

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НАДЕЖНОСТИ В УПРАВЛЕНИИ ТРЕХОСНЫХ И ДВУХОСНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ КРАЗ

Подригало М.А., д.т.н, проф.; Бобошко А.А., к.т.н, доц.;

Клец Д.М., аспирант; Сальников Р.Ю., студент

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Проведено исследование эксплуатационных характеристик надежности трехосного автомобиля КраЗ-6322 и двухосного КраЗ-5233ВЕ. Обнаружено появление отрицательных угловых скоростей и ускорений, а также определен угол поворота управляемых колес автомобиля.

Введение

Под управляемостью в теории автомобиля необходимо понимать свойство машины осуществлять маневр, сохраняя все параметры, которые задает водитель. Если рассматривать ситуацию движения автомобиля по прямой, то водитель будет вынужден воздействовать на рулевое колесо для компенсации отклонений предполагаемого курсового угла под воздействием различных внешних и внутренних факторов.

Трехосные грузовые автомобили получили распространение в народном хозяйстве и военных целях. Третий мост у этих автомобилей позволяет повысить проходимость, увеличить грузоподъемность, снизить давление на шины и почву. С другой стороны, наличие третьего моста снижает КПД трансмиссии, увеличивает расход топлива.

Анализ последних достижений и публикаций

Впервые понятие управляемости сформулировано Е.А. Чудаковым в работе [1]. Автор подразумевает под управляемостью автомобиля его способность при движении точно следовать повороту управляемых колес. Плохая управляемость автомобиля характеризуется стремлением автомобиля самопроизвольно изменять направления движения, а при повороте рулевого колеса двигаться по кривой, не точно соответствующей повороту управляемых колес.

Дальнейшее развитие теория управляемости получила в работе [2]. В работе Я. Х. Закина [3] термин управляемость использовался неоднократно, но формулировку этого понятия автор не приводил, а её смысл не совпадал с формулировкой Е. А. Чудакова. В монографии [4] авторы характеризуют управляемость как важное эксплуатационное свойство, оп-

ределяющее безопасность движения.

Представляет интерес сравнение управляемости трехосного автомобиля с двухосным автомобилем на примере КрАЗ-6322 и КрАЗ-5233ВЕ соответственно (см. рис. 1).



КрАЗ-6322 (трехосный)



КрАЗ-5233 ВЕ (двухосный)

Рис. 1. Автомобили КрАЗ в трехосном и двухосном исполнении

Цель и постановка задач исследования

Целью исследования является сравнительный анализ управляемости двух- и трехосных грузовых автомобилей.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующую задачу: выполнить математическое моделирование изменения угловой скорости и углового ускорения автомобиля при повороте;

Математическое моделирование изменения угловой скорости и углового ускорения автомобиля при повороте

При разгоне или торможении величина ускорения (замедления) должна являться критерием управляемости при заданном уровне управляющего воздействия. Во время выполнения маневра (момент входа в поворот) таким критерием может быть угловое ускорение, а угловая скорость в данном случае будет являться критерием поворотливости. В работе [4] приведено выражение, которое позволяет определить угловое ускорение автомобиля

$$\frac{d\omega_z}{dt} = \frac{V_0}{L\sqrt{1 + \frac{i_z^2}{L^2} \cdot (tg\bar{\alpha} + \delta_2 - \delta_1)^2}} \cdot \left[\frac{d}{dt}(tg\bar{\alpha} + \delta_2 - \delta_1) - \frac{0,5 \cdot (tg\bar{\alpha} + \delta_2 - \delta_1)}{1 + \frac{i_z^2}{L^2} (tg\bar{\alpha} + \delta_2 - \delta_1)^2} \right], \quad (1)$$

где: V_0 - начальная скорость вхождения в поворот;

L - колесная база;

i_z - момент инерции управляемых колес;

$\bar{\alpha}$ - угол поворота управляемых колес;

δ_1 и δ_2 - углы увода осей автомобиля.

Анализ зависимости (1) показывает, что величина углового ускорения автомобиля может принимать как положительные значения, так и отрицательные.

Выражение для определения угловой скорости имеет вид [4]

$$\omega_z = \frac{V_0}{L} \cdot \frac{\overline{tg\alpha} + \delta_2 - \delta_1}{\sqrt{1 + \frac{i_z^2}{L^2} \cdot (\overline{tg\alpha} + \delta_2 - \delta_1)^2}}. \quad (2)$$

Определить углы увода осей автомобиля можно, зная боковые силы R_{δ_1} и R_{δ_2}

$$\delta_1 = \frac{R_{\delta_1}}{K_{y_1}} \quad (3)$$

и

$$\delta_2 = \frac{R_{\delta_2}}{K_{y_2}}. \quad (4)$$

При моделировании движения трехосного автомобиля $K_{y_2} = 2 \cdot K_{y_1} = 2 \cdot K_y$, а двухосного $K_{y_1} = K_{y_2} = K_y$.

Далее необходимо определить закон изменения среднего угла поворота управляемых колес машины

$$\frac{d\bar{\alpha}}{dt} = \omega_{k_{\max}} \cdot \sin(\Omega \cdot t), \quad (5)$$

где $\omega_{k_{\max}}$ – максимальное значение угловой скорости поворота управляемых колес;

Ω – круговая частота изменения угловой скорости поворота управляемых колес.

Средний угол поворота управляемых колес определим из следующей зависимости

$$\bar{\alpha}(t) = \int_0^t \omega_{k_{\max}} \cdot \sin(\Omega \cdot t) dt = \frac{\omega_{k_{\max}}}{\Omega} \cdot [1 - \cos(\Omega \cdot t)] \quad (6)$$

Если сделать допущения, что установившаяся стадия будет отсутствовать, то при выбранном законе изменения угла поворота управляемых колес определим круговую частоту изменения угловой скорости поворота

$$\Omega = \frac{2 \cdot \pi}{\Delta \psi} \cdot \frac{V_0}{R}, \quad (7)$$

где $\Delta \psi$ – изменение курсового угла автомобиля;

R – радиус поворота автомобиля.

Таким образом, после подстановки (7) в (6) и (5), окончательно получим

$$\frac{d\bar{\alpha}}{dt} = \omega_{k_{\max}} \cdot \sin\left(\frac{2 \cdot \pi}{\Delta \psi} \cdot \frac{V_0}{R} \cdot t\right); \quad (8)$$

$$\bar{\alpha}(t) = \frac{\omega_{k_{\max}} \cdot \Delta \psi \cdot R}{2 \cdot \pi \cdot V_0} \cdot \left[1 - \cos\left(\frac{2 \cdot \pi}{\Delta \psi} \cdot \frac{V_0}{R} \cdot t\right)\right]. \quad (9)$$

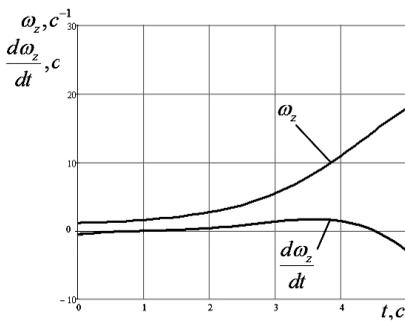
Моделирование проведем на примере трехосного автомобиля КрАЗ-6322 и двухосного автомобиля КрАЗ-5233BE в снаряженном состоянии. Параметры автомобилей представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Геометрические параметры и масса автомобилей КрАЗ-6322 и КрАЗ-5233BE в снаряженном состоянии

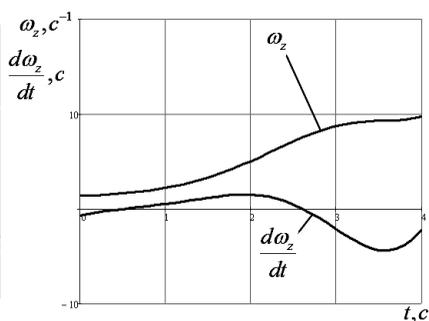
| Модель автомобиля | Параметры автомобиля | | | | |
|-------------------|----------------------|---------|---------|---------|-------|
| | m , кг | a , м | h , м | L , м | i_z |
| КрАЗ-6322 | 12900 | 2,75 | 1,325 | 5,300 | 1,598 |
| КрАЗ-5233BE | 10700 | 2,196 | 1,250 | 5,000 | 1,232 |

Результаты расчетов приведены на рис. 2 – 4.

Теоретическое исследование выполнено для синусоидального закона поворота управляемых колес автомобиля.

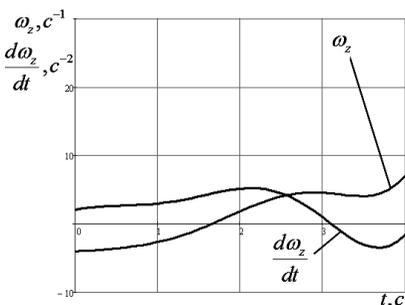


а) КрАЗ-6322 (трехосный)

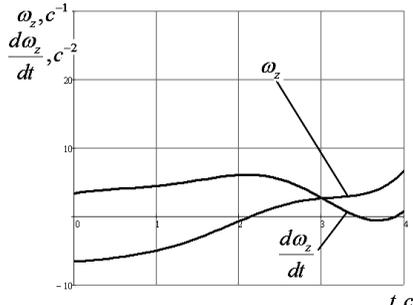


б) КрАЗ-5233ВЕ (двухосный)

Рис. 2. Изменение угловой скорости и углового ускорения автомобилей КрАЗ-6322 и КрАЗ-5233ВЕ при повороте: $V_a = 30$ км/ч, $R = 30$ м

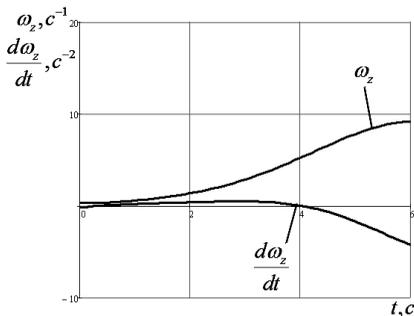


а) КрАЗ-6322 (трехосный)

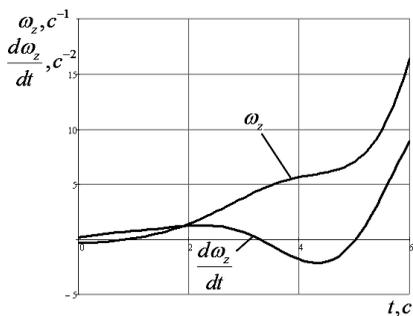


б) КрАЗ-5233ВЕ (двухосный)

Рис. 3. Изменение угловой скорости и углового ускорения автомобилей КрАЗ-6322 и КрАЗ-5233ВЕ при повороте: $V_a = 40$ км/ч, $R = 30$ м



а) КрАЗ-6322 (трехосный)



б) КрАЗ-5233ВЕ (двухосный)

Рис. 4. Изменение угловой скорости и углового ускорения автомобилей КрАЗ-6322 и КрАЗ-5233ВЕ при повороте: $V_a = 20$ км/ч, $R = 30$ м

Выводы

1. В результате проведенного исследования наблюдается появление отрицательной угловой скорости и углового ускорения в плоскости дороги, которые обуславливают проявление недостаточной поворачиваемости и низкой поворотливости.

2. При выходе автомобиля из поворота, недостаточная поворачиваемость проявляется в появлении положительных угловых скоростей и ускорений, что также ухудшает управляемость автомобиля.

3. Трехосные автомобили КраЗ имеют худшую управляемость по сравнению с двухосными моделями.

Список использованных источников

1. Чудаков Е.А. Устойчивость автомобиля против заноса. – М.: Машгиз, 1949. – 143 с.

2. Литвинов А.С. Управляемость и устойчивость автомобиля. – М.: Машиностроение, 1971. – 416 с.

3. Закин Я. Х. Маневренность автомобиля и автопоезда.-М.: Транспорт, 1986.– 136 с.

4. Подригало М.А., Волков В.П., Бобошко А.А., Павленко В.А., Файст В.Л., Клец Д.М., Редько В.В. Динамика автомобиля. – Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. – 426 с.

Анотація

ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ У КЕРОВАНОСТІ ТРИВІСНИХ ТА ДВОХВІСНИХ АВТОМОБІЛІВ КРАЗ

Подригало М. А., Бобошко А. А., Клец Д. М., Сальніков Р. Ю.

Проведено дослідження керованості тривісного автомобіля КраЗ-6322 та двохвісного КраЗ-5233BE. Виявлено появлення негативних кутових швидкостей і прискорень, а також визначено кут повороту керованих коліс автомобіля.

Abstract

THREEAXIAL AND BIAXIAL KRAZ AUTOMOBILES ROADABILITY COMPARATIVE ANALYSIS

M. Podrigalo, A. Boboshko, D. Klets, R. Salnikov

Threeaxial KrAZ-6322 and biaxial KrAZ-5233BE automobile roadability research is conducted. Negative angular speed and acceleration occurrence is revealed. Automobile steered wheels rotation angle is defined.