колес левого и правого бортов; R_k – радиус колеса. Последовательно вычисляем:

$V_x = V \cdot \cos \alpha$ – продольная составляющая скорости машины; $R_T = \frac{L}{\operatorname{tg} \alpha}$ – радиус поворота

машины; $\alpha_c = \arctg \frac{x_c}{R_T}$ – угол между направлением скорости V_c и продольной осью; $V_c = \frac{V_x}{\cos \alpha_c}$ –

скорость центра масс; $\omega_c = \frac{V_c}{R_T}$ – угловая скорость центра масс; $V_R = \omega_c \left(R_T - \frac{b}{2} \right)$ – продольная

скорость правого колеса; $V_L = \omega_c \left(R_T + \frac{b}{2} \right)$ – продольная скорость левого колеса; $\omega_R = \frac{V_R}{R_k}$ –
 угловая скорость правого колеса; $\omega_L = \frac{V_L}{R_k}$ – угловая скорость левого колеса.

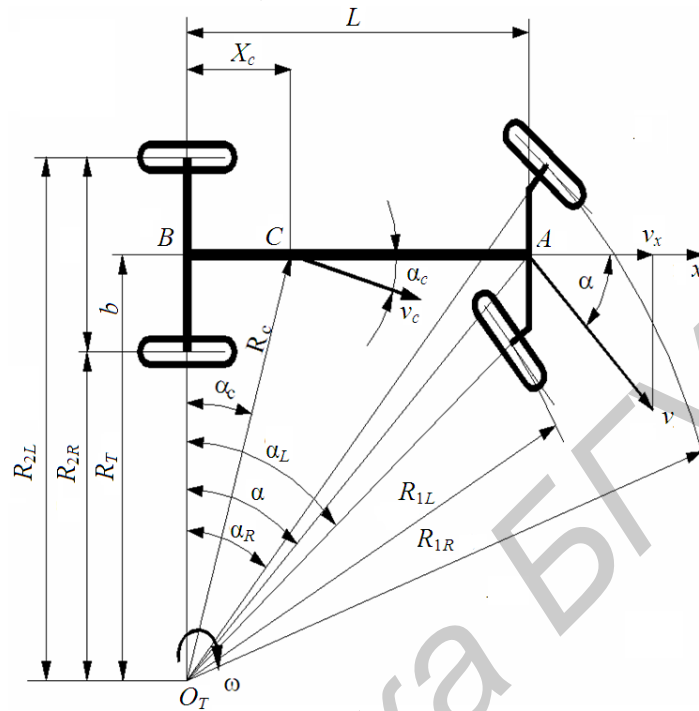


Рис. 1. Схема поворота колесной машины

Полученные угловые скорости колес правого ω_R и левого ω_L бортов шасси машины в каждый момент времени должны поддерживаться управляемыми тяговыми электрическими двигателями, как правило, соединенными с колесами через редукторы с передаточным числом i_t . Следовательно, угловые скорости двигателей должны быть в i_t раз больше скоростей колес.

Программная модель формирования угловых скоростей тяговых двигателей мобильной машины

Программная модель вычисления требуемых скоростей тяговых двигателей, рассчитываемых по приведенному выше алгоритму и обеспечивающих заданные курсовую скорость и траекторию движения машины, показана на рис. 2. Эта модель реализована на графическом языке программирования в среде Matlab-Simulink.

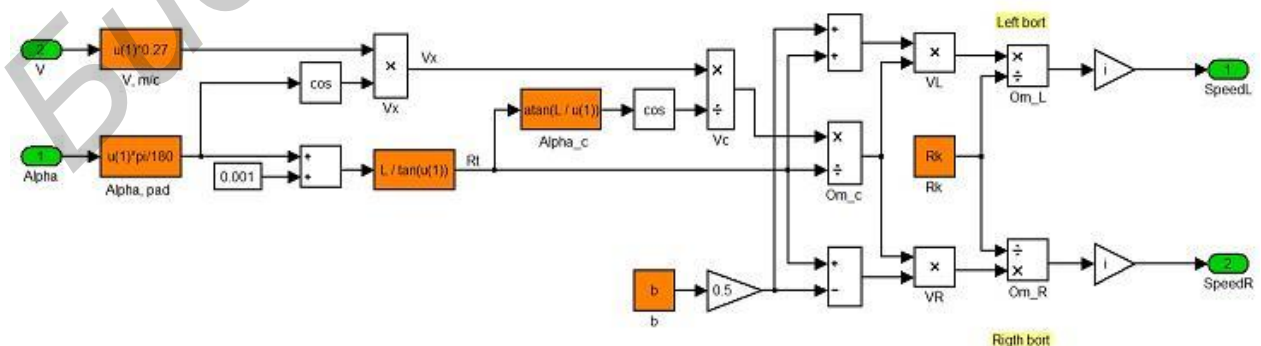


Рис. 2. Программная модель алгоритма управления скоростями тяговых двигателей

Имитационная модель управления движением мобильной машины с тяговыми электрическими двигателями

Для моделирования и исследования динамических процессов, сопровождающих движение мобильной машины с тяговыми электрическими двигателями, разработана имитационная Simulink-модель, приведенная на рис. 3. Электропривод ведущих задних колес моделируется двумя асинхронными электрическими двигателями с короткозамкнутыми роторами: AdL – левым и AdR – правым.

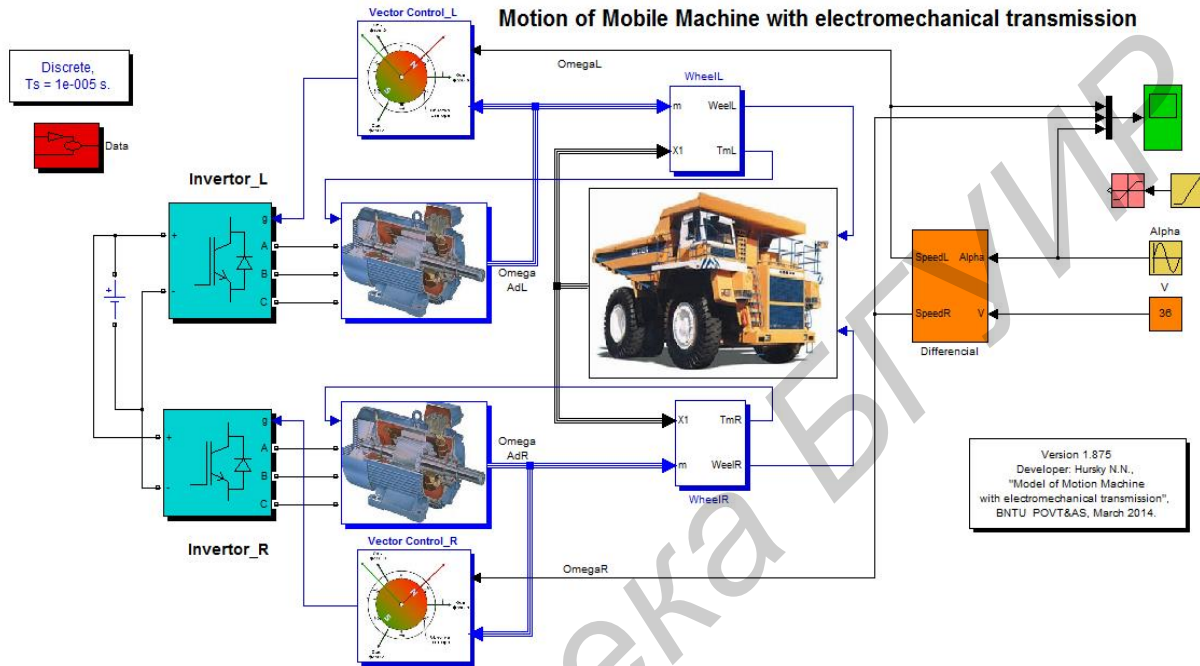


Рис. 3. Simulink-модель движения колесной машины

Для изменения скоростей вращения электрических двигателей используется замкнутая схема регулирования с блоком векторного управления, входами которого являются желаемая скорость, вычисляемая по вышеприведенному алгоритму, и текущая скорость электродвигателя, зависящая от колесных нагрузок. Блок векторного управления вырабатывает сигналы для работы инвертора напряжения, обеспечивающего преобразование постоянного напряжения в переменное для питания асинхронного электрического двигателя.

Используемые в модели блоки электродвигателя и инвертора являются стандартными компонентами пакета SimPowerSystem среды Simulink. Математическая модель механической системы мобильной машины, учитывающая массово-инерционные и упруго-диссипативные параметры автомобиля, система привода с двигателем постоянного тока, а также используемые схемы контроллеров представлены в [1–3].

Результаты моделирования

Работа алгоритма управления угловыми скоростями тяговых двигателей показана на рис. 4. На этом рисунке нижний график задает синусоидальную траекторию движения машины, определяемую углом поворота управляемых колес и поступательной скоростью. На графиках вверху показаны зависимости изменения угловых скоростей для правого и левого тяговых двигателей, определяющих заданное движение.

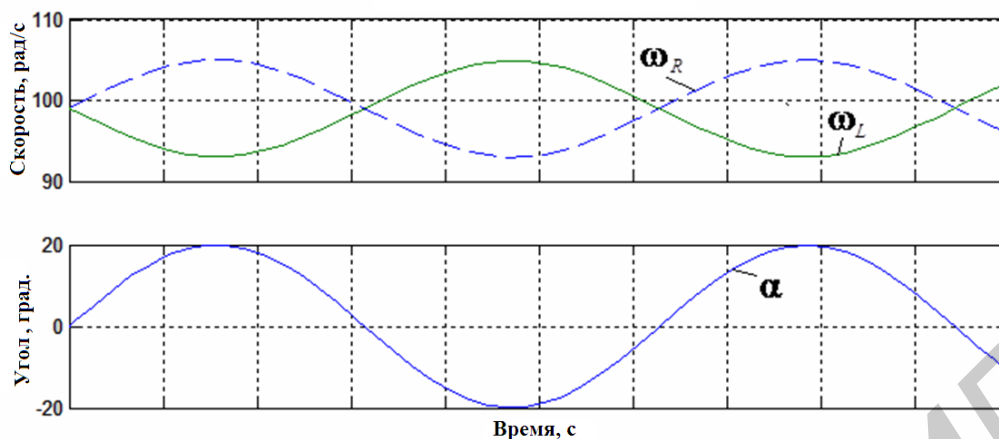


Рис. 4. Анализ работы алгоритма управления скоростями тяговых двигателей

Выводы

Изложенный алгоритм, его программная модель, а также приведенная имитационная модель колесной машины, позволяют провести детальные виртуальные испытания как мобильной машины в целом, так и отдельных ее элементов с целью улучшения динамических качеств мобильных машин с тяговыми электрическими приводами переменного тока.

CONTROL OF THE ANGULAR SPEED OF THE ELECTRIC TRACTION MOTOR IN MODELING CURVILINEAR MOTION OF WHEELED VEHICLES

M.H. CHEIKH EL NAJJARINE

Abstract

An algorithm and software model of the desired angular velocity of the drive wheels of machine with electric drives as well as the simulation model of wheel machine that implements the specified speed and the translational motion properties are proposed.

Список литературы

1. Гурский Н.Н., Cheikh El Najjarine M.H. // Системный анализ и прикладная информатика. 2015. № 2. С. 27–30.
2. Гурский Н.Н., Пащенко А.В., Жуковский И.Н. // Наука и техника. 2014. № 2. С. 41–45.
3. Гурский Н.Н., Cheikh El Najjarine M.H. // Системный анализ и прикладная информатика. 2014. № 4. С. 32–38.