

УДК 629.113

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ КУРСОВОЙ  
УСТОЙЧИВОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ  
EXPERIMENTAL STUDY OF THE STABILITY OF MOTION  
OF THE CAR**

**Макаров В.А.**, доктор технических наук, профессор, доцент кафедры  
«Техническая эксплуатация автомобилей»,  
(Белорусский Национальный технический университет);

**Волохов А.С.**, кандидат технических наук;

**Фисенко К.С.**, кандидат технических наук

(Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования «Ростовский государственный университет путей  
сообщения» (ФГБОУ ВО «РГУПС»))

**Makarov V.**, Doctor of technical Sciences  
(Belarusian National Technical University);

**Volokhov A.**, Candidate of Technical Sciences;

**Fisenko K.**, Candidate of Technical Sciences  
(Rostov State Transport University)

**Аннотация.** *Предлагается использование диагностического прибора для экспериментального определения характеристик движения автомобиля, а также последующего расчета показателей курсовой устойчивости движения транспортного средства. Приведен сравнительный анализ измеренных и расчетных параметров*

**Abstract.** *To the subject of the experimental study on a course firmness of a car movement. The use of a diagnostic device is offered for experimental determination of a car movement characteristics. It also can be used for further calculation of indexes of a course firmness of a vehicle movement. The comparative analysis of measuring and calculating parameters is provided.*

### **Введение**

Предлагается использование диагностического прибора для экспериментального определения характеристик движения автомобиля, а также последующего расчета показателей курсовой устойчивости движения транспортного средства. Приведен сравнительный анализ измеренных и расчетных параметров

Постановка проблемы – легковой автомобиль, динамично движется в транспортному потоке, должен иметь рациональное силовое взаимодействие транспортного средства (ТС) с дорогой, для получения допустимых

значений показателей курсовой устойчивости движения (КУД). Одним из путей обеспечения заданного уровня обозначенной устойчивости является адаптация эластичных колесных движителей с неравномерной и изменяемой жесткостью к автомобилю с конкретными массовыми и геометрическими характеристиками, что обуславливается предыдущими теоретическими расчетами, а также окончательной экспериментальной проверкой КУД.

### Основная часть

Анализ последних работ [1], [2] позволяет сделать выводы о необходимости дальнейшего исследования курсовой устойчивости движения легкового автомобиля со взаимной проверкой теоретических и экспериментальных данных.

Цель исследования – обоснование возможности использования диагностического прибора для измерения параметров КУД автомобиля.

При выполнении исследования решались следующие задачи:

- проведение в дорожных условиях экспериментального измерения параметров, характеризующих КУД автомобиля;
- определение параметров КУД путем расчетов по формулам;
- сравнение результатов экспериментального и расчетного исследований показателей КУД.

В процессе исследования использован метод оценки устойчивости ТС, приведенный в источнике [1]. Для анализа устойчивости движения использована «велосипедная» математическая модель (ММ).

Выполнен вид испытания «круговое движение» с внешним радиусом поворота 25 м (рисунок 1).

Во время испытания выполнен заданный разметкой маневр с постепенным увеличением скорости автомобиля от заезда к заезду. Транспортное средство вводилось в режим установившегося (стационарного) движения и выполнялось измерение ряда значимых параметров, обуславливающих показатели КУД [1].

Из графического анализа ММ (см. рисунок 1), выполненного с учетом масштабного коэффициента, определяются величины отрезков AD и DB:

$$AD = 0,65l; \quad DB = 0,35l,$$

где  $l$  – база автомобиля, характеризуемая отрезком АВ.

Выполнены тригонометрические расчеты. Радиусы точек  $D$ ,  $C$ , и  $B$ , соответственно, равны:

$$R = \left[ R_A^2 - (0,65 \cdot l)^2 \right]^{\frac{1}{2}};$$



Угол увода передней оси определен из двух различных формул

$$\delta_A = \arctg\left(\frac{0,65 \cdot l}{R}\right) - \theta;$$

$$\delta_A' = \theta - \arctg \frac{u + a \cdot \omega}{v}.$$

Определены статистические показатели для измеренных и расчетных значений совокупностей параметров и приведены в таблице 1. Они совпадают с данными работы [2].

Таблица 1 – Статистические показатели

Угол поворота колеса, град.	Наименование параметра		Среднее значение, — $a_y$	Среднее квадратичное отклонение	Коэффициент вариации
10,37	Боковое ускорение, м/с <sup>2</sup>	экспериментальное	4,0798	0,7597	0,1862
		расчетное	3,6755	0,9520	0,2590
	Угловая скорость, рад/с	экспериментальное	0,4043	0,0517	0,1280
		расчетное	0,3892	0,0983	0,2526

После расчета углов увода по формулам 2 и 3 получены следующие значения:  $\delta_C = 1,3863$  град.;  $\delta_B = 1,3852$  град.;  $\delta_A = 5,9938$  град.

Адекватность предварительных результатов также подтверждается формулой Аккермана:

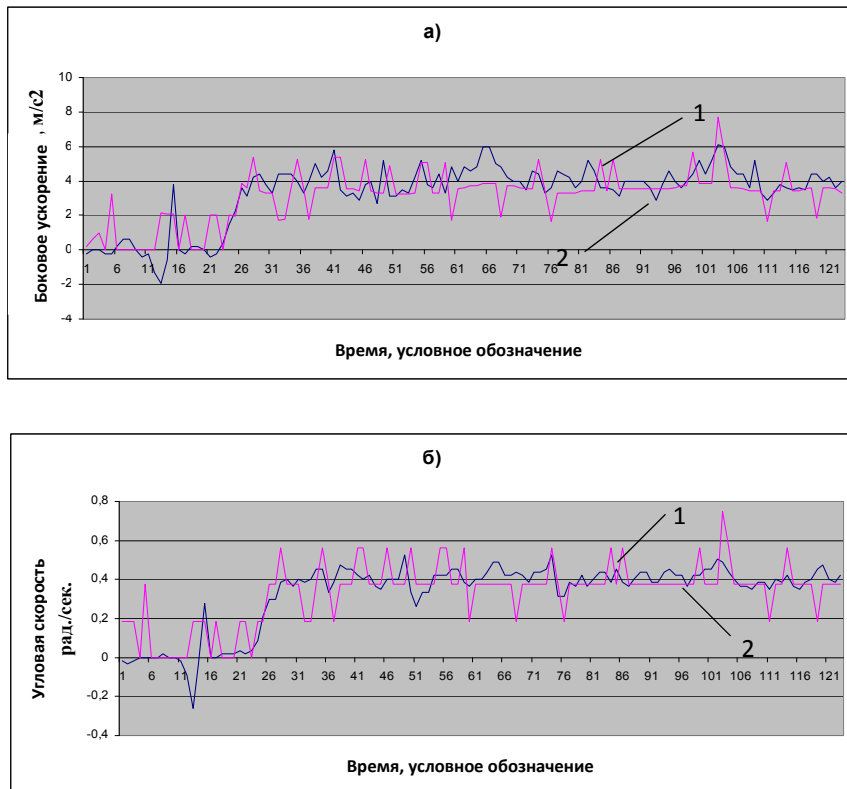
$$\theta + \delta_B - \delta_A = \frac{1}{R}.$$

После подстановки геометрических параметров получено следующее соотношение  $0,1006 \approx 0,1177$ , из которого следует, что разность равняется  $\Delta = 0,0171$ , а относительная погрешность составила 16 %.

На рисунке 2 приведены зависимости бокового ускорения центра масс автомобиля и угловой скорости от времени при перемещении автомобиля по кругу с регламентированным внешним радиусом поворота  $R_{\text{внеш}} = 25$  м.

Исследование показателей КУД выполнено согласно алгоритму, который приведен на рисунке 3 в виде блок-схемы.

В операторе 1 выполняется ввод измеренных значений параметров (ОП) с помощью диагностического прибора Tech – 2.



1 – график, построенный по измеренным данным;  
2 – график, построенный по рассчитанным данным

**Рисунок 2** – Зависимости бокового ускорения центра масс автомобиля (а) и угловой скорости (б) от времени



*Рисунок 3* – Блок-схема алгоритма исследования показателей КУД автомобилей

### Выводы

Показатели курсовой устойчивости движения полученные с помощью диагностического прибора Tech – 2 в условиях перемещения автомобиля по схеме испытаний «круговое движение». Статистические показатели совокупностей измеренных параметров свидетельствуют о небольшом рассеивание значений бокового ускорения и угловой скорости движения, характеризуются максимальным коэффициентом вариации 0,21. Расчетные и измеренные значения параметров идентичны, однако следует выполнить дополнительные мероприятия для обеспечения стационарности движения и использования более информативных измерительных комплексов.

### Литература

1. Вербицкий В.Г. О подходе к определению параметров увода шин при стационарном движении легкового автомобиля по окружности / В.Г. Вербицкий, В.А. Макаров, Р.А. Кулиев // Вестник ДонНАБА. – Вып. 5(67). – Макеевка, 2007. – С. 106–111.

2. До питання експериментального дослідження характеристик курсової стійкості СРР легкового автомобіля під час його руху по колу / В.А. Макаров [і інш.] // Вісник ДААТ. – № 4 – Донецьк, 2008. – С.48–56.

**УДК 629.113.004**

**РАСЧЕТ ВЫБРОСОВ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ПРИ РАБОТЕ КАРЬЕРНЫХ САМОСВАЛОВ**

**CALCULATION OF EMISSIONS OF HARMFUL SUBSTANCES IN THE ENVIRONMENT DURING THE WORK OF DUMP TRUCKS**

*Поклад Л.Н.*, кандидат технических наук, доцент;  
*Иванис П.В.*, старший преподаватель  
(Белорусский национальный технический университет)

*Poklad L.N.*, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor;  
*Ivanis P.V.*, Senior Lecturer  
(Belarusian National Technical University)

**Аннотация.** *Разработана методика расчета выбросов токсичных веществ с отработавшими газами при работе карьерных самосвалов с учетом глубины карьера, периода года эксплуатации, грузоподъемности автомобиля. Представлены результаты расчета для различных условий работы автомобилей.*

**Abstract.** *The method of calculation of blowouts of toxic substances with the fulfilled gases during the work of dump trucks taking into account depth of a pit, the period of year of operation, car loading capacity is developed. Results of calculation for various operating conditions of cars are presented.*

Для грузовых автомобилей работающих в городских и загородных условиях массовый выброс вредных веществ (оксида углерода, углеводорода, двуокси азота, сажи, диоксида серы, бензп(а)-пирена, альдегидов) рассчитывается по выражению:

$$M_i = Q_T Y_{ci} K_{уд} K_{сэ},$$

$M_i$  – массовый выброс  $i$ -го загрязняющего вещества, тонн;

$Q_T$  – суммарный расход топлива при движении за расчетный период, т;

$Y_{ci}$  – удельное содержание  $i$ -го компонента в отработавших газах, т;

$K_{уд}$  – коэффициент, учитывающий изменения выбросов загрязняющих веществ в зависимости от условий движения;

$K_{сэ}$  – коэффициент, учитывающий срок эксплуатации автомобиля.