

УДК 629.017

Подригало М.А., д.т.н., Дудукалов Ю.В., к.т.н., Торяник С.А., аспирант  
ХНАДУ, г. Харьков

## ВЛИЯНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ НЕСУЩЕГО КУЗОВА НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ АВТОМОБИЛЯ

*В статье рассмотрено влияние изменения геометрических параметров несущего кузова автомобиля на эксплуатационную надежность по оценке его управляемости. Даны рекомендации по повышению эксплуатационной надежности легковых автомобилей.*

### **Постановка проблемы**

Техническое состояние несущего кузова автомобиля изменяется во времени, что вызвано различного рода вибрациями и нагрузками, коррозией, ДТП и т.д. Это приводит не только к изменению геометрии дверных и оконных проемов, проемов капота и багажника, но и к смещению точек крепления агрегатов автомобиля, нарушению точности взаимного расположения мостов автомобиля.

Одним из показателей эксплуатационной надежности автомобиля является управляемость — совокупность свойств конструкции автомобиля, обеспечивающих точное движение автомобиля по траектории, заданной направляющими колесами или сохранение прямолинейной траектории.

Исследованию влияния технического состояния автомобиля на показатели эксплуатационной надежности посвящено значительное количество работ отечественных и зарубежных авторов (Гинцбург Л.Л., Юрченко А.Н., Певзнер Я.М., Подригало М.А. и др.). В работах [1, 2] рассмотрено влияние угловых и линейных смещений мостов автомобиля на устойчивость его движения. Вместе с тем, влияние изменения геометрических параметров несущего кузова автомобиля на его управляемость не освещено.

**Целью исследования** является определение зависимости эксплуатационной надежности автомобиля от технического состояния несущего кузова, которое определяется величиной смещения контрольных точек несущего кузова, приводящих к угловому смещению мостов автомобиля.

Для этого необходимо определить влияние изменения геометрических параметров несущего кузова, приводящих к угловому смещению его мостов, на эксплуатационную надежность, а также методы повышения эксплуатационной надежности по критерию управляемости автомобиля.

### **Основной материал исследований**

Все геометрические параметры несущего кузова автомобиля можно условно разделить на три группы: контрольные точки основания кузова автомобиля; контрольные точки крепления узлов и агрегатов автомобиля; линейные размеры оконных и дверных проемов, проемов капота и багажника, а также крыши легкового автомобиля.

Первые две группы параметров отвечают за правильность расположения элементов основания кузова, точек крепления узлов и агрегатов автомобиля, а также за правильность их взаимного расположения. Изменения в третьей группе параметров не влияют на управляемость автомобиля.

Анализ конструкции несущих кузовов легковых автомобилей позволил выявить контрольные точки, изменение положения которых приводит к угловому смещению мостов автомобиля. Ими являются центр шарнира рычага передней подвески и точка пересечения оси заднего болта крепления рычага задней подвески с поверхностью заднего лонжерона.

Одним из критериев управляемости автомобиля является условие потери устойчивости колесной машиной, которое сопровождается боковым заносом или боковым опрокидыванием [1, 2]. Боковой занос задней оси возникает в случае, если

$$R_{y2} > \sqrt{\phi^2 R_{z2}^2 - R_{x2}^2}, \quad (1)$$

где  $R_{z2}$  — вертикальная реакция на задних колесах;

$R_{x2}$  — касательная реакция на задних колесах;

$\phi$  — коэффициент сцепления колеса с дорогой.

Величины, входящие в формулу (1) можно выразить следующим образом

$$R_{y2} = \frac{a}{L} m \frac{V^2}{R_{\delta}}, \quad (2)$$

$$R_{z2} = \frac{a}{L} mg, \quad (3)$$

где  $m$  — общая масса машины;

$a$  — расстояние от проекции центра масс на горизонтальную плоскость до передней оси;

$g$  — ускорение свободного падения,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$R_{\delta}$  — радиус поворота автомобиля.

Определим критическую по условию бокового заноса скорость движения двухосного автомобиля как

$$V_{зан} = \sqrt{R_{\delta} \phi g} \cdot \sqrt[4]{1 - R_{x2}^2 \frac{L^2}{a^2 m^2 \phi^2 g^2}}. \quad (4)$$

На рис. 1 представлена схема поворота автомобиля с угловым смещением мостов с учетом бокового увода шин.

Радиус поворота автомобиля с передними управляемыми колесами, шины которого катятся с уводом, определяется выражением [3]

$$R_{\delta} = \frac{L}{\text{tg}(\Theta - \delta_1) + \text{tg}\delta_2}, \quad (5)$$

где  $\Theta$  — угол поворота управляемых колес;

$\delta_1$  и  $\delta_2$  — углы увода передних и задних колес.

Радиусы поворота автомобиля при угловом смещении мостов в общем случае можно выразить как

$$R_{\delta}^B = \frac{L}{\text{tg}(\Theta + \alpha_1 - \delta_1) + \text{tg}(\delta_2 + \alpha_2)}, \quad (6)$$

$$R_{\delta}^H = \frac{L}{\text{tg}(\Theta - \alpha_1 - \delta_1) + \text{tg}(\delta_2 - \alpha_2)}, \quad (7)$$

где  $\alpha_1$  — угол смещения управляемого моста;

$\alpha_2$  — угол смещения ведущего моста.

Подставляя в выражения (6, 7) значения  $R_{\delta}$ ,  $\delta_1$  и  $\delta_2$  при критической  $V_{зан}$ , определим характер изменения угла поворота управляемых колес  $\Theta$ . На рис. 2 представлены графики

зависимости угла поворота управляемых колес от радиуса поворота автомобиля при различных значениях углового смещения мостов автомобиля.

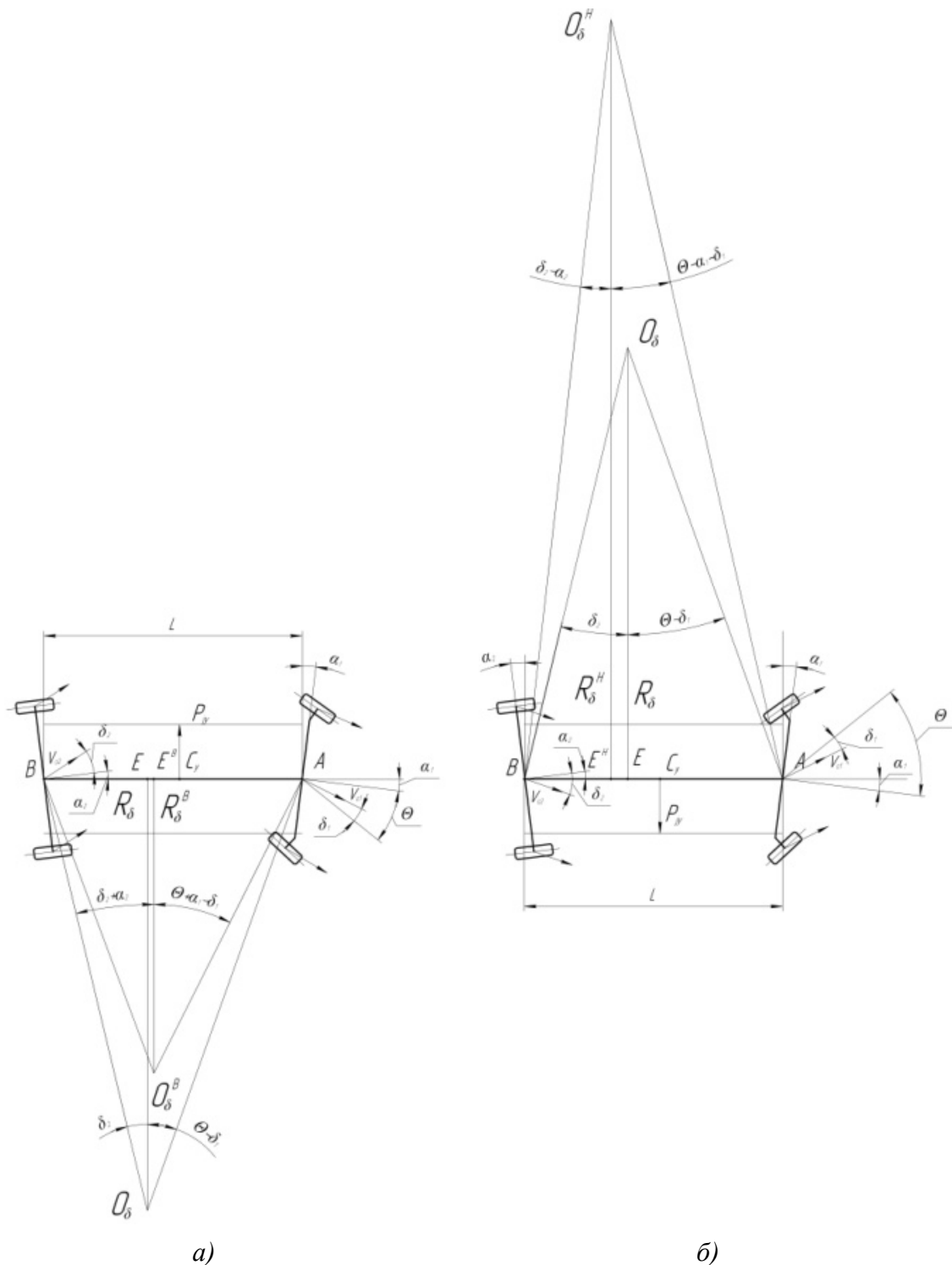
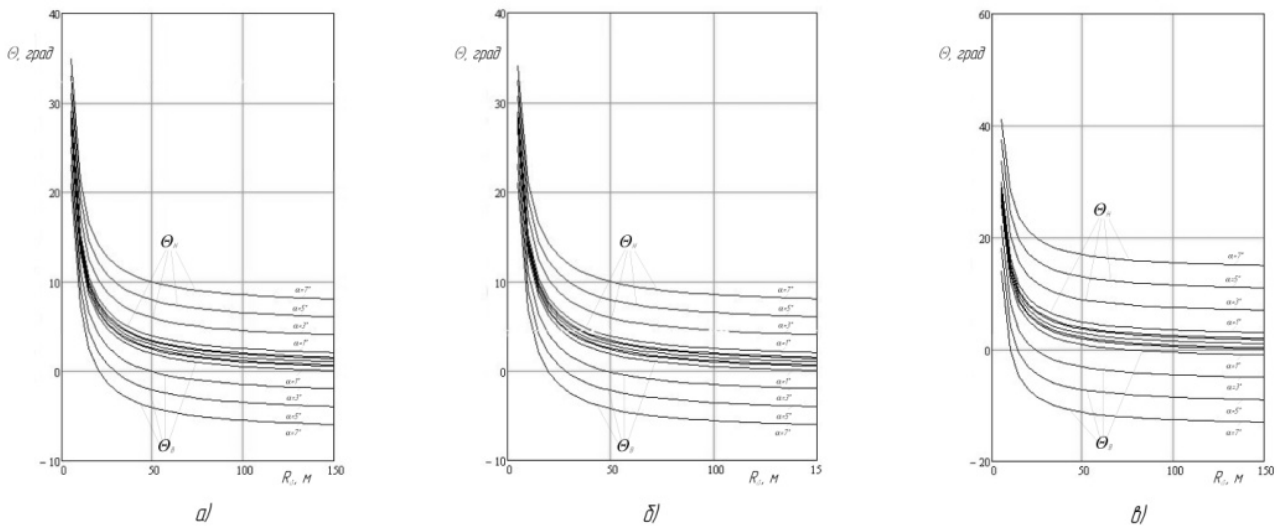


Рис. 1. Схема поворота автомобиля с угловым смещением мостов с учетом бокового увода шин: а) внутренний поворот; б) наружный поворот

Анализ полученных зависимостей показывает, что угловое смещение мостов приводит к изменению углов поворота управляемых колес. В случае осуществления внутреннего поворота наблюдается избыточная поворачиваемость, а в случае наружного — недостаточная управляемость автомобиля.

Угловое смещение мостов на угол  $\alpha \geq 3^\circ$  при наружном повороте приводит к необходимости поворота управляемых колес в сторону, противоположную повороту, даже при малых радиусах поворота и скоростях, близких к 60 км/ч. Угловое смещение мостов на угол  $0,5^\circ \geq \alpha \geq 1^\circ$  при наружном повороте, с радиусом более 150 метров, так же приводит к необходимости поворота управляемых колес в сторону, противоположную повороту. Это значительно повышает риск потери управляемости автомобилем и возникновения заноса, особенно при высоких скоростях движения.

### ВАЗ-2110



Для повышения эксплуатационной надежности автомобиля необходимо регулярное проведение контроля точек крепления мостов автомобиля. Величина их смещения не должна превышать 4 мм, что соответствует примерно  $0^{\circ} 22'$  углового смещения мостов автомобиля.

Целесообразно контроль геометрических параметров несущего кузова автомобиля включить в регламент проведения государственного технического осмотра транспортных средств и проводить с периодичностью, предусмотренной регламентом.

Для экспресс-анализа наличия углового смещения мостов при прохождении государственного технического осмотра целесообразно модернизировать стенд проверки углов развала и схождения управляемых колес, укомплектовав его дополнительной лазерной измерительной системой. Такая конструкция стенда, действующая по принципу лазерной измерительной системы для контроля геометрии кузова автомобиля, позволит выявить наличие углового смещения мостов автомобиля по отклонению контрольных точек от номинального положения.

Правку несущего кузова автомобиля осуществляют на специализированных стендах. Конструкция таких стендов позволяет неподвижно закреплять автомобиль, изменять вектор приложения усилия правки, а также само усилие правки в пределах, заложенных в конструкции стенда.

Для повышения точности восстановления геометрических параметров несущего кузова автомобиля целесообразно применять стенды с силовыми элементами башенного типа. Такая конструкция позволяет сохранять постоянным вектор приложения усилия правки на всем протяжении процесса правки, что значительно повышает точность восстановления, и не требует применения дополнительных направляющих элементов, снижая тем самым трудозатраты.

### **Выводы**

1. Установлено, что нарушение геометрии несущего кузова автомобиля приводит к угловому смещению мостов и ухудшает управляемость автомобиля. Одним из показателей является изменение угла поворота управляемых колес при повороте автомобиля.

2. Предложен способ повышения эксплуатационной надежности несущего кузова автомобиля, установлена периодичность проведения контроля состояния кузова, а также предложены средства контроля и восстановления изменения геометрических параметров несущего кузова автомобиля, приводящих к угловому смещению мостов и ухудшению управляемости автомобиля.

### **Список используемых источников**

1. Юрченко А.Н. Исследования влияния угловых и линейных смещений мостов автомобиля на устойчивость его движения: автореф. дис. на соискание научн. степени канд. техн. наук: спец. 05.441. — Харьков: ХАДИ, 1972. — 28 с.
2. Подригало М.А. Динамика автомобиля / М.А. Подригало, В.П. Волков, А.А. Бобошко и др. — Харьков: Изд-во ХНАДУ, 2008. — 426 с.
3. Фалькевич Б.С. Теория автомобиля / Б.С. Фалькевич. — М.: Транспорт, 1963. — 237 с.

Стаття надійшла до редакції 01.06.09

© Подригало М.А., Дудукалов Ю.В., Торяник С.А., 2009