

Аппроксимация кривых буксования гиперболическими функциями

Атаманов Ю.Е., Плищ В.Н.

Белорусский национальный технический университет

Цель работы – подбор аппроксимирующей формулы для имеющихся в литературных источниках данных, по зависимостям удельных тяговых (тормозных) сил от буксования (скольжения) и определение численных значений коэффициентов, входящих в формулу для различных опорных поверхностей и их состояний.

При постоянной нормальной нагрузке R_z на колесо зависимость удельной силы R_x/R_z от буксования колеса δ имеет один локальный максимум.

Авторами для аппроксимации зависимости удельных тяговых (тормозных) сил (коэффициента сцепления) от буксования предложена эмпирическая формула, содержащая гиперболический тангенс и косинус:

$$\varphi = \varphi_c \operatorname{th}(k_1 \delta) \left[1 + \frac{k_2}{\operatorname{ch}(k_1 \delta)} \right], \quad (1)$$

где φ_c – табличное значение коэффициента сцепления для заданного состояния опорной поверхности; k_1 и k_2 - коэффициенты аппроксимации, подлежащие определению; δ - буксование колеса.

Результаты обработки имеющихся в литературе данных по удельным силам тяги (торможения) в зависимости от буксования (скольжения) колеса, развиваемых шиной на дорогах в различном состоянии и рассчитанный коэффициент k_2 , представлены в таблице 1 (коэффициент $k_1 = 10$).

Таблица 1 – Значение коэффициента аппроксимации k_2 и соответствующие ему значения φ_{\max} , φ_c и $\delta_{\text{опт}}$.

Состояние дороги	k_2	φ_{\max}	φ_c	$\delta_{\text{опт}}$
Сухой асфальт, бетон	0,4...0,645	0,8...0,9	0,75...0,78	0,181...0,152
Мокрый асфальт, бетон	0,68...0,62	0,7...0,8	0,6...0,7	0,149...0,154
Гравийная дорога	1,92	0,6	0,35	0,112
Сухая грунтовая дорога	0,32	0,68	0,65	0,197
Мокрая грунтовая дорога	1,07...0,37	0,53	0,4...0,5	0,129...0,187
Укатанный снег	1,08...2,0	0,20...0,35	0,15...0,20	0,129...0,111
Обледенелая дорога	1,30...1,46	0,10...0,18	0,07...0,12	0,123...0,119

Таким образом, в результате обработки зависимостей удельных сил тяги (торможения) от буксования (скольжения) колеса с дорогой в различных состояниях предложена эмпирическая формула (1) и рассчитаны ее эмпирические коэффициенты k_1 и k_2 (таблица 1).