

УДК 629.3 (075.8):006.354

ХРОНОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В МЕТОДИКЕ ПРОВЕРКИ ТОРМОЗНОГО ПУТИ АВТОТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ПРИ ПРОХОЖДЕНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОСМОТРА

Косолапов А.В.¹, к.т.н., доцент,
Пузырев М.О.¹, ассистент

Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева,
г. Кемерово

Риски, связанные со снижением уровня технической надёжности автомобильной техники в период её эксплуатации, чрезвычайно велики, а противодействие этому процессу остаётся серьёзной социально-экономической и технической проблемой. Ухудшение технического состояния автотранспортных средств (АТС), находящихся в эксплуатации, усугубляет две фундаментальные проблемы автомобильного транспорта – безопасность дорожного движения и вредное воздействие на окружающую среду.

Дорожно-транспортные происшествия (ДТП) по причине неудовлетворительного технического состояния АТС имеют специфические негативные особенности, отличающие эти ДТП от других происшествий. Доля человеческого фактора в их развитии не велика, и для водителя практически невозможно избежать таких ДТП. Неудовлетворительное техническое состояние АТС является не просто главной, а единственной и, как правило, очевидной причиной таких ДТП. Чаще всего они вызваны разрушением деталей с последующим их отсоединением. При этом все ДТП, в которых техническое состояние АТС было одной из сопутствующих (не главных) причин происшествия, статистические данные относят к ДТП по вине человеческого фактора или дорожных условий. В статистике аварийности недостатки конструкции АТС как причин ДТП не фигурируют. Лишь вследствие износа, старения, некачественного технического обслуживания и ремонта безопасность АТС снижается по сравнению с уровнем, обеспеченным изготавителем.

Абсолютное большинство ДТП по причине неудовлетворительного технического состояния АТС, в отличие от других ДТП, происходит на режимах наибольших скоростей движения и нагрузок на агрегаты и узлы АТС или под влиянием этих режимов. Именно на них вероятнее отказы составных частей и наиболее опасны последствия ДТП. По статистике ГИБДД России на неудовлетворительное техническое состояние АТС приходится 0,5-5,8 % всех ДТП. Из-за того что риск этих ДТП недооценивается статистикой ГИБДД России и полицейской статистикой других стран, им не уделяют должного внимания общественное мнение и средства массовой информации.

Для правильной оценки аварийности по причине неудовлетворительного технического состояния АТС нужно учесть повышенную тяжесть проис-

шествий этой категории. В среднем по России на 100 пострадавших в ДТП приходится 11 погибших, тогда как в ДТП из-за неудовлетворительного технического состояния различных систем и узлов АТС – от 12 до 26 погибших на 100 пострадавших (последнее – в ДТП из-за отказов сцепных устройств). Наибольшие искажения причин ДТП в статистику ГИБДД вносит отсрочка в получении результатов автотехнической экспертизы уже после оформления учётной карточки ДТП на месте происшествия. Неудовлетворительное техническое состояние АТС статистика фиксирует как причину ДТП только в случаях очевидного превалирования опасных неисправностей транспортных средств, выявленных *визуально* на месте происшествия сотрудниками ГИБДД, над прочими возможными причинами (например, отсоединение и выезд прицепа на встречную полосу или отсоединение колеса с последующим опрокидыванием транспортных средств).

Таким образом, система мер, направленных на снижение роли технических неисправностей АТС, позволит обеспечить снижение или, хотя бы, стабилизацию уровня таких ДТП в масштабах всей страны. К одному из элементов такой системы мер относится организация проведения технического осмотра транспортных средств на федеральном уровне. Создан целый комплекс нормативных документов, начиная с Федерального закона [1], ГОСТ [2, 3] до разработки регламента всех операций, включая продолжительность проведения технического осмотра для разных категорий транспортных средств [4].

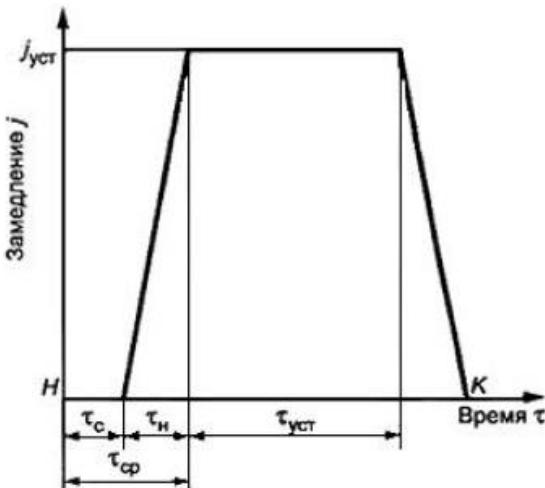
Во всём спектре систем АТС, обеспечивающих активную безопасность, одной из наиболее важных является тормозная. Как и для проверки иных систем, обеспечивающих поддержание безопасности конструкции АТС в эксплуатации, разработаны специальные оценки эффективности торможения и устойчивость АТС при торможении с помощью специальных стендов или в дорожных условиях. Алгоритмы проведения испытаний тормозов достаточно консервативны. Так, за последние почти четверть века, по сути, изменился только инструментарий, используемый для этих целей. Проведём сравнение двух поколений стандартов.

ГОСТ [2], введённый в январе 2002 года, который можно отнести к стандартам предыдущего поколения, допускал измерять вычисление тормозного пути S_T (в метрах) для начальной скорости торможения по результатам проверок показателей замедления АТС при торможении по Приложению Г по формуле

$$S_T = \frac{v_0}{3,6}(\tau_c + 0,5\tau_h) + \frac{v_0^2}{26j_{уст}}, \quad (1)$$

где v_0 – начальная скорость торможения АТС, км/ч; τ_c – время запаздывания тормозной системы, с; τ_h – время нарастания замедления, с; $j_{уст}$ – уставившееся замедление, м/с².

В основу этой методики, требующей от эксперта только выполнить разгон до нормативной скорости – начальная скорость торможения при проверках в дорожных условиях должна составлять 40 км/ч – и провести экстренное торможение с фиксацией длины юза. Приведённая выше формула (1) базируется на физических основах процесса торможения, описываемых в ГОСТ [2] схематической тормозной диаграммой, приведённой в Приложении Б: (рисунок 2).



τ_c – время запаздывания тормозной системы; τ_n – время нарастания замедления; τ_{cp} – время срабатывания тормозной системы; τ_{ust} – время торможения с установленным замедлением; j_{ust} – установленное замедление АТС; H и K – начало и конец торможения.

Рисунок 2 – Схематичная тормозная диаграмма

Такой вид диаграммы носит теоретический характер и не предполагает в парадигме ГОСТ предыдущего поколения характера инструмента, позволяющего точно определить длину проверяемого тормозного пути (длину юза).

Данный метод изначально предполагает, что на самого оператора возлагается и выбор момента достижения начальной скорости торможения, и выбор момента начала торможения. И вся процедура проверки, поэтому, носит вполне случайный характер.

В этой связи Приложение Д ГОСТ [2] описывает методику пересчёта нормативов тормозного пути в зависимости от начальной скорости торможения АТС, компенсирующую Нормативы тормозного пути S_T (в метрах) для торможений АТС с начальной скоростью v_0 , отличной от нормативной (которую сложно обеспечить с учётом естественного человеческого фактора), допускается рассчитывать по формуле

$$S_T = A v_0 + \frac{v_0^2}{26 j_{ust}}, \quad (2)$$

где A – коэффициент, характеризующий время срабатывания тормозной системы.

При пересчётах нормативов тормозного пути следует использовать значения коэффициента A и установившегося замедления для различных категорий АТС в следующем диапазоне: A – от 0,1 до 0,18; $j_{\text{уст}}$ – от 4,5 до 5,2 м/с^2 .

То есть, в предыдущем поколении процедуры проверки параметров тормозных систем в дорожных испытаниях оценивалась только величина тормозного пути и никакие составляющие элементы времени торможения не фиксировались.

Новое поколение ГОСТ [3], введённое в действие с января 2018 года, также допускает вычисление тормозного пути S_T (в метрах) для начальной скорости торможения v_0 по результатам определения установившегося замедления $j_{\text{уст}}$ АТС при торможении, времени запаздывания τ_c и времени нарастания τ_H замедления по Приложению Б по следующей формуле

$$S_T = \frac{v_0}{3,6} (t + 0,5\tau_H) + \frac{v_0^2}{26j_{\text{уст}}}, \quad (3)$$

где v_0 – начальная скорость торможения АТС, км/ч; t – время запаздывания замедления, с; τ_H – время нарастания замедления, с; $j_{\text{уст}}$ – установившееся замедление, м/с^2 .

Эта формула не отличается от предыдущего поколения ГОСТ (разве что изменилось начертание некоторых параметров). Также предлагается аналогичная методика пересчёта нормативов тормозного пути АТС в зависимости от начальной скорости торможения, не совпадающей с нормативной. Так, нормативы тормозного пути $S_{T.H}$, м для начальной скорости v_0 , отличной от нормативной ($v_H = 40$ км/ч), при условии $36 \leq v_0 \leq 44$ км/ч рассчитывают по формуле

$$S_{T.H} = A v_0 + \frac{v_0^2}{26j_{\text{уст}}}, \quad (4)$$

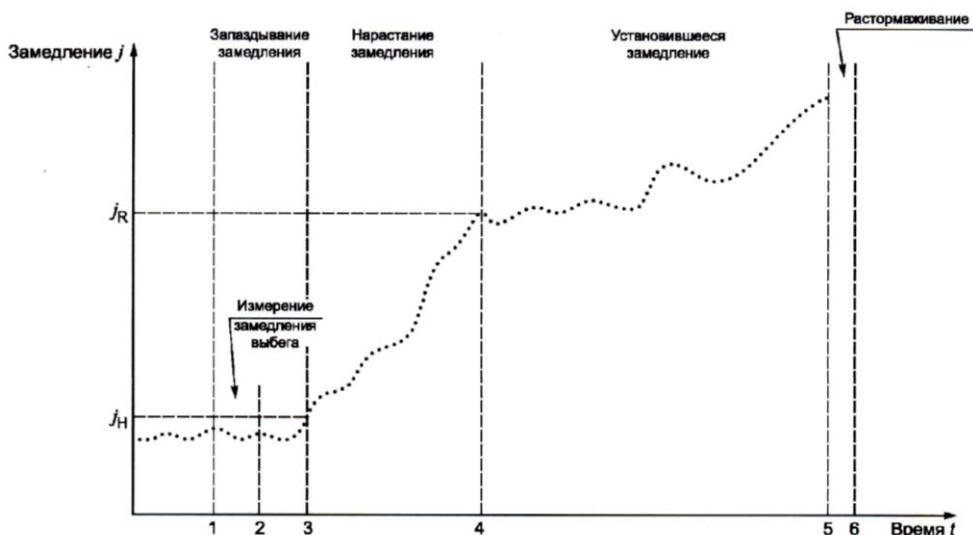
где v_H – начальная скорость торможения АТС, км/ч; $j_{\text{уст}}$ – установившееся замедление, м/с^2 ; A – коэффициент времени срабатывания тормозной системы.

При пересчётах нормативов тормозного пути $S_{T.H}$ используют значения коэффициента A и установившегося замедления $j_{\text{уст}}$ в диапазонах, немного отличающихся в большую сторону от прежних (что объясняется воз-

росшей тормозной динамикой автомобилей, непрерывно совершенствовавшихся в XXI веке): A – от 0,1 до 0,18; $j_{\text{уст}}$ – от 5,0 до 5,8 м/с².

Но вот что кардинально изменилось в новом поколении ГОСТ [3], это появление методики автоматической оценки начальной скорости торможения, тормозного пути, установившегося замедления и времени срабатывания тормозной системы при проверке в дорожных условиях инерционным методом.

Этот новый подход к парадигме применения измерительных инструментов основывается на использовании результатов построения графика замедления АТС (тормозной диаграммы) при торможении в реальных дорожных условиях. Внешний вид такого графика, построенного на реальных данных замедления АТС, представлен на рисунке 3.



1 – начало торможения; 2 – окончание измерения замедления выбега АТС; 3 – начало нарастания замедления; 4 – начало фазы торможения с установившимся замедлением; 5 – начало растормаживания; 6 – остановка АТС

Рисунок 3 – Реальная тормозная диаграмма

В Приложении В изложен алгоритм вычисления показателей эффективности торможения АТС в дорожных условиях [3]:

- «1. Регистрация момента 1 начала торможения.
2. Регистрация дискретных значений j_k замедления АТС с интервалом не более $\delta \leq 0,1$ с.

3. Вычисление среднего значения $j_{\text{ср}}$ замедления выбега в течение фиксированного периода 1-2 измерения j_k

$$t_{1-2} = \sum_{r=1}^{k=20} \delta_k. \quad (5)$$

4. Определение наибольшей амплитуды Δj разброса зафиксированных

значений j_K замедления в период 1-2 выбега АТС:

$$\Delta j = j_{K \max} - j_{cp}. \quad (6)$$

5. Идентификация начала нарастания замедления в момент двукратного превышения дискретным значением замедления j_K величины наибольшей амплитуды Δj разброса значений j_K замедления, зафиксированных в период 1-2:

$$j_K = 2\Delta j. \quad (7)$$

6. Регистрация времени t_{1-3} запаздывания замедления АТС.

7. Идентификация начала 4 фазы торможения с установившимся замедлением при условии ограниченной продолжительности t_{1-4} нарастания замедления:

$$\begin{cases} t_{3-4} = \sum_{k=1}^P \delta_r \leq 0,5 \text{ сек.} \\ j_R \geq j_r, r=1,2,\dots,R,\dots,P \end{cases}. \quad (8)$$

8. Регистрация времени нарастания замедления t_{3-4} :

$$t_{3-4} = \sum_{n=1}^N \delta_n, \quad (9)$$

где $n = 1, 2, \dots, N$.

9. Идентификация остановки АТС при торможении по условию:

$$\begin{cases} t_6 \\ j_K \leq j_H \end{cases}. \quad (10)$$

10. Регистрация времени t_{4-5} торможения с установившимся торможением:

$$t_{4-5} = \sum_m^M \delta_m, \quad (11)$$

где $m = 1, 2, \dots, M$.

11. Вычисление установившегося замедления j_{yst} АТС:

$$J = \frac{1}{N-R} \sum_{k=N-R}^N j_K. \quad (12)$$

12. Вычисление начальной скорости v_0 торможения АТС:

$$v_0 = \delta \sum_{k=1}^N j_k, \quad t_{1-6} = \delta \cdot N, \quad \delta \leq 0,1 \text{ сек.} \quad (13)$$

13. Вычисление тормозного пути S_T АТС:

$$S_T = \delta^2 \sum_{i=1}^N \left(\sum_{k=1}^N j_k - \sum_{k=1}^i j_k \right). \quad (14)$$

14. Вычисление времени срабатывания тормозной системы:

$$T_{cp} = t_{1-3} + t_{3-4}. \quad (15)$$

Самым главным преимуществом такого алгоритма является предоставление возможности при проведении испытаний не зависеть от мастерства оператора и его точности в достижении начальной нормативной скорости.

Если применить эту диаграмму для определения величины тормозного пути, то нужно нанести на неё данные этапов времени торможения и замедления АТС, полученных эмпирическим путём.

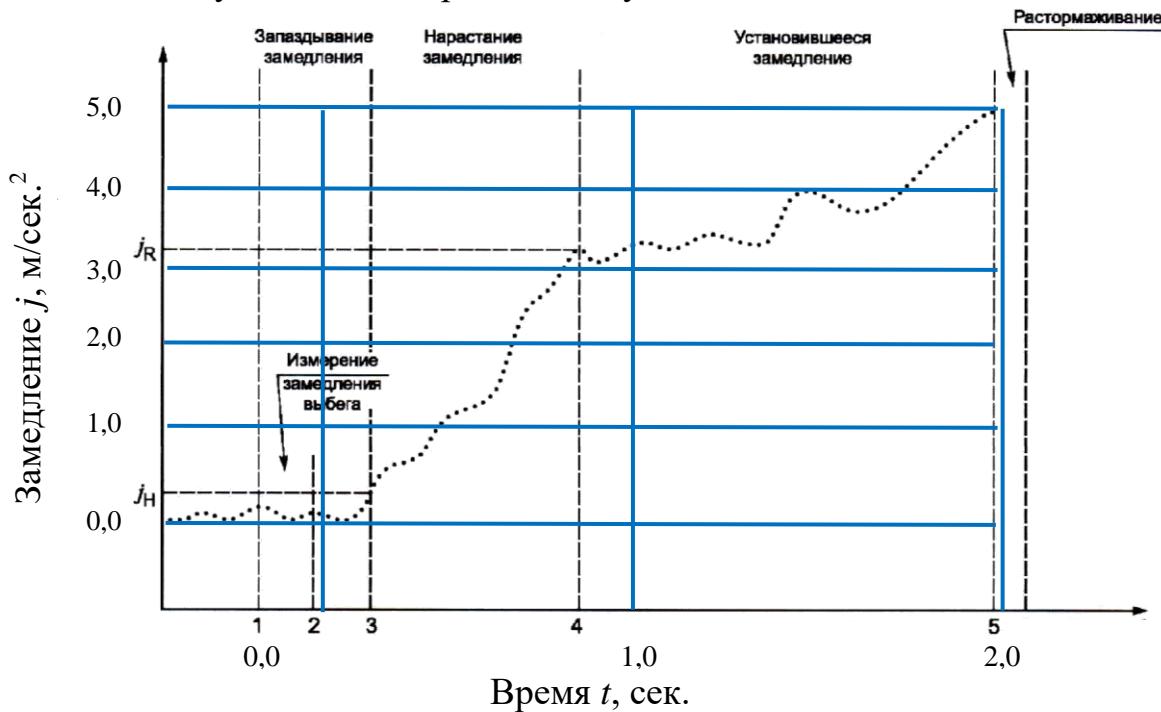


Рисунок 4 – Тормозная диаграмма, построенная в реальном масштабе

Располагая только данными о продолжительности отдельных этапов торможения – τ_c – время срабатывания тормозной системы (гидравлические дисковые 0,005-0,07 сек.; гидравлические барабанные 0,15-0,2 сек.; пневматические 0,2-0,4 сек.); τ_H – время нарастания замедления (дисковые 0,05-0,07; барабанные 0,1-0,3; пневматические 0,2-0,15 сек.) – можно не утруждаться поиском на испытательной трассе дорожного полигона точки начала

торможения (которая не всегда чётко отображается в виде следа на дорожном покрытии), а нанести на полученный график тормозной диаграммы сетку времени и провести необходимые расчёты, предоставляющие искомое значение величины тормозного пути без его измерения на самом дорожном покрытии.

Таким образом, меняется сам параметр оценки тормозных систем – нужно измерять не длину (что, как говорилось, не всегда точно можно выполнить), а промежутки времени самого процесса торможения. Во-первых, упрощается задача оператора – он может тормозить без привязки к геометрическим ориентирам начала торможения. Во-вторых, несмотря на то, что длительность торможения с относительно небольшой скорости 40 км/ч достаточно малая (2-2,5 секунды при экстренном торможении), современные приборы спутниковой навигации позволяют производить оценки времени очень точно.

Таким процессам проведения дорожных испытаний тормозных систем предполагается обучать студентов кафедры эксплуатации автомобилей направления подготовки 23.04.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов», направленности (профиля) 01 «Транспортные и транспортно-технологические машины».

Список литературы:

1. Федеральный закон от 1 июля 2011 г. № 170-ФЗ «О техническом осмотре транспортных средств и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) – Загл. с экрана. – URL: <https://base.garant.ru/12187349/> (дата обращения 23.03.2025) – Текст : электронный.
2. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51709-2001 «Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки» (утв. постановлением Госстандарта РФ от 1 февраля 2001 г. № 47-ст) (с изменениями и дополнениями) (отменён) – Загл. с экрана. – URL: <https://base.garant.ru/188697/> (дата обращения 23.03.2025) – Текст : электронный.
3. Межгосударственный стандарт ГОСТ 33997-2016 «Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки» (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 18 июля 2017 г. № 708-ст) – Загл. с экрана. – URL: <https://base.garant.ru/71871854/> (дата обращения 23.03.2025) – Текст : электронный.
4. Постановление Правительства РФ от 15 сентября 2020 г. № 1434 «Об утверждении Правил проведения технического осмотра транспортных средств, а также о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации» (с изменениями и дополнениями) – Загл. с экрана. – URL: <https://base.garant.ru/74671754/> (дата обращения 23.03.2025) – Текст : электронный.