

УДК 629.113-592

Оценка функциональной стабильности тормозных свойств автомобилей

М.А. Подригало, Ю.В.Тарасов

*Харьковский национальный автомобильно – дорожный университет
(г. Харьков, Украина)*

Стабильность величин моментов, создаваемых тормозными механизмами оказывает влияние не только на величину тормозного пути, но и на устойчивость колёсной машины. Неравномерность тормозных моментов на колёсах различных бортов приводит к появлению дополнительного момента, разворачивающего машину в плоскости дороги. Выполнение наиболее жёстких требований международных и национальных стандартов по эффективности торможения автотранспортных средств неразрывно связано с необходимостью повышения энергоёмкости тормозных механизмов. Чрезмерный нагрев тормозных механизмов приводит к уменьшению коэффициента трения μ фрикционных поверхностей и повышенному износу фрикционных накладок. Следует отметить, что не все применяемые в автотранспортных средствах типы тормозных механизмов могут обеспечить равномерное распределение генерируемого тепла по поверхностям трения. В дисковом тормозе есть возможность согласования изношенных характеристик фрикционных материалов, закона распределения контактных давлений со скоростью скольжения и формой фрикционных накладок, что даёт возможность получить более равномерное распределение температуры по поверхностям трения. Нестабильность распределения тормозных сил между бортами или колёсами одной оси, как уже отмечалось выше, приводит к появлению поворачивающего момента и заносу машины. Нестабильность распределения тормозных сил между осями может привести к опасности опережающего блокирования задних колёс, что, в конечном счёте, также приводит к заносу машины. Нестабильность характеристик регулятора тормозных сил может привести к появлению опережающего блокирования задних колёс при экстренном торможении колёсной машины и заносу автомобиля. Причиной появления дорожно-транспортных происшествий с участием автотранспортных средств является нестабильность их тормозных свойств. В настоящей статье предложены показатели и критерии функциональной стабильности тормозных свойств автотранспортных средств, позволяющих прогнозировать их ухудшение в процессе эксплуатации. В качестве примера приведена оценка функциональной стабильности тормозных свойств автомобилей категории М1.

Ключевые слова: функциональная стабильность, тормозная система, испытание автомобилей, надёжность системы, стандарт.

Введение. Нестабильность показателей тормозных свойств автомобилей оказывает существенное влияние на безопасность движения. Для оценки функциональной стабильности тормозных свойств автотранспортных средств (АТС) необходимо регламентировать не только нормативные показатели эффективности торможения новых машин и машин, находящихся в эксплуатации, но и скорость их изменения в функциях пробега.

В настоящей статье предложены показатели и критерии функциональной стабильности тормозных свойств АТС на основе ранее проведенных исследований и существующих нормативных требований. В качестве примера приведена оценка функциональной стабильности тормозных свойств автомобилей категории М1.

Анализ последних достижений и публикаций. Высокая эффективность и стабильность

процесса торможения АТС имеет большое значение для обеспечения безопасности движения. Требования общества к ужесточению показателей эффективности торможения (установившегося замедления) постоянно возрастают. Законодатели указанные требования отслеживают и периодически изменяют нормативы. Кибернетический подход к развитию требований по эффективности торможения АТС позволил автору работы [1] предложить закон, позволяющий оценить изменение во времени требований общества к минимально допустимому установившемуся замедлению

$$[j_{ycm}] = j[1 - \exp(-B\lambda)]_{\max}, \quad (1)$$

где $[j_{ycm}]$ – максимально возможное замедление, обусловленное сцепными свойствами АТС,

$$j_{\max} = \phi_{\max}g; \quad (2)$$

ϕ_{max} – максимальный коэффициент сцепления колес с дорогой, определяемый по условиям проведения испытаний на сухом асфальтобетоне [2, 3] $\phi_{max} = 0,8$; g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$; B – коэффициент, зависящий от категории транспортного средства и типа тормозных испытаний; λ – относительное время,

$$\lambda = \frac{\Gamma_1 - \Gamma_2}{\Gamma_3 - \Gamma_2} \quad (3)$$

Γ_1 – год, для которого рассматривается требуемое установившееся замедление; Γ_2 – год, от которого условно ведется отсчет времени, принято $\Gamma_2 = 1900$; Γ_3 – год, от которого автором работы [1] был проведен ретроспективный анализ, $\Gamma_3 = 2000$.

Для испытаний «Тип 0» в работе [4] определены значения коэффициента B для различных категорий АТС, которые приведены в таблице 1.

Следует отметить, что условия проведения тормозных испытаний новых АТС [5] предполагают полную загрузку машины (АТС при полной массе), в то время, когда тормозные испытания для АТС, находящихся в эксплуатации, регламентируют показатели как при полной массе, так и в снаряженном состоянии [5].

Таблица 1. Значения коэффициента B

Категория АТС	M ₁	M ₂	M ₃	N ₁	N ₂	N ₃
B	2,622	1,823	1,823	1,501	1,501	1,501

В табл. 2 приведены значения коэффициента $B = B_0$ для различных категорий АТС, находящихся в эксплуатации [4]

Таблица 2. Значения коэффициента B

Категория АТС	B_0	
	Полная загрузка	Снаряженное АТС
M ₁	1,428	1,802
M ₂	1,231	1,418
M ₃	1,182	1,149
N ₁	0,929	1,237
N ₂	0,844	1,217
N ₃	0,844	1,326

Сравнивая коэффициенты B и B_0 можно сделать вывод о том, что требования к эффективности торможения АТС, находящихся в эксплуатации, нарастают с меньшей интенсивностью, чем требования к новым машинам, вступающим в

эксплуатацию. Это подтверждает график, представленный на рис. 1.

Стандарты, регламентирующие требования к тормозным свойствам АТС на этапе выпуска с конвейера фирмы – производителя определяют технический уровень изделия [6]. Технический уровень изделия определяют также и показатели надежности, значения которых обязательно указываются в технических условиях (ТУ) на каждую модель автомобиля при подготовке последней к выпуску.

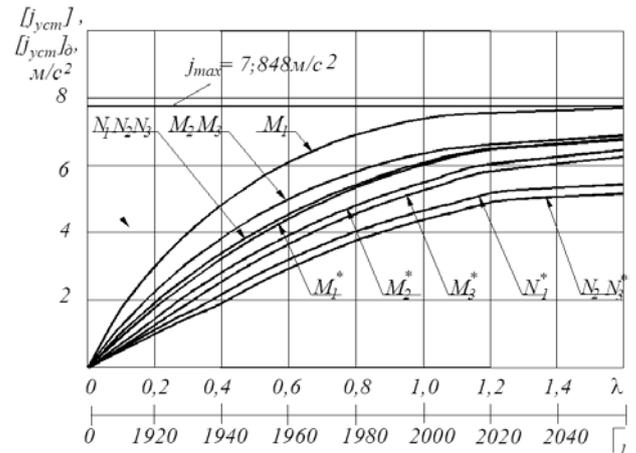


Рис. 1. Изменение требований общества к эффективности торможения АТС при испытаниях «Тип 0»: – для новых машин; * для машин находящихся в эксплуатации [1, 4].

Стандарты на тормозные свойства АТС, находящихся в эксплуатации [7, 8], фактически определяют границу параметрического отказа. Указанные в них нормативы являются критериями надежности автомобилей по показателям тормозных свойств. При достижении границы параметрического отказа не допускается дальнейшая эксплуатация АТС.

Международные стандарты ЕЭК ООН [3, 9] при оценке тормозных свойств АТС регламентируют одни и те же предельные показатели (нормативы или критерии оценки) как для новых машин, так и для автомобилей, находящихся в эксплуатации.

На наш взгляд, это некорректно, т.к. при оценке качества АТС и их надежности в отношении торможения исключается такой важный показатель, как функциональная стабильность.

Цель и постановка задач исследования. Целью исследования является повышение технического уровня автотранспортных средств и безопасности движения путем обеспечения функциональной стабильности тормозных свойств за счет разработки методов построения нормативной базы ее оценивания.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- определить понятие функциональной стабильности тормозных свойств АТС;
- разработать метод оценки функциональной стабильности тормозных свойств АТС;
- провести оценку функциональной стабильности тормозных свойств на примере АТС категории М1.

Определение понятия функциональной стабильности тормозных свойств АТС. Под стабильностью понимается устойчивость, прочность, насыщенность, длительное сохранение определенного состояния или уровня [10]. Никакой материальный комплекс не может быть абсолютно надежен, но главным условием адекватности функционирования технического изделия (системы) является стабильность [11]. Стабильность материального комплекса достигается в случае, когда изменения последнего, которые в критических условиях привели бы к невозможности эффективного функционирования, позволяют осуществить желаемое действие [11]. Стабильность в широком смысле слова – это состояние равновесия, соответствующее критериям функционирования объекта [11].

Если надежность характеризует переход объекта из работоспособного состояния в неработоспособное, то функциональная стабильность обеспечивает требуемый уровень выходных характеристик объекта в работоспособном состоянии. По аналогии с определением понятия надежности, приведенным в работе [12], можно дать следующее определение функциональной стабильности объекта: «Функциональная стабильность – это свойство объекта сохранять постоянным во времени все параметры, обеспечивающие выполнение требуемых функций в заданных условиях эксплуатации». Объектом рассмотрения в теории надежности является отказ, а в теории функциональной стабильности – скорость изменения во времени параметров, определяющих состояние объекта. Поэтому для оценки функциональной стабильности технических систем удобно пользоваться методом теории чувствительности.

Показатели тормозных свойств новых АТС должны иметь запас на функциональную нестабильность. Этот запас должен быть «израсходован» в процессе эксплуатации при выполнении ресурсного пробега автомобиля. Поэтому, как уже отмечалось, объектом рассмотрения должна являться скорость изменения показателей эффективности торможения (тормозного пути или S_T установившегося замедления j_{ycm}) от времени или пробега. Состояние объекта в зависи-

мости от результатов оценки функциональной стабильности тормозных свойств может быть либо стабильное, либо нестабильное.

Метод оценки функциональной стабильности тормозных свойств АТС. Рассмотрим функциональную стабильность тормозных свойств автомобилей с использованием в качестве критерия установившееся замедление j_{ycm} . Нет смысла использовать тормозной путь S_T , который зависит как от установившегося замедления j_{ycm} , начальной скорости торможения V_0 , так и от времени t_{cp} срабатывания тормозной системы. Стабильность показателя t_{cp} требует отдельного исследования.

На этапе предварительного проектирования АТС необходимо учитывать изменение требований общества к минимально допустимому установившемуся замедлению машины.

При этом необходимо задаваться следующими параметрами, определяющими функциональную стабильность тормозных свойств проектируемого АТС: L_K – пробег автомобиля до капитального ремонта, либо до снятия с эксплуатации, тыс. км; C_{cl} – срок службы автомобиля, лет; Γ_H – год начала серийного выпуска автомобиля; \bar{L}_r – среднегодовой пробег автомобиля, тис. км/год:

$$\bar{L}_r = \frac{L_K}{C_{cl}} \quad (4)$$

Средняя за срок службы автомобиля скорость падения установившегося замедления АТС, определяемая потребляемой обществом может быть определена с помощью уравнения [1]:

$$\left(\frac{dj_{ycm}}{dL_{\Gamma}} \right) = \frac{[j_{ycm}] - [j_{ycm}]_{\delta}}{L_K} = \frac{j_{max}}{L_K \{ [1 - \exp(-B\lambda_H)] - [1 - \exp(-B\lambda_K)] \}} \quad (5)$$

где $[j_{ycm}]_{\delta}$ – требования общества к минимально допустимому замедлению АТС по условиям возможности дальнейшей эксплуатации,

$$[j_{ycm}]_{\delta} = j [1 - \exp(-B_{\delta}\lambda_K)]_{max} \quad (6)$$

λ_H – относительное время, соответствующее началу серийного производства АТС,

$$\lambda_H = \frac{\Gamma_H - \Gamma_2}{\Gamma_3 - \Gamma_2} = \frac{\Gamma_H - 1900}{100} \quad (7)$$

λ_K – относительное время, соответствующее завершению эксплуатации объекта, выпущенного при $\lambda = \lambda_H$,

$$\lambda_K = \frac{\Gamma_K - \Gamma_2}{\Gamma_3 - \Gamma_2} = \frac{\Gamma_H + C_{cl} - \Gamma_2}{\Gamma_3 - \Gamma_2} \quad (8)$$

$$= \frac{\Gamma_H + C_{cl} - 1900}{100}$$

Уравнение (5) с учетом соотношений (2), (7) и (8) примет вид

$$\left(\frac{\bar{\delta}j_{ycm}}{dL_{\Gamma}}\right) = \frac{\phi_{max}}{L_K \exp(-B\lambda_H)} \times \left\{ \exp\left(-B\delta \frac{C_{cl}}{100}\right) \cdot \exp[-\lambda_H(B - B\delta)] - 1 \right\} \quad (8)$$

Относительное изменение требуемого установившегося замедления автомобиля за один срок службы

$$\delta j_{ycm} = \frac{[j_{ycm}] - [j_{ycm}]_{\delta}}{[j_{ycm}]} = 1 - \frac{[j_{ycm}]_{\delta}}{[j_{ycm}]} \quad (9)$$

После подстановки уравнений (1) и (6) в соотношение (9) получим

$$\delta j_{ycm} = \frac{\exp\left[-B\left(\lambda_H + \frac{C_{cl}}{100}\right)\right] - \exp(-B\lambda_H)}{1 - \exp(-B\lambda_H)} \quad (10)$$

Следует отметить, что при подстановке параметров λ_H и λ_K в выражение (8) и (10) мы предполагали непродолжительный срок производства конкретной модели АТС. В этом случае длительность выпуска $D_{вып}$ (в годах) можно пренебречь. При значительных величинах $D_{вып}$ величина λ_H должна соответствовать относительному времени выпуска первой машины данной модели, а λ_K – снятия с эксплуатации последней модели. В этом случае вместо C_{cl} в уравнениях (8) и (10) нужно принимать

$$C'_{cl} = C_{cl} + D_{вып} \quad (11)$$

На рис. 2 приведены графики зависимости $\delta j_{ycm}(\lambda_H)$ для различной категории АТС при $C_{cl} = 9$ лет.

Анализ графиков, приведенных на рис. 2 показывает, что с увеличением года начала выпуска АТС, характеризующего показателем λ_H , для категории N происходит увеличение требуемого запаса по установившемуся замедлению δj_{ycm} . Для категории M1 наоборот происходит уменьшение δj_{ycm} . Для категории M2 и M3 в интервале λ_H , равный [1,0; 1,5], вначале происходит незначительное увеличение δj_{ycm} , а затем настолько же незначительное снижение указанного показателя. При $\lambda_H=1,0$ и $\lambda_H=1,5$ значение δj_{ycm} примерно одинаково. Максимум функции $\delta j_{ycm}(\lambda_H)$ для АТС категорий M2 и M3 реализуется при $\lambda_H \approx 1,2$ (в 2020 году).

В табл. 3 приведен расчет показателя δj_{ycm} для различных категорий АТС на основании стандартов [7, 9], регламентирующих мини-

мально допустимое значение δj_{ycm} при испытаниях Тип 0 с отсоединенным двигателем и полной массой машины.

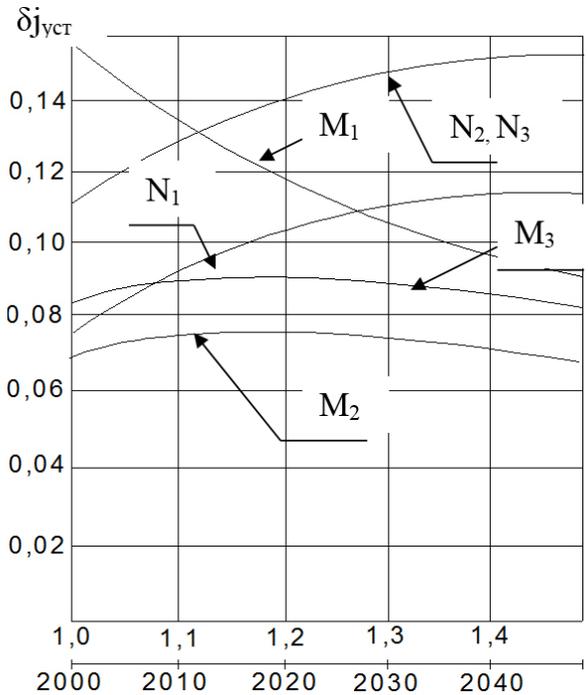


Рис. 2. Требуемый запас по установившемуся замедлению для вновь проектируемых АТС различных категорий

Анализ результатов расчета, представленных в таблице 3 показывает, что запас на функциональную нестабильность тормозных свойств автомобилей категории M1; N2 и N3 находится в пределах от 10% до 14%. Для автомобилей категории M2; M3 и N1 указанный запас не предусмотрен.

Таблица 3. Допустимое относительное снижение установившегося замедления автомобиля при испытаниях Тип 0 с отключенным двигателем и полной массой машины

Состояние АТС	Категория АТС					
	M1	M2	M3	N1	N2	N3
Новое АТС $[\delta j_{ycm}]^H, \text{ м/с}^2 *$	5,8	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Снимаемые с эксплуатации АТС $[\delta j_{ycm}]^Э, \text{ м/с}^2 *$	5,0	5,0	5,0	5,0	4,5	4,3
$\delta j_{ycm}^H *$	0,138	0	0	0	0,10	0,14

*) нормативные значения минимально допустимого ускорения машин и его снижение в процессе эксплуатации.

Очевидно, что требуется пересмотр нормативных показателей эффективности торможения для указанных категорий АТС.

Оценка функциональной стабильности тормозных свойств АТС категории М₁. В работе [4] проведена обработка результатов экспериментальных исследований изменения эффективности торможения легковых автомобилей (АТС категории М₁) в зависимости от их пробега, проведенных проф. Говорущенко Н.Я. и доц. Рабиновичем Э.Х. (ХАДИ) в 1978 году.

Получена эмпирическая зависимость для определения математического ожидания величины установившегося замедления

$$j_{ycm} = m'_j = [j_{ycm}]_A \exp(-K_L \cdot L_{\Gamma}), \quad (12)$$

где $[j_{ycm}]_A$ – требуемое обществом значение установившегося замедления для новых автомобилей выпуска 1978 года (год начала проведения экспериментальных исследований) $[j_{ycm}]_A = 6,671$ м/с²; K_L – коэффициент корреляции, принятым равным $0,089 \cdot 10^{-3}$ 1/тыс.км.

В таблице 4 приведены результаты экспериментального определения m_j по аппроксимирующей зависимости (12).

Относительное уменьшение установившегося замедления автомобилей категории М₁ (см. табл. 4)

$$j_{ycm} = \frac{6,671 - 6,466}{6,671} = 0,03. \quad (13)$$

Средняя скорость уменьшения установившегося замедления при пробеге $L_{\Gamma} = 350$ тыс.км ((м/с²)/тыс.км.)

$$\left(\frac{\bar{d}j_{ycm}}{dL_{\Gamma}}\right) = \frac{6,671 - 6,466}{350} = 0,585 \cdot 10^{-3}. \quad (14)$$

Таблица 4. Параметры m_j и m'_j полученные по результатам исследований проф. Говорущенко Н.Я. и доц. Рабиновича Э.Х. [4]

L_{Γ} , тыс.км	0	50	100	150	200	250	300	350
m_j , м/с ²	6,592	6,526	6,526	6,460	6,466	6,466	6,466	6,466
m'_j , м/с ²	6,671	6,641	6,611	6,582	6,553	6,524	6,495	6,466
Погрешн. Аппроксимации δm_j , %	-1,2	-1,7	-1,3	-1,8	-1,3	-0,9	-0,4	0

Выводы

1. Для оценки показателей тормозных свойств АТС вступающих в эксплуатацию и АТС, находящихся в эксплуатации должны использоваться различные нормативы. Для новых автомобилей необходимо создать запас на нестабильность установившегося замедления, постепенно расходуемый в процессе эксплуатации ввиду ухудшения технического состояния.

2. Определение понятия функциональной стабильности тормозных свойств АТС позволило предложить метод ее оценки. Предложены показатели средней за срок службы автомобиля скорости падения установившегося замедления и относительного падения установившегося замедления за этот же срок могут использоваться для нормирования стабильности тормозных свойств АТС.

3. Проведенная оценка минимально допустимых средних установившихся замедлений, регламентируемых государственными стандартами Украины, с использованием предложенных показателей позволила определить, что АТС категорий М₁; М₂ и М₃ должны иметь запас по нормативным замедлениям, находящихся в пределах от 10% до 14 %. Для автомобилей М₂; М₃ и М₁ необходимо либо повысить уровень нормативных значений для новых машин, либо понизить указанный уровень для АТС, находящихся в эксплуатации.

Литература

1. Волков В.П. Кибернетический подход к формированию тормозных свойств автотранспортных средств / В.П. Волков // Механика и машиностроение. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2001. – №1,2. – С84-88.

2. Булгаков Н.А. Исследование динамики торможения автомобиля / Н.А. Булгаков, А.Б. Гредескул, С.И. Ломака // Научное сообщение № 18. – Харьков. Издательство ХГУ. –1962. – 36с.

3. Единообразное предписание, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении торможения. Правила ЕЭК ООН №13. Издательство ООН, 1973.

4. Стабильность эксплуатационных свойств колесных машин / [М.А. Подригало, В.П. Волков, В.А. Карпенко и др.]; под ред. М.А. Подригало. – Харьков. Издательство ХНАДУ, 2003. – 614 с.

5. Тормозные системы и тормозные свойства автотранспортных средств. Технические требования: ГОСТ 22895-77 – [Введен 01.01.81]. – М.; Изд-во стандартов, 1986. –19 с.

6. Федюкин В.К. Основы квалиметрии. Управление Качеством продукции. Учебное пособие/ В.К. Федюкин. – М.: ФИЛИН, 2004. – 296 с.

7. Колісні транспортні засоби . Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання: ДСТУ 3649:2010 – [Чинний від 2011-07-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 2011.

8. Автотранспортные средства. Требования к техническому состоянию по условиям безопасности движения. Методы проверки: ГОСТ 25478-91 ОКП 45000 – [Введен 01.07.93]. – М.; Изд-во стандартов, 1993.

9. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей в отношении торможения. Национальный стандарт Украины. ДСТУ UN/ECE R 13-H-00:2002. [Введен 200-07-24]. – Киев: Госстандарт Украины, 2002. – 125 с.

10. Энциклопедический словарь / [под ред. Б.А. Введенского]. Часть 3. – М. – БСЭ, 1955. – 744 с.

11. Дитрик Я. Проектирование и конструирование. Системный подход / Я. Дитрик / – М.: Мир, 1984. – 454 с.

12. Решетов Д.Н. Надежность машин / Д.Н. Решитов, А.С. Иванов, В.З. Фадеев / – М.: Высшая школа, 1988. – 238с.

References

1. Volkov V.P. Kiberneticheskij podkhod k formirovaniyu tormoznykh svoystv avtotransportnykh sredstv / V.P. Volkov // Mekhanika i mashinostroenie. –Khar'kov: NTU «KHPI», 2001. – № 1, 2. – S 84-88.

2. Bulgakov N.A. Issledovanie dinamiki tormozheniya avtomobilya / N.A. Bulgakov, A.B. Gredeskul, S.I. Lomaka // Nauchnoe sobshchenie № 18. – Khar'kov. Izdatel'stvo KHGU. – 1962. – 36 s.

3. Edinoobraznoe predpisaniye, kasayushchiesya oficial'nogo utverzheniya transportnykh

sredstv v otnoshenii tormozheniya. Pravila EENK OON №13. Izdatel'stvo OON, 1973.

4. Stabil'nost' ehkspluatatsionnykh svoystv kolesnykh mashin / [M.A. Podrigalo, V.P. Volkov, V.A. Karpenko i dr.]; pod red. M.A. Podrigalo. – Khar'kov. Izdatel'stvo KHNADU, 2003. – 614 s.

5. Tormoznye sistemy i tormoznye svoystva avtotransportnykh sredstv. Tekhnicheskie trebovaniya: GOST 22895-77 – [Vveden 01.01.81]. – М.: Izd-vo standartov, 1986.– 19 s.

6. Fedyukin V.K. Osnovy kvalimetrii. Upravlenie Kachestvom produkcii. Uchebnoe posobie / V.K. Fedyukin. – М.: FILIN, 2004. – 296 s.

7. Kolisni transportni zasobi. Vimogi shchodo bezpechnosti tekhnichnogo stanu ta metodi kontrol'yuvannya: DSTU 3649:2010 – [CHinnij vid 2011-07-01]. – К.: Derzhspozhivstandart Ukraini, 2011.

8. Avtotransportnye sredstva. Trebovaniya k tekhnicheskomu sostoyaniyu po usloviyam bezopasnosti dvizheniya. Metodi proverki: GOST 25478-91 ОКП 45000 – [Vveden 01.07.93]. –М.: Izd-vo standartov, 1993.

9. Edinoobraznye predpisaniya, kasayushchiesya oficial'nogo utverzheniya legkovykh avtomobilej v otnoshenii tormozheniya. Nacional'nyj standart Ukrainy. DSTU UN/ECE R 13-H-00:2002. [Vveden 200-07-24]. – Киев: Gosstandart Ukrainy, 2002. – 125 s.

10. Jenciklopedicheskij slovar' / [pod red. B.A. Vvedenskogo]. Chast' 3. – М. – BSJe, 1955. – 744 s.

11. Ditrik Ja. Proektirovanie i konstruirovanie. Sistemnyj podhod / Ja. Ditrik / – М.: Mir, 1984. – 454 s.

12. Reshetov D.N. Nadezhnost' mashin / D.N. Reshitov, A.S. Ivanov, V.Z. Fadeev / – М.: Vysshaja shkola, 1988. – 238 s.

Анотація

Оцінка функціональної стабільності гальмових властивостей автомобілів

М.А. Подригало, Ю.В.Тарасов

Стабільність величин моментів, створюваних гальмівними механізмами впливає не тільки на величину гальмівного шляху, а й на стійкість колісної машини. Нерівномірність гальмівних моментів на колесах різних бортів призводить до появи додаткового моменту, що розвертає машину в площині дороги. Виконання найбільш жорстких вимог міжнародних і національних стандартів щодо ефективності гальмування автотранспортних засобів нерозривно пов'язане з необхідністю підвищення енергоємності гальмівних механізмів. Надмірний нагрів гальмівних механізмів призводить до зменшення коефіцієнта тертя μ фрикційних поверхонь і підвищеного зносу фрикційних накладок. Слід зазначити, що не всі застосовувані в автотранспортних засобах типи гальмівних механізмів можуть забезпечити рівномірний розподіл тепла, що генерується по поверхнях тертя. У дисковому гальмі є можливість узгодження зносних характеристик фракційних матеріалів, закону розподілу контактних тисків зі швидкістю ковзання і формою фрикційних накладок, що дає можливість отримати більш рівномірний розподіл температури по поверхнях тертя. Нестабільність розподілу гальмівних сил між бортами або колесами однієї осі, як уже зазначалося вище, призводить до появи моменту, що повертає і заносу машини. Нестабільність розподілу гальмівних сил між осями може привести до небезпеки випереджаючого блокування задніх

коліс, що, в кінцевому рахунку, також призводить до заносу машини. Нестабільність характеристик регулятора гальмівних сил може привести до появи випереджаючого блокування задніх коліс при екстремному гальмуванні колісної машини і заносу автомобіля. Причиною появи дорожньо-транспортних пригод за участю автотранспортних засобів є нестабільність їх гальмівних властивостей. У цій статті запропоновано показники і критерії функціональної стабильності гальмівних властивостей автотранспортних засобів, що дозволяють прогнозувати їх погіршення в процесі експлуатації. Як приклад наведена оцінка функціональної стабильності гальмівних властивостей автомобілів категорії М1.

Ключові слова: *функціональна стабильність, гальмівна система, випробування автомобілів, надійність системи, стандарт.*

Abstract

Evaluation of the functional stability of brake properties of cars

M.A. Podrigalo, Yu.V. Tarasov

The stability of the torque generated by the braking mechanisms affects not only the magnitude of the stopping distance, but also the stability of the wheeled vehicle. The unevenness of the braking moments on the wheels of different sides leads to the appearance of an additional moment unfolding the car in the road plane. The fulfillment of the most stringent requirements of international and national standards for the effectiveness of vehicle braking is inextricably linked with the need to increase the energy intensity of the brakes. Excessive heating of the brake mechanisms leads to a decrease in the coefficient of friction μ of friction surfaces and increased wear of the friction linings. It should be noted that not all types of brake mechanisms used in motor vehicles can ensure an even distribution of generated heat over friction surfaces. In the disk brake there is a possibility of matching the wear characteristics of frictional materials, the law of contact pressure distribution with the sliding speed and the shape of the friction linings, which makes it possible to obtain a more uniform temperature distribution over the friction surfaces. The instability of the distribution of braking forces between the sides or wheels of the same axis, as already noted above, leads to the appearance of a turning point and the skidding of the car. The instability of the distribution of braking forces between the axles can lead to the danger of locking the rear wheels ahead of time, which, ultimately, also leads to a skidding of the car. The instability of the characteristics of the regulator of braking forces can lead to the appearance of a leading blocking of the rear wheels during emergency braking of the wheeled vehicle and skidding of the car. The reason for the occurrence of road accidents involving motor vehicles is the instability of their braking properties. As an example, the assessment of the functional stability of the stopping properties of cars of category M1 is given. Key words: functional stability, brake system, car testing, system reliability, standard.

Keywords: *functional stability, brake system, car testing, system reliability, standard.*

Бібліографічне посилання / Bibliography link:

Podrigalo M.A., Tarasov Yu.V. Evaluation of the functional stability of brake properties of cars // Engineering of nature management, 2019, #2(12), p. 44 - 50.

Подано до редакції / Received: 20.02.2019