

УДК 629.113

К вопросу определения динамических характеристик автомобиля

Козлов Владислав Александрович

vladislav-kozlov-2000@mail.ru

Фомин Вадим Игоревич

fominvi@student.bmstu.ru

Сидоров Владимир Николаевич

sidorov-kaluga@yandex.ru

КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, Калуга, Россия

Исследована математическая модель криволинейного движения колесной машины в среде MATLAB. Рассмотрены ключевые параметры, влияющие на движение автомобиля по криволинейной траектории при изменении скорости. Основное внимание уделено боковому отклонению, углу рыскания, поперечной и продольной скорости автомобиля. Результаты показали, что увеличение скорости приводит к значительным изменениям в динамике автомобиля, что может увеличить риск потери контроля и аварийных ситуаций. Полученные данные подчеркивают необходимость дальнейшего изучения динамических характеристик транспортных средств для улучшения систем управления и повышения безопасности дорожного движения. Результаты моделирования могут быть использованы для оптимизации управления автомобилем в различных дорожных условиях.

Ключевые слова: моделирование, траектория, безопасность, динамика, оптимизация, автомобиль, модель, управляемость, нагрузка

Современные автомобили становятся все более сложными и высокотехнологичными, что требует глубокого понимания их динамических характеристик в различных условиях движения. Особенно важным является анализ поведения автомобиля при движении по криволинейной траектории, где скорость и маневренность играют критическую роль в обеспечении безопасности [1]. Для проведения анализа будем сравнивать величины, представленные на рис. 1.

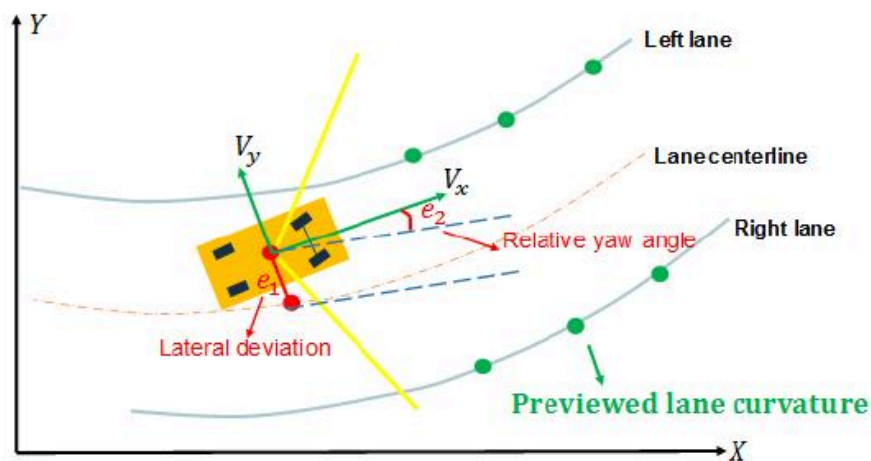


Рис. 1. Основные динамические характеристики при движении автомобиля по криволинейной траектории

Основными параметрами для анализа движения автомобиля по криволинейной траектории при изменении скорости движения являются: e_1 — Lateral deviation (*Боковое отклонение*), величина, характеризующая линейное отклонение автомобиля от номинальной траектории движения, e_2 — Relative yaw angle (*Угол рыскания*), данный параметр определяет величину отклонения автомобиля от его продольного положения, V_y — поперечная скорость автомобиля, V_x — продольная скорость автомобиля [2].

Проведем исследование изменения продольной скорости V_x при изменении скорости движения транспортного средства. Графики продольной скорости представлены на рис. 2.

При номинальном режиме движения автомобиль достиг максимальной скорости, которая составила 11,7 м/с за 5,6 с. В случае увеличения скорости в 1,5 раза, колесная машина достигла максимальной продольной скорости, которая составила 14,8 м/с за 4,4 с. Можно сделать вывод, что автомобиль быстро набирал скорость, соответственно быстрее приближался к повороту и, как следствие, быстрее тормозил и сбавлял скорость.

Проведем исследование изменения поперечной скорости V_y при изменении скорости движения транспортного средства [3]. Графики поперечной скорости на рис. 3.

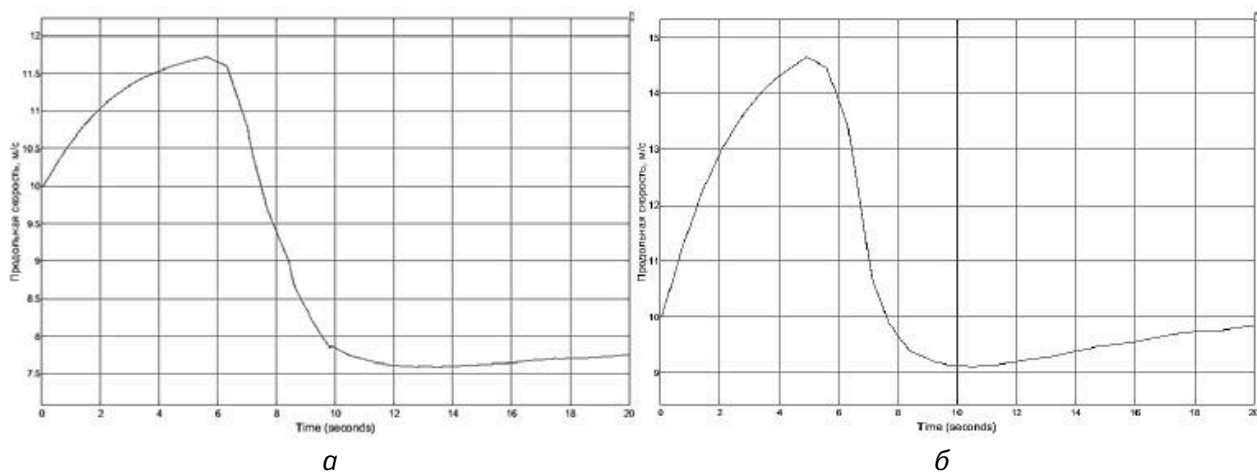


Рис. 2. Продольная скорость колесной машины:
а — при номинальной скорости; б — при увеличении скорости в 1,5 раза

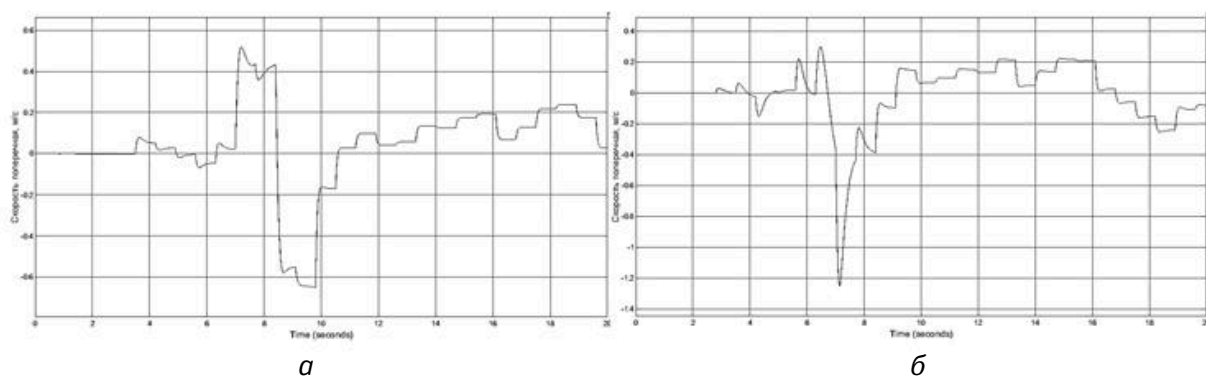


Рис. 3. Поперечная скорость колесной машины:
а — при номинальной скорости; б — при увеличении скорости в 1,5 раза

При номинальном режиме движения поперечная скорость автомобиля находится в пределах 0,6 м/с. В случае увеличения скорости в 1,5 раза, наблюдается резкое увеличение поперечной скорости автомобиля до 1,25 м/с. Можно сделать вывод, что во втором случае автомобиль резко изменяет свое текущее поперечное расположение и в случае дальнейшего увеличения скорости велика вероятность заноса автомобиля.

Далее проведем исследование изменения угла рыскания ϵ_2 при изменении скорости движения транспортного средства. Графики изменения угла рыскания при номинальной и увеличенной скорости движения колесной машины представлены на рис. 4.

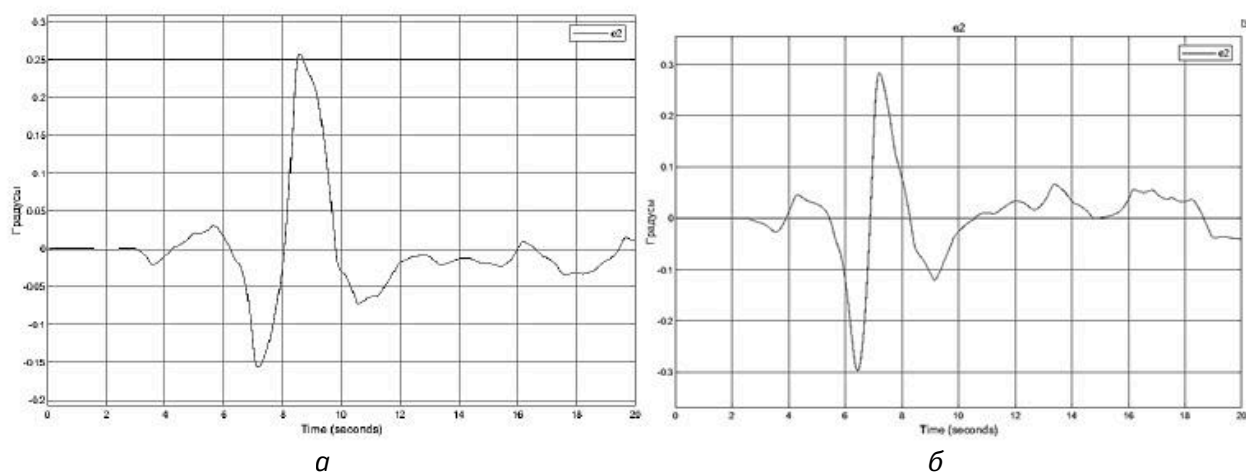


Рис. 4. Изменение угла рыскания колесной машины:
а — при номинальной скорости; б — при увеличении скорости в 1,5 раза

При номинальном режиме движения максимальный угол рыскания автомобиля достигает отметки в 2,5 градуса. Данный факт говорит о плавности изменения траектории автомобиля за счет оптимальной скорости движения. В случае увеличения скорости в 1,5 раза, наблюдается резкое увеличение угла рыскания до 3 градусов, что говорит о быстром маневрировании автомобилем из-за большой скорости. В данном случае имеет место появление раскачивания автомобиля и вероятность потери его устойчивости.

Результаты подчеркивают важность соблюдения оптимальных режимов движения для обеспечения безопасности на дороге [4]. Исследование открывает новые перспективы для разработки более эффективных систем управления автомобилем, которые смогут адаптироваться к изменяющимся дорожным условиям и повышать уровень безопасности водителей и пассажиров.

Литература

- [1] Жилейкин М.М. *Математические модели систем транспортных средств: методические указания*. Москва, Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018, 100 с.
- [2] Плахов С.А., Дмитриева Т. Д. Стабилизация движения энергетических колесных модулей. *Современные автомобильные материалы и технологии» (САМИТ-2021). XIII Междунар. науч.-техн. конф.: сб. ст.* Курск, Юго-Западный государственный университет, 2021, с. 242–245.

- [3] Полковникова Н.А. *Научные и инженерные расчеты в среде MATLAB*. Москва, Изд-во «МОРКНИГА», 2019, 143 с.
- [4] Сидорова А.В., Степин П.И., Сидоров В.Н. Имитационное моделирование колебаний центра масс колесной машины с помощью программы Simulink. *Инженерный вестник Дона*, 2020, № 4, с. 1–12.

On the issue of determining the dynamic characteristics of the car

Kozlov V.A. vladislav-kozlov-2000@mail.ru

Fomin V.I. fominvi@student.bmstu.ru

Sidorov V.N. sidorov-kaluga@yandex.ru

BMSTU (KB), Kaluga, Russia

In this paper, a mathematical model of the curvilinear motion of a wheeled machine in the Matlab environment is investigated. This article discusses the key parameters that affect the movement of a car along a curved trajectory when changing speed. The main attention is paid to the lateral deviation, yaw angle, transverse and longitudinal speed of the car. The results show that an increase in speed leads to significant changes in the dynamics of the car, which can increase the risk of loss of control and accidents. The data obtained underline the need for further study of the dynamic characteristics of vehicles in order to improve control systems and improve road safety. The simulation results can be used to optimize driving in various road conditions.

Keywords: modeling, trajectory, safety, dynamics, optimization, car, model, handling, load