

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОРМОЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ

В статье описана методика и результаты экспериментальных исследований динамического процесса экстренного торможения автомобиля. Даны рекомендации по использованию методики для проверки эффективности тормозных систем автомобилей.

**Ключевые слова:** автомобиль, торможение, безопасность дорожного движения.

При эксплуатации автомобильного транспорта важнейшее значение имеет обеспечение безопасности дорожного движения. В связи с переходом к рыночной экономике автопарк Монголии резко возрос, и численность автомобилей увеличилась в 2006 году в 2 раза по сравнению с 1997 годом. Быстрый темп роста автомобильного парка нашей страны свидетельствует о необходимости форсирования мер по обеспечению безопасности дорожного движения.

Хотя количество ДТП, связанных с технической неисправностью автомобилей, значительно меньше, чем по другим причинам, они, как правило, сопровождаются более тяжелыми последствиями. По данным статистики, дорожно-транспортные происшествия (ДТП), обусловленные неисправностями тормозной системы автомобиля, составляют 40 – 45 % всех аварий, происходящих по техническим причинам [3].

Снижение эффективности действия тормозной системы характеризуется увеличением длины тормозного пути. Практический интерес представляет методика расчета остановочного пути автомобиля при торможении с постоянным замедлением. Таким условиям наиболее соответствует экстренное торможение с начальных скоростей 30 – 60 км/ч. При расчете остановочного пути в этом случае принимают допущение, что замедление нарастает скачкообразно до  $j_T$  в момент времени  $0.5\tau_H$  [1].

Тормозной путь определяется по формуле, взятой из тормозной диаграммы:

$$S_T = v_0 (\tau_c + 0.5\tau_H) + \frac{v_0^2}{2j_T}, \quad (1)$$

где  $v_0$  – скорость движения автомобиля, м/с;  $\tau_c$  – время запаздывания, с;  $\tau_H$  – время нарастания замедления, с;  $j_T$  – установившееся замедление, м/с<sup>2</sup>.

Экспериментальное исследование торможения автомобиля включало: выбор и подготовку объекта исследования к дорожным испытаниям; планирование эксперимента; изготовление и подготовку измерительного оборудования; проведение дорожных испытаний; обработку и анализ результатов экспериментальных исследований.

Кроме определения длины тормозного пути экспериментальным способом моделируются основные факторы, влияющие на замедление автомобиля. Основными факторами, влияющими на замедление движения автомобиля, являются  $X_1$   $v_a$  – скорость в начале торможения и  $X_2$  – коэффициент сцепления шины с дорогой.

В данной работе планировался эксперимент первого порядка, для чего был реализован план полнофакторного эксперимента [2], состоящий из  $N = 2^2 = 4$  точек эксперимента. Методика проведения экспериментальных исследований предусматривала реализацию данного плана в различных дорожных условиях — сухой асфальтобетон или укатанный снег.

Схема функционирования измерительно-регистрирующего комплекса передвижной лаборатории показана на рис. 1.

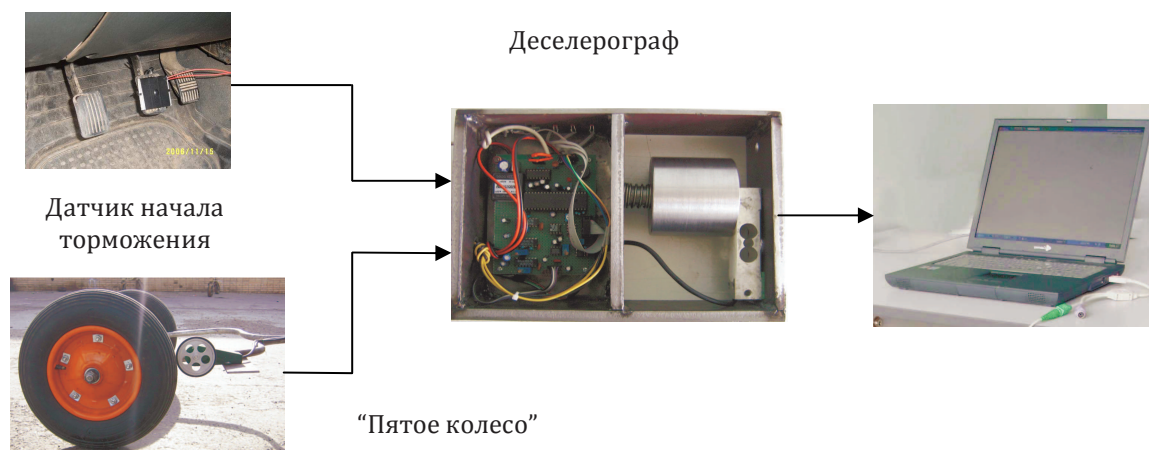


Рис. 1. Схема функционирования измерительно- регистрирующего комплекса передвижной лаборатории

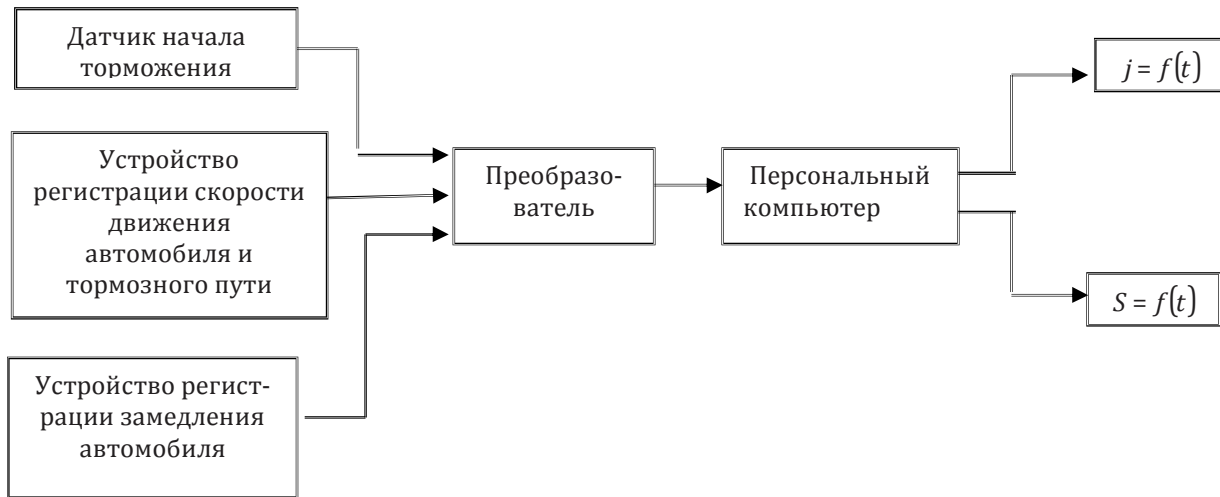


Рис. 2. Блок-схема измерительно-регистрающего оборудования

Данное оборудование предназначено для измерения установившегося замедления ( $j_T$ ), времени запаздывания ( $\tau_C$ ), времени нарастания замедления ( $\tau_H$ ), времени установившегося замедления ( $\tau_T$ ) и тормозного пути ( $S_T$ ).

“Пятое колесо” передает информацию о скорости движения автомобиля. Получая сигнал от датчика в момент нажатия на тормозную педаль, “пятое колесо” начинает измерять длину тормозного пути. Деселерограф регистрирует замедление автомобиля при торможении. Блок-схема измерительного и регистрирующего оборудования представлена на рис. 2. Внешний вид оборудования показан на рис. 3.

Основные параметры измерительного оборудования показаны в табл. 1.

Рассмотрим результаты экспериментального исследования длины тормозного пути автомобиля. Основные показатели процесса торможения

автомобиля, полученные при эксперименте, даны в табл. 2.



Рис. 3. Измерительное оборудование передвижной лаборатории

Статистические показатели процесса торможения, полученные в результате эксперимента, даны в табл. 3.

В табл. 4 даны длины тормозных путей, измеренных «пятым колесом» и определенных с помощью замедления автомобиля.

Таблица 1

Параметры измерительного оборудования

Измеряемый показатель	Средство измерения	Диапазон	Точность	Регистрация показаний
Начальная скорость	Прибор “пятое колесо” собственного изготовления с датчиком инкодер	30 – 50 км/ч	0.2 км/ч	=
Тормозной путь		0 – 97 м	0.01 м	Запоминающее устройство компьютера
Замедление	Деселерограф собственного изготовления с датчиком перегрузок ВС	до 40 кгс	10 г	Запоминающее устройство компьютера

Таблица 2

Матрица эксперимента и показатели

u	Стандартная матрица			Условие работы		Среднее значение			
	Факторы			Действительные значения факторов					
	$X_0$	$X_1$	$X_2$	$X_1$	$X_2$	$\tau_c, c$	$\tau_H, c$	$j_T, m/c^2$	$S_T, m$
1	+	-	-	8.33	0.3	0.090	0.38	2.60	14.9
2	+	+	-	13.88	0.3	0.085	0.35	2.80	40.2
3	+	-	+	8.33	0.7	0.090	0.29	6.65	7.3
4	+	+	+	13.88	0.7	0.095	0.28	6.95	17.9

Таблица 3

Статистические показатели процесса торможения

u	Действительные значения факторов		Средне-квадратическое отклонение		Дисперс		Коэффициент вариации	
	$X_1$	$X_2$	$j_T$	$S_T$	$j_T$	$S_T$	$j_T$	$S_T$
1	8.33	0.3	0.116	0.429	0.013	0.184	4.14	2.88
2	13.88	0.3	0.159	0.584	0.025	0.341	5.88	1.43
3	8.33	0.7	0.103	0.211	0.010	0.044	1.53	2.97
4	13.88	0.7	0.125	0.386	0.015	0.149	1.82	2.09

Таблица 4

Значения длины тормозного пути

u	Действительные значения факторов		Значение длины тормозного пути измеренной «пятым колесом», м	Значение длины тормозного пути, определенное с помощью замедления, м	Отклонение, %
	$X_1$	$X_2$	$S_T$	$S'_T$	$\Delta$
1	8.33	0.3	14.9	15.6	5.2
2	13.88	0.3	40.2	38.0	5.4
3	8.33	0.7	7.3	7.17	1.7
4	13.88	0.7	17.9	17.1	4.3

Отклонение длины тормозного пути, измеренного пятым колесом, от длины тормозного пути, определенного с помощью замедления, составляет 1.7 – 5.4 %. Это показывает, что доверительный уровень экспериментальных данных находится в требуемом интервале.

Выводы. С целью определения остановочного пути автомобиля сконструированы деселерограф для измерения замедления и прибор для измерения тормозного пути с «пятым колесом». Разработана и внедрена в исследовательскую работу МГНУТ методика определения замедления и

тормозного пути автомобиля. Указанное оборудование и приборы также дают возможность, использовать их в проверке технического состояния тормозной системы при дорожном испытании автомобилей.

Литература

1. Гришкевич, А. И. Автомобили: теория / А. И. Гришкевич. – Мн.: Вышэйшая школа, 1986. – 209 с.
2. Грушко, И. М. Основы научных исследований / И. М. Грушко, В. М. Миденко. – Харьков : Вища школа, 1983. – 224 с.