

УДК 629.017

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ПОДТВЕРЖДЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕСТАБИЛЬНОСТИ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КУЗОВА НА УПРАВЛЯЕМОСТЬ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ**

Торяник С.А., инж.,  
Клец Д.М., инж.,  
Павленко В.Н., к.т.н.,  
Коробка А.И., асп.,\*  
Ставицкий А.Ю., асп.\*

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет  
(ХНАДУ)*

Тел. (0619) 42–04–42

***Аннотация*** – в статье приведены результаты экспериментальных исследований влияния изменения геометрических параметров основания кузова легкового автомобиля на его управляемость.

***Ключевые слова*** – управляемость, точки крепления подвесок к кузову легкового автомобиля, мобильный измерительный комплекс.

*Постановка проблемы.* Управляемость, как одно из эксплуатационных свойств автомобиля, играет важную роль в безопасности движения. Долгое время считалось, что изменение показателей управляемости в процессе эксплуатации вызвано изменением технического состояния подвески, колес, рулевого управления. Однако, в работе [1] экспериментально установлено, что на показатели управляемости и устойчивости оказывают влияние в том числе и характеристики кузова автомобиля, в частности – его жесткость.

В связи с этим, актуальной становится оценка влияния изменения геометрических параметров кузова легкового автомобиля в процессе эксплуатации на показатели управляемости.

*Анализ последних достижений и публикаций.* Большое количество работ отечественных и зарубежных авторов (Гинцбург Л.Л., Юрченко А.Н., Певзнер Я.М., Подригало М.А. и др.) посвящено вопросам влияния конструкции и технического состояния подвески,

колес, тормозной системы на эксплуатационные свойства автомобиля. В работе [2], в частности, рассмотрено влияние угловых и линейных смещений мостов автомобиля на устойчивость его движения.

В то же время, влияние изменения технического состояния кузова легкового автомобиля на изменение показателей безопасности движения практически не освещено.

Особый интерес вызывает определение влияния смещения точек крепления подвесок к основанию несущего кузова на показатели управляемости легкового автомобиля.

*Цель и задачи исследования.* Целью проведения экспериментальных исследований являлась проверка адекватности разработанной ранее математической модели оценки влияния изменения геометрических параметров основания несущего кузова на показатели управляемости легкового автомобиля [3].

Задачей экспериментальных исследований являлось получение зависимости изменения угла поворота управляемых колес от изменения положения точек крепления подвесок к основанию кузова легкового автомобиля.

*Основная часть.* Экспериментальное исследование влияния изменения геометрических параметров основания несущего кузова легкового автомобиля на его управляемость. Объектами экспериментального исследования были выбраны три легковых автомобиля производства ЗАО «ЗАЗ»: два автомобиля ЗАЗ-1103 «Славута» с пробегами 7 тыс. км и 55 тыс. км, и один автомобиль ЗАЗ-110206 «Таврия – Нова» с пробегом 82 тыс. км.

Первый этап экспериментальных исследований заключался в контроле геометрии кузова легковых автомобилей по точкам крепления подвесок. Для контроля геометрических параметров основания кузовов испытуемых автомобилей был использован компьютеризированный ремонтно-измерительный комплекс Celette – NAJA, расположенный в научно-учебной производственной лаборатории ХНАДУ.

Результаты данного контроля позволили установить следующее:

- на автомобиле ЗАЗ-1103 «Славута» с пробегом 7 тыс. км, который эксплуатировался менее года, все контролируемые параметры находились в пределах нормы и отклонения контрольных точек от номинального положения не превышало 1 мм;

- на автомобиле ЗАЗ-1103 «Славута» с пробегом 55 тыс. км было выявлено отклонение положения контрольных точек крепления передней подвески на величину более 3 мм, что привело к наличию углового смещения передней подвески равного  $0,36^{\circ}$ ;

- на автомобиле ЗАЗ-110206 «Таврия – Нова» с пробегом 82 тыс. км также было обнаружено отклонение точек крепления передней

подвески на величину более 3 мм, что привело к наличию углового смещения передней подвески равного  $0,56^\circ$ .

На втором этапе проводились дорожные испытания, задачей которых было определение изменения угла поворота управляемых колес автомобиля в зависимости от радиуса поворота и углового смещения подвесок автомобиля. Для этого регистрировались продольные и поперечные ускорения автомобиля, а также угол поворота рулевого колеса.

Для регистрации данных при дорожных испытаниях автомобилей использовался мобильный измерительный комплекс, разработанный на кафедре ТМ и РМ ХНАДУ (рис. 1), состоящий из двух датчиков ускорений Freescale Semiconductor модели MMA7260QT, а также ЭВМ для снятия и архивации данных [4].

Для измерения углов поворота управляемых колес измерительно-регистрационный комплекс был дополнен датчиком поворота рулевого колеса (рис. 2). Датчик включает в себя 10-ти оборотный прецизионный проволочный потенциометр Vishay Spectrol 534-1-1, сопротивлением  $100 \text{ Ом} \pm 5\%$  и линейной характеристикой изменения сопротивления, с закрепленным на нем колесиком. Колесико датчика плотно прилегало к цилиндрическому выступу на рулевом колесе. Таким образом, при повороте руля осуществлялась передача крутящего момента от рулевого колеса через колесико на потенциометр. Регистрация изменения сопротивления потенциометра происходила посредством цифрового мультиметра.

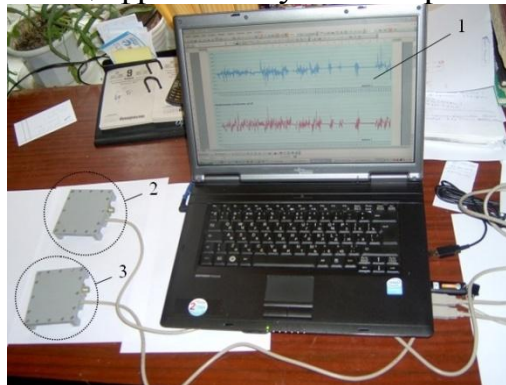


Рис. 1. Мобильный измерительный комплекс, разработанный на кафедре ТМ и РМ ХНАДУ: 1 – ЭВМ для снятия и архивации данных; 2 – датчик ускорений MMA7260QT № 445; 3 – датчик ускорений MMA7260QT № 446.

Все автомобили, проходившие испытания, предварительно прошли технический осмотр. Зазоры и люфты в ходовой части, а также углы установки управляемых колес соответствуют нормам. Перед проведением испытаний были прогреты агрегаты трансмиссии

и ходовой части. Давление в шинах составляло 0,18 МПа. Шины чистые и сухие, с износом протектора не более 5%.

Испытания проводились на одном и том же участке дороги с ровным сухим покрытием. На каждом автомобиле было проведено по три заезда в обе стороны для уменьшения влияния на результаты измерений погрешностей дороги. Скорость движения автомобиля на криволинейных участках траектории составляла 60 км/ч.

Датчики для измерения ускорений автомобиля устанавливались в соответствии с рекомендациями, приведенными в работе [5]. Так как положение полюса поворота изменяется во времени, то для повышения точности проведения измерений угловых ускорений и скорости автомобиля были использованы две контрольные точки, в которых устанавливались трехкоординатные датчики ускорений. Схема установки датчиков ускорений приведена на рис. 3.



Рис. 2. Датчик поворота рулевого колеса: 1 – проволочный потенциометр Vishay Spectrol 534-1-1; 2 – колесико; 3 – цифровой мультиметр.

Запись показаний датчика поворота рулевого колеса производилась на видеокамеру параллельно с показаниями спидометра. Синхронизация показаний датчиков ускорений и датчика поворота рулевого колеса осуществлялась по звуковому сигналу начала снятия показаний с датчиков ускорений.

Последующая обработка экспериментальных данных позволила получить зависимость изменения угла поворота управляемых колес автомобиля от радиуса его движения при различных угловых смещениях подвесок. Эти зависимости представлены на рис. 4 – 6.

Полученные зависимости показывают, что смещение точек крепления подвесок к основанию кузова легкового автомобиля, приводящие к угловому смещению подвесок, приводят к изменению угла поворота управляемых колес при прохождении поворота одного и того же радиуса. Если направление смещения подвески и поворота совпадают, то угол поворота колес уменьшается, если противоположны – увеличивается.

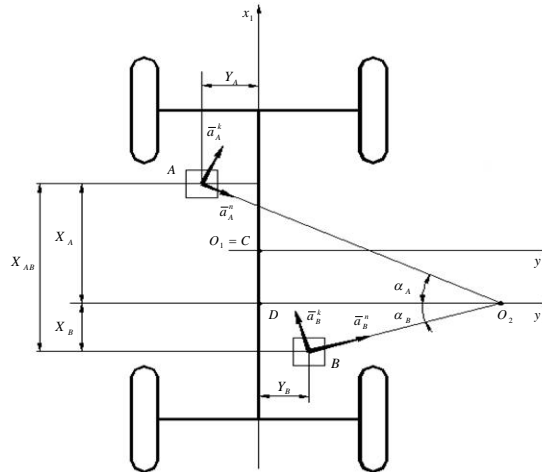


Рис. 3. Схема измерений угловых ускорений при произвольном положении двух датчиков ускорений:  $\bar{a}_A^k$ ,  $\bar{a}_A^n$ ,  $\bar{a}_B^k$ ,  $\bar{a}_B^n$  – компоненты ускорений точек  $A$  и  $B$  (контрольных точек, в которых установлены датчики ускорений);  $X_A$ ,  $X_B$ ,  $Y_A$ ,  $Y_B$  – координаты точек установки датчиков;  $\alpha_A, \alpha_B$  – углы установки датчиков ускорений к мгновенному центру поворота.

Величины расхождений экспериментальных и теоретических данных не превышают 13,46 %, что свидетельствует об адекватности разработанной математической модели. Причиной такого расхождения является боковой увод колес автомобиля, который рассчитывался по математическим зависимостям, а не определялся в ходе эксперимента.

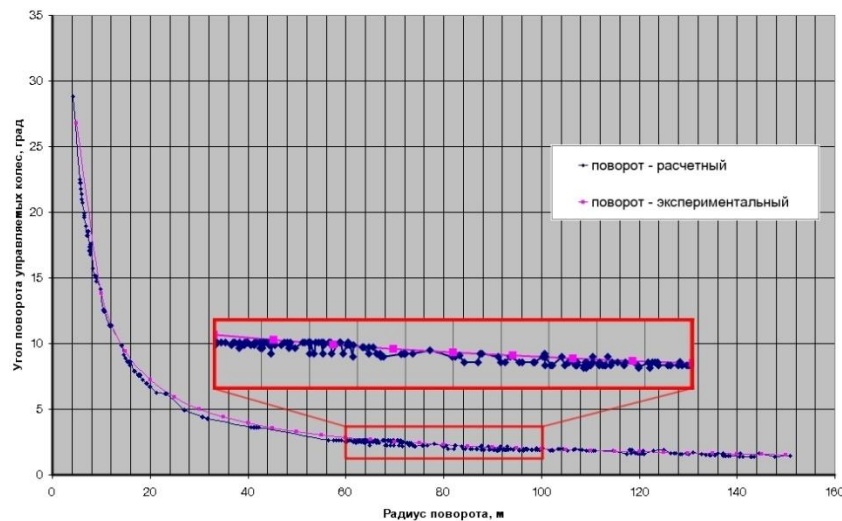


Рис. 4. Зависимость угла поворота управляемых колес от радиуса поворота автомобиля ЗАЗ-1103 «Славута» с пробегом 7 тыс. км.

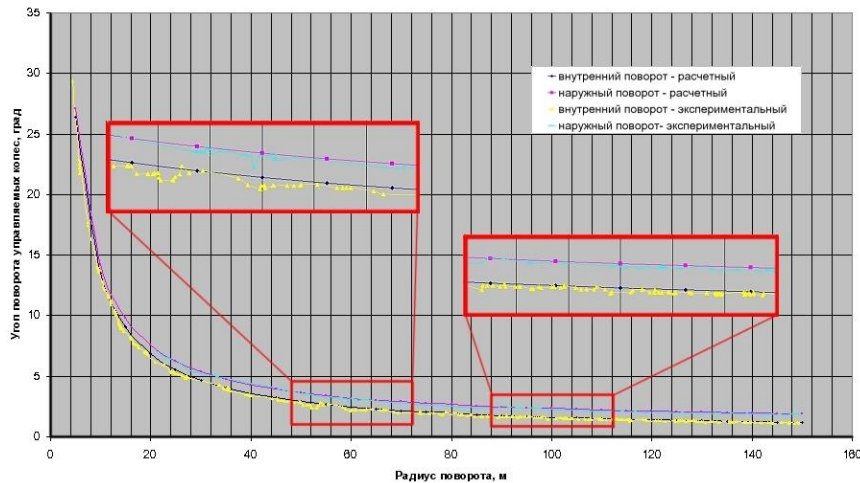


Рис. 5. Зависимость угла поворота управляемых колес от радиуса поворота автомобиля ЗАЗ-1103 «Славута» с пробегом 55 тыс. км и угловым смещением переднего моста, равным  $0,36^{\circ}$ .

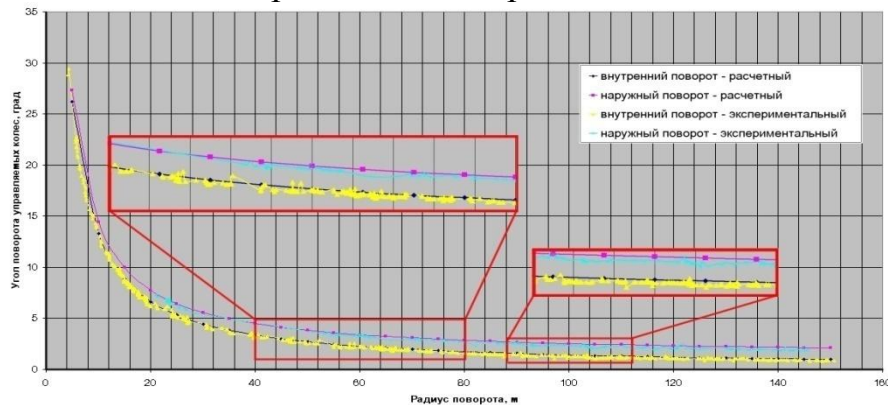


Рис. 6. Зависимость угла поворота управляемых колес от радиуса поворота автомобиля ЗАЗ-110206 «Таврия-Нова» с пробегом 82 тыс. км и угловым смещением переднего моста, равным  $0,56^{\circ}$ .

*Выводы.* В ходе экспериментальных исследований установлено, что смещение точек крепления подвесок к основанию кузова легкового автомобиля относительно их номинального положения приводит к угловому смещению подвесок.

Установлена взаимосвязь подтверждающая влияние изменения геометрических параметров основания несущего кузова на показатели управляемость легкового автомобиля.

#### Литература

1. Мирзоев Г.К. Жесткость каркаса кузова на кручение и ее влияние на управляемость и устойчивость легкового автомобиля. / Г.К. Мирзоев, В.Н. Лата, А.В. Ермолин, А.В. Сергеев. //Автомобильная промышленность. — 2001. — №4. — С. 25–28.
2. Юрченко А.Н. Исследования влияния угловых и линейных смещений мостов автомобиля на устойчивость его движения:

Автореф. дис... канд. техн. наук: 05.441 / Харьк. автом. дорожн. ин-т. – Харьков, 1972. – 28 с.

3. *Торяник С.А.* Методика оценки влияния изменения геометрических параметров основания несущего кузова на управляемость транспортной машины / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2009. – Випуск 89. – С. 221–228.

4. *Артемов Н.П.* Экспериментальные исследования движения легковых автомобилей в городском режиме // Вісник ХНТУСГ ім. Петра Василенка / Сб. научн. тр. – Харьков. – Вып. 93., Том 1. – 2010. – С. 384 – 389. (Механізація сільськогосподарського виробництва)

5. *Клец Д.* Применение акселерометров в системах пассивной безопасности автомобилей / *Д. Клец, А. Коробко, Я. Ревтов, Д. Безъязычный* // Автомобильный транспорт. Сборник научных трудов. – 2009. – Вып. 24 – С. 41-44.

### **ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ПІДТВЕРДЖЕННЯ ВПЛИВУ НЕСТАБІЛЬНОСТІ ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ КУЗОВА НА КЕРОВАНІСТЬ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБІЛЯ**

Торяник С.А., Клец Д.М., Коробка А.І., Павленко В.М.,  
Ставицький О.Ю.

**Анотація** - у статті наведені результати експериментальних досліджень впливу зміни геометричних параметрів основи кузова легкового автомобіля на його керованість.

### **EXPERIMENTAL DEMONSTRATION OF THE INFLUENCE OF A CAR BODY GEOMETRICS INSTABILITY ON A CAR STEERABILITY**

S. Toryanik, D. Klets, A. Korobka, V. Pavlenko, A. Stavytskyy

#### ***Summary***

**The article introduces the experimental findings proving the influence of a car body geometrics instability on a car steerability.**