

УДК 378.001.76

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ КУРСОВОГО ДВИЖЕНИЯ
ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Э. И. ЯСЮКОВИЧ

Белорусско-Российский университет
Могилев, Беларусь

Повышение эффективности эксплуатации легковых автомобилей требует рационального выбора конструктивных параметров их ходовой части, а также характеристик подвески и шин.

Выбор указанных параметров требует специальной методики моделирования динамики курсового движения и вертикальной динамики автомобиля по дорогам со случайным микропрофилем.

Рассматривается построенная на основе пространственной расчетной схемы математическая модель и программное обеспечение для исследования курсового движения и вертикальной динамики легкового автомобиля, позволяющее исследовать влияние основных массогеометрических параметров, а также упругих и диссипативных характеристик подвески и шин на показатели его управляемого курсового движения.

Разработанная математическая модель состоит из двух частей – динамических уравнений, построенных на основе теории Лагранжа второго рода, и уравнений кинематических связей колес автомобиля с опорной поверхностью.

Динамическая модель разработана для случая отсутствия бокового проскальзывания и отрыва от опорной поверхности дороги колес и содержит взаимосвязанные уравнения курсового движения и вертикальной динамики. В качестве независимых были выбраны следующие координаты: x_c , y_c , z_c – перемещения центра масс автомобиля по продольной OX , поперечной OY и вертикальной OZ осям, проходящим через его центр масс; φ – угол поворота остова вокруг проходящей через центр масс вертикальной оси; ψ , ϕ – угловые перемещения остова автомобиля вокруг центральных продольной и поперечной осей.

Для моделирования вертикальных перемещений центров колес автомобиля: z_1 , z_2 , z_3 , z_4 – передних (левого и правого) и задних (левого и правого) при движении по дороге с микропрофилем, математическая модель дополнена четырьмя соответствующими дифференциальными уравнениями.

Моделирование криволинейного движения автомобиля было выполнено на основе теории увода Рокара, согласно которой на каждое колесо автомобиля в процессе его движения действует боковая реакция дороги P_{ki} , пропорциональная углу увода δ_i его шины.

Таким образом, к математической модели курсового движения автомобиля добавляются еще четыре уравнения кинематических связей его колес с опорной поверхностью дороги, необходимые для определения углов увода (δ_1 , δ_2 , δ_3 и δ_4), возникающих при взаимодействии шин с опорной поверхностью дороги в

режиме криволинейного движения. Данные уравнения представлены в виде обыкновенных дифференциальных уравнений первого порядка.

Таким образом, разработанная динамическая модель курсового движения и вертикальной динамики двухосного легкового автомобиля содержит десять дифференциальных уравнений второго порядка и четыре дифференциальных уравнения первого порядка, описывающие кинематические связи его колес с опорной поверхностью.

При проведении расчетных исследований автомобиля траектория его движения задавалась с помощью специальной таблицы, в первой строке которой указываются моменты времени t , в которые на переднее левое управляемое колесо подаются управляющие воздействия водителя в виде скорости $\dot{\theta}_1$ изменения, указываемой во второй строке этой же таблицы. Угол поворота переднего правого колеса θ_2 автомобиля определяется по известной формуле, описывающей кинематику поворота его управляемых колес.

Таким образом, для моделирования курсового движения и вертикальной динамики автомобиля необходимо задать закон изменения угла поворота управляемых колес в виде вышеописанной таблицы и среднее квадратичное отклонение высоты неровностей микропрофиля дороги.

Вертикальные воздействия неровностей микропрофиля опорной поверхности на колеса автомобиля вычисляются по рекуррентному выражению, построенному на основе экспоненциально-косинусной корреляционной функции.

На рис. 1 приведен вариант расчетных исследований курсового движения автомобиля по дороге с микропрофилем по траектории «Переставка».

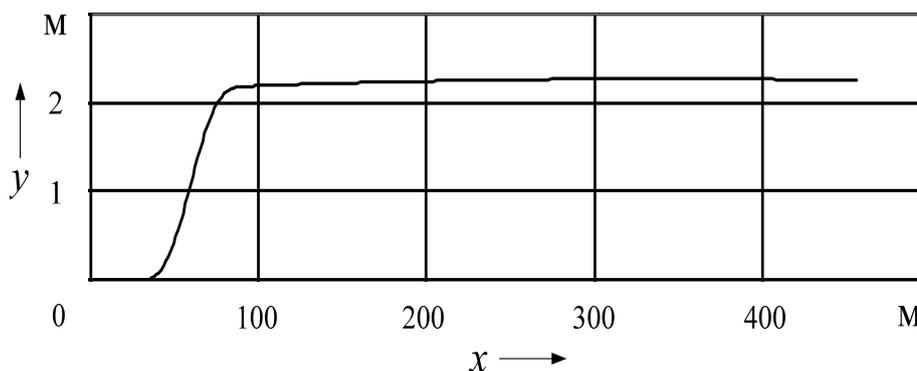


Рис. 1. Диаграмма курсового движения легкового автомобиля в координатах XOY по траектории «Переставка»

Таким образом, разработана адекватная математическая модель курсового движения и вертикальной динамики легкового автомобиля по дорогам с микропрофилем, позволяющая моделировать курсовое движение по заданной траектории и оценить влияние его массогеометрических параметров и упругих характеристик подвески и шин на вертикальную динамику, курсовую устойчивость и управляемость.