

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ ПО ОЦЕНКЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ НА ТОРМОЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ

Глазунов Дмитрий Владимирович, д.т.н., доцент, КРСУ им. Б.Н.Ельцина, Кыргызстан, 720000, Бишкек, ул. Киевская, 44, тел. 0312 360 260, email: glazunovdv67@mail.ru

Глазунов Владимир Иванович, к.т.н., профессор, КРСУ им. Б.Н.Ельцина, Кыргызстан, 720000, Бишкек, ул. Киевская, 44, тел. 0312 360 260

Аннотация. В статье рассмотрены комплексные характеристики распределения энергетических затрат водителя, при нажатии на педаль тормоза автомобилей с гидравлическим приводом тормозов. Рассмотрена Установка с визуальным отсчетом показаний для снятия статических характеристик тормозного гидропривода и его элементов. Приведены комплексные характеристики по усилию тормозных механизмов различных типов автомобилей. Отражено распределение энергозатрат и величин выбираемых зазоров по участкам характеристики тормозных механизмов для различных автомобилей.

Ключевые слова. Энергозатраты на торможение, тормозная система, гидропривод тормозов, характеристики тормозных механизмов.

Glazunov Dmitry Vladimirovich, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, KRSU. BN Yeltsin, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek, ul. Kyiv, 44, ph. 0312 360 260, email: glazunowdv67@mail.ru

Glazunov Vladimir Ivanovich, Ph.D., professor, KRSU them. BN Yeltsin, Kyrgyzstan, 720000, Bishkek, ul. Kyiv, 44, ph. 0312 360 260

Annotation. The article considers the complex characteristics of the distribution of driver's energy costs, when the brake pedal is depressed by vehicles with hydraulic brake drive. The installation with a visual reading of the readings for removing the static characteristics of the brake hydraulic drive and its components is considered. The complex characteristics of the brake force of various types of cars are given. The distribution of energy consumption and the values of the selected gaps is determined for the parts of the brake characteristics for different vehicles.

Keywords. Energy costs for braking, braking system, hydraulic brakes, characteristics of braking mechanisms.

Для решения задач по оценке энергозатрат на торможение удобно использовать комплексную характеристику, в которой перемещение z поршней колесных цилиндров учитывает приведенную к поршню податливость тормозного механизма и податливость элементов гидравлической цепи, приходящейся на этот тормозной механизм. Указанные характеристики из-за сложности происходящих процессов и большого количества влияющих на них факторов можно определить экспериментально. Такие характеристики (см. рис.2) были определены экспериментально для ряда автомобилей российского производства (ГАЗ-24, М-2140, ВАЗ-2106) /1/ с помощью специального приспособления (рис.1).

Замеры производились следующим образом: перед подключением в тормозную систему автомобиля тарировалось приспособление. В цилиндре 1 создавалось давление, при определенных значениях которого фиксировалось перемещение поршня 2. Показания снимались три раза, после чего определялось среднее арифметическое значение соответствующих тарировочных замеров.

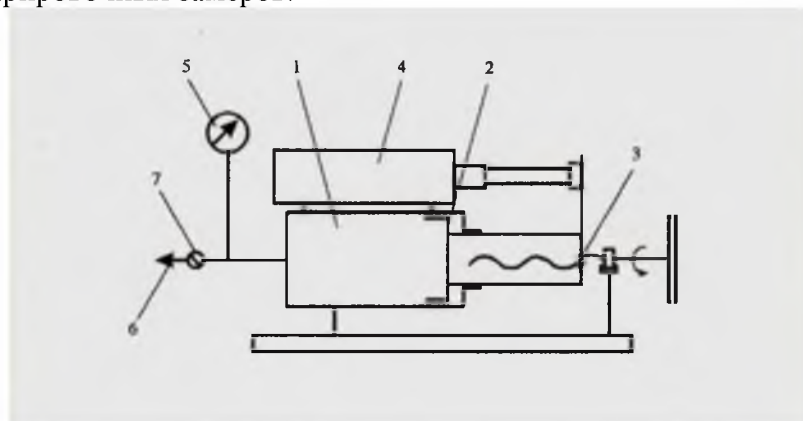


Рис. 1. Установка с визуальным отсчетом показаний для снятия статических характеристик тормозного гидропривода и его элементов:

1 – силовой цилиндр с поршнем, 2 – поршень, 3 – винтовая пара, 4 – индикатор ИЧ-50 (с ценой деления 0,01мм и диапазоном измерения 0 – 50 мм), 5 – образцовый манометр (с ценой деления 1, 25 кгс/см²), 6 – гибкий трубопровод (шланг), 7 – кран.

В таблице 1 приведены результаты выходных характеристик колесных тормозных цилиндров автомобилей, а на рис. 2 характеристики изображены графически.

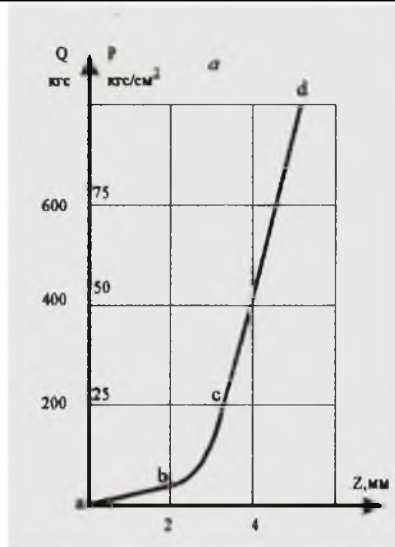


Рис. 2. а. Комплексные характеристики по усилию тормозных механизмов различных типов автомобилей: задние тормозные механизмы ГАЗ -3110

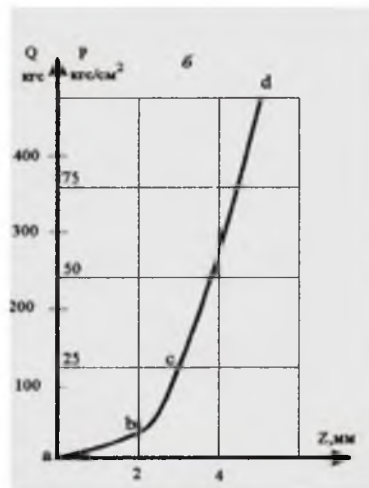


Рис. 2. б. Комплексные характеристики по усилию тормозных механизмов различных типов автомобилей: задние тормозные механизмы М – 2141

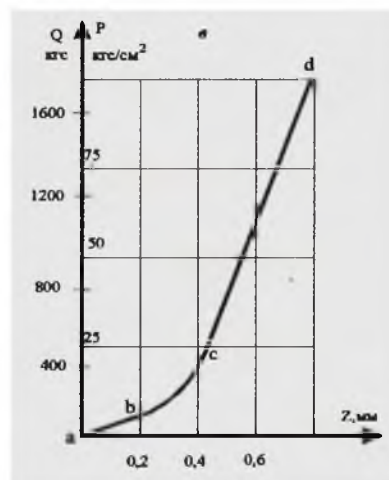


Рис. 2. в. Комплексные характеристики по усилию тормозных механизмов различных типов автомобилей: передние тормозные механизмы (дисковые) ВАЗ - 2110

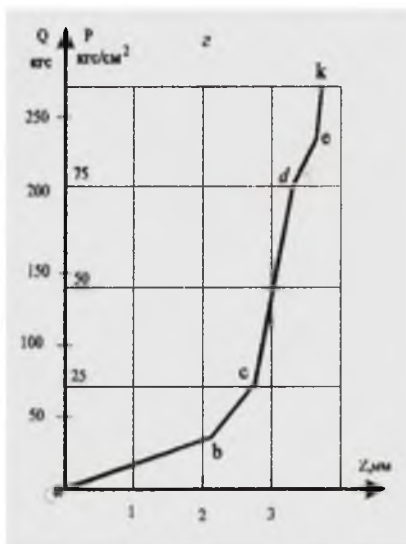


Рис. 2. г. Комплексные характеристики по усилию тормозных механизмов различных типов автомобилей: задние тормозные механизмы (барабанные) ВАЗ – 2110.

Таблица 1

Выходные характеристики колесных тормозных цилиндров

Давление жидкости в системе, кгс/см ²	Перемещение поршня колесного цилиндра, мм			
	ГАЗ -3110 БП	М – 2141 БП	ВАЗ – 2110 ДП	ВАЗ – 2110 БП
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
2,5	1,08	1,01	0,10	0,42
5,0	2,00	2,08	0,25	0,93
7,5	2,55	2,32	0,31	1,55
10,0	2,72	2,45	0,34	2,34
12,5	2,84	2,63	0,36	2,40
15,0	2,99	2,77	0,38	2,48
25,0	2,33	3,12	0,44	2,98
50,0	3,98	3,78	0,56	3,19
75,0	4,70	4,47	0,68	3,33
100	5,15	4,91	0,80	3,50

Обозначения БП и ДП – указывают на состояние тормозных механизмов, соответственно – барабанные приработавшиеся и дисковые приработавшиеся.

Полученные характеристики аппроксимировались:

- для барабанных тормозных механизмов автомобилей ГАЗ - 3110, М – 2141 и и дисковых тормозных механизмов автомобилей ВАЗ – 2110 (рис. 2, а,б,в) линейно-параболической функцией с тремя участками – линейным аб, параболическим bc, и линейным cd. Математически она описывается уравнениями:

$$\begin{aligned}
 Q(z) &= c_1 z && \text{при } 0 < z \leq z_1 \\
 Q(z) &= c_1 z_1 + c_2 (z - z_1)^2 && \text{при } z_1 < z \leq z_2 \\
 Q(z) &= c_1 z_1 + c_2 (z_2 - z_1) + c_3 (z - z_2) && \text{при } z_2 < z \leq z_{max}
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

- для барабанных тормозных механизмов автомобиля ВАЗ – 2110, (рис. 6.2, г)

кусочно – линейной функцией с тремя линейными участками, описываемую уравнением:

$$\begin{aligned} Q(z) &= c_1 z && \text{при } 0 < z \leq z_1 \\ Q(z) &= c_1 z_1 + c_2 (z - z_1) && \text{при } z_1 < z \leq z_2 \\ Q(z) &= c_1 z_1 + c_2 (z_2 - z_1) + c_3 (z - z_2) && \text{при } z_2 < z \leq z_{max} \end{aligned} \quad (2)$$

где $Q(z)$ – усилие, приложенное к поршням рабочего тормозного цилиндра (РТЦ), z_i – перемещение поршней на соответствующих участках, c_i – жесткость этих участков.

Таким образом, в отличие от предыдущих, второй участок для барабанных тормозных механизмов ВАЗ практически линейный (рис. 2. участок bc). Это по видимому обусловлено предварительно напряженной конструкцией тормозных барабанов автомобилей ВАЗ. Точка d – точка срабатывания регулятора давления, участок de – ход поршня регулятора давления, участок ek – характеристика участка привода после срабатывания регулятора давления.

Сопоставление приведенных к ходу поршня главного тормозного цилиндра перемещение поршней дискового тормоза (рис. 2 $в$) и перемещение поршней барабанного тормоза (рис. 2. $г$) показывает, что дисковые тормозные механизмы по сравнению с барабанными, обладают повышенной податливостью. Так же из полученных характеристик видно, что для всех приработавшихся тормозных механизмов параболический участок по (Q) начинается при 5 кгс/см^2 и заканчивается при 25 кгс/см^2 , а для барабанных тормозов автомобилей ВАЗ второй участок начинается при $10,5 \text{ кгс/см}^2$ и заканчивается при $20 \dots 23,5 \text{ кгс/см}^2$ и по z он в $2 \dots 2,5$ раза меньше чем у остальных.

Значение параметров z_i и c_i , полученных на основании экспериментальных зависимостей $Q(z)$ для различных тормозных механизмов автомобилей с гидроприводом, приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметры экспериментальных зависимостей для различных гидроприводов

Марка автомобиля, тип и состояние тормозных механизмов	C_1 , кг/мм	C_2 , кг/мм	C_3 , кг/мм	Z_1 , мм	Z_2 , мм	Z_{max} , мм
ГАЗ -3110, БП	17,5	77,0	320,0	2,0	3,3	5,3
М – 2141, БП	10,6	76,0	202,0	2,0	3,2	5,0
ВАЗ – 2110, ДП	317,0	108,5	378,0	0,25	0,41	0,80
ВАЗ – 2110, БП	12,3	81,5	280,0	2,3	2,75	3,5

Энергозатраты водителя на торможение (без учета усилителя) определяются по формуле:

$$A = \int_{z_i}^{z_{i+1}} Q(z) dz \quad (3)$$

Где z_i и z_{i+1} – начало и конец i – го участка характеристики $Q(z)$.

Интегрируя на каждом участке зависимости $Q(z)$, найдем энергозатраты на торможение. В таблице 3 приведены рассчитанные с использованием зависимостей (1) - (3) значение энергозатрат по участкам A_i общих энергозатрат на торможение A с учетом количества тормозных механизмов, а также их относительные величины ΔA_i в процентах. Здесь же приведены относительные длины в процентах участков.

Из приведенных результатов расчета видно, что на первый и второй участки характеристики $Q(z)$ приходится около 70% перемещения педали и менее 20% энергозатрат, а на третий участок - около 30% хода педали и свыше 80% энергозатрат (рис. 3). Для

легковых автомобилей энергозатраты на торможение составляют от 2,0 до 3,7 кг/м². Сравнение этих энергозатрат с допустимыми (рис. 4) показывает, что по энергозатратам гидравлические тормозные приводы легковых автомобилей удовлетворяют требованиям стандартов на первом и втором участках, а на третьем участке в несколько раз превосходят допустимые.

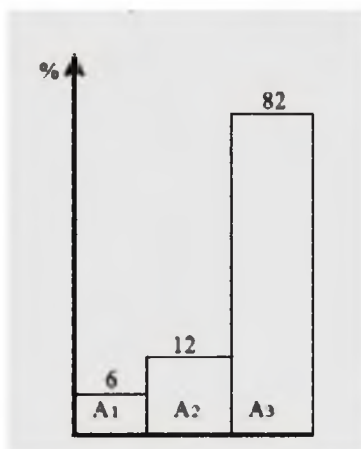


Рис. 3.а. Распределение энергозатрат и величин выбираемых зазоров по участкам выходной характеристики КТЦ

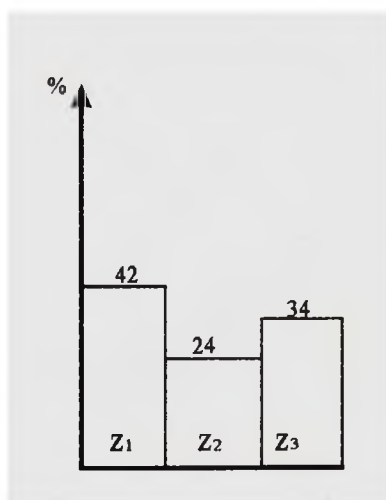


Рис. 3.б. Распределение энергозатрат и величин выбираемых зазоров по участкам выходной характеристики КТЦ

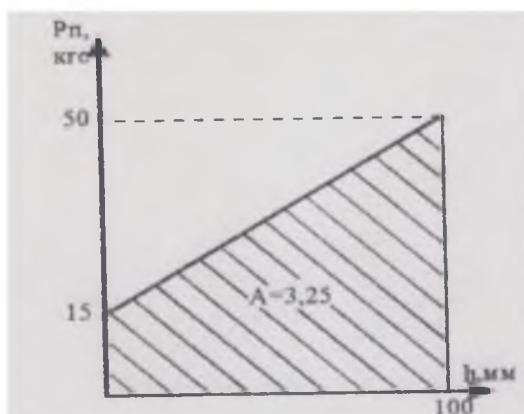


Рис. 4. Энергозатраты водителя на торможение для легковых автомобилей согласно ОСТ – 400 – 500 – 95

Распределение энергозатрат и величин выбираемых зазоров по участкам характеристики тормозных механизмов для различных автомобилей

Параметры	ГАЗ -3110	М – 2141	ВАЗ – 2110		
			дисковые	барабанные	общее
A, Н/м	3,40	2,60	0,93	0,47	1,40
A ₁ , кг/м	0,16	0,10	0,02	0,06	0,08
δ_{A1} , %	5	4	2	13	6
A ₂ , кг/м	0,44	0,30	0,11	0,04	0,18
δ_{A2} , %	13	11	12	9	13
A ₃ , кг/м	2,80	2,20	0,80	0,37	1,14
δ_{A3} , %	82	85	86	78	81
Δ_{z1} , %	38	40	31	65	45
Δ_{z2} , %	25	24	20	13	17
Δ_{z3} , %	37	36	49	22	38

Это указывает на то, что при экстренном торможении водителю необходимо использовать большее усилие, при нажатии на педаль тормоза.

Выводы: По результатам вышеизложенного можно утверждать, что при экстренном торможении водителю необходимо использовать большее усилие, при нажатии на педаль тормоза. Этот процесс в динамике изучен не в полном объеме, и имеет предпосылки для более подробного рассмотрения.

Список литературы

1. Глазунов, Д. В. Разработка высокоэффективной автоматической системы тормозных устройств автомобиля. Монография [Текст] / Д. В. Глазунов // Бишкек: Издательство Кыргызско-Российского Славянского университета им. Б. Н. Ельцина, 2013. – 100 с.
2. Глазунов, Д. В. Применение современных технологий в тормозных системах автомобиля и перспективы использования электромеханических систем [Текст] / Д. В. Глазунов // Алматы: Поиск, Научный журнал-приложение международного журнала «Высшая школа Казахстана», № 2 (2), 2013. – С. 34–39.