

## АНАЛИЗ ПРОДУКТИВНОСТИ ВЛИЯНИЯ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ В ПРОЦЕССЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТРАНСПОРТА

*В.Д. Марченко<sup>1)</sup>, И.Д. Стороженко<sup>2)</sup>*

1) студент Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, [marchenko-armavir@mail.ru](mailto:marchenko-armavir@mail.ru)

2) ст. преподаватель Армавирского механико–технологического института (филиала) ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», г. Армавир, Россия, [storojenko\\_armv@mail.ru](mailto:storojenko_armv@mail.ru)

**Аннотация:** в данной статье рассматривался анализ и особенности тормозной системы. Его применение в промышленной сфере деятельности.

**Ключевые слова:** тормозная система, пневмопривод, тормозной путь.

## ANALYSIS OF PRODUCTIVITY OF INFLUENCE OF BRAKE SYSTEMS IN THE PROCESS OF USE OF TRANSPORT

*Vyacheslav D. Marchenko<sup>1)</sup>, Ivan D. Storojenko<sup>2)</sup>*

1) the student Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, [marchenko-armavir@mail.ru](mailto:marchenko-armavir@mail.ru)

2) Senior Lecturer, Armavir Institute of Mechanics and Technology (branch) of Federal State Budgetary Institution of Higher Education “Kuban State Technological University”, city of Armavir, Russia, [storojenko\\_armv@mail.ru](mailto:storojenko_armv@mail.ru)

**Abstract:** this article examined the analysis and features of the brake system. Its application in the industrial field of activity.

**Key words:** brake system, air drive, braking distance.

Тормозные свойства имеют важное значение при эксплуатации автомобиля, так как от них во многом зависит безопасность движения, жизнь и здоровье водителя, пассажиров и пешеходов. Измерителями тормозных свойств автомобиля являются: замедление при торможении

$j_3$ (м/с), время торможения  $t_{TOP}$  (с) и тормозной путь  $S_{TOP}$  (М). Наиболее важное значение из указанных измерителей имеет тормозной путь. Тормозной путь до полной остановки определяется по выражению:

$$S_{TOP} = \frac{v_H K_Э}{254 \varphi_x}$$

где –  $v_H$  скорость автомобиля в начале торможения, км/ч;

-  $\varphi_x$  коэффициент сцепления;

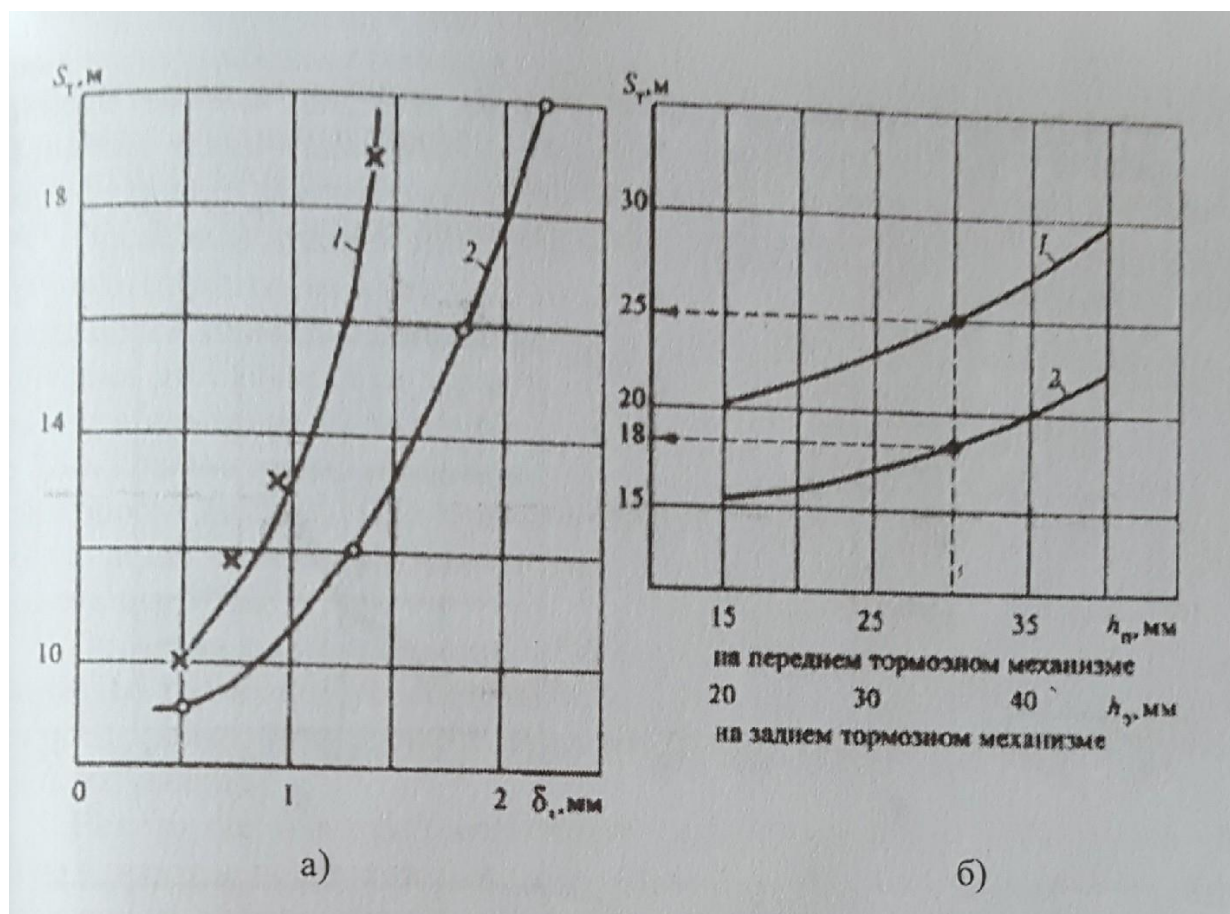
-  $K_Э$  коэффициент эффективности торможения. Для грузовых автомобилей  $K_Э = 1.4 \dots 1.6$ .

Повышение максимальных и средних скоростей движения, а также увеличение плотности транспортных потоков – основная причина установления жестких требований к эффективности и надежности тормозных систем автомобилей для повышения эффективности торможения автомобиля применяют регуляторы, обеспечивающие более полное использование сцепления с дорогой, колесами различных осей, устанавливают быстродействующие основные тормозные приводы, а для увеличения тормозного момента – усилители. Надежность работы тормозной системы значительно повышается при использовании отдельного двухконтурного привода. Наиболее перспективно применение антиблокировочных систем, автоматически устраняющих блокирование затормаживаемых колес.

Техническое состояние элементов тормозного управления автомобиля заменяется в процессе эксплуатации. Ухудшение тормозной динамичности может быть вызвано увеличением зазора между фрикционными накладками и поверхностью тормозного барабана (тормозного диска) наличие масла и воды на их поверхностях попаданием воздуха в гидравлический привод, недостаточным давлением в системе.

На рисунке 1 показаны результаты испытаний ТЦ с пневмоприводом, двух грузовых автомобилей грузоподъемностью 4 и 7 т при торможении начальной скоростью 8,3 м/с.

Исследования показали, что при увеличении среднего зазора между тормозными накладками и барабаном на 0,5 мм тормозной путь увеличивается примерно на 20 – 25% (рисунок 1а)



а) – автомобиль грузоподъемностью 4 т;

б) – автомобиль грузоподъемностью 7 т.

Рисунок 1 – Влияние зазоров в паре трения и хода штоков на тормозной путь

К таким же результатам, изображенным на рисунке 1б, приводит увеличение хода штоков  $h$  тормозных камер по сравнению с номинальными  $h_{II}$  и  $h_3$  тормозных механизмов.

У автомобилей с пневмоприводом тормозных механизмов неисправный компрессор может быть причиной недостаточного давления и, как следствие, увеличения времени срабатывания тормозной системы  $t_c$  и тормозного пути  $S_T$ . Так, грузового автомобиля категории  $N_2$  при начальной скорости 8,3 м/с из-за уменьшения давления в тормозных камерах с 0,5 до 0,3 Мпа тормозной путь может увеличиться почти вдвое. При нарушении установленного свободного хода педали и клапанов тормозного крана время срабатывания тормозной системы  $t_c$  возрастает на 15 – 25 %, а замедление  $g_3$  уменьшается на 5 – 7 %.

Рост тормозного пути на автомобилях с тормозной системой, имеющей гидропривод, при увеличении среднего зазора  $\delta_3$  между

тормозными накладками и барабаном приводит к увеличению хода тормозной педали и времени запаздывания системы.

При торможении автобуса ПАЗ – 651 со скорости 8,3 м/с при зазоре  $\delta_3=0,25$  мм время срабатывания тормозной системы составило 0,16 – 0,25 с, а при увеличении до  $\delta_3=0,5$  мм оно возросло до 0,45 с. Тормозной путь при этом увеличился на 25 %.

Замасливание фрикционных накладок может уменьшить замедление и увеличить тормозной путь в 4 – 5 раз.

Исследованиями установлена зависимость изменения эффективности торможения легкового автомобиля от пробега. Графики изменения тормозного усилия  $P_x$  и времени блокировки  $t_b$ , передних ведущих колес ВАЗ 21102 в период между ТО, полученные в результате испытаний на стенде ЛТК 3-СП11, приведены на рисунке 2.

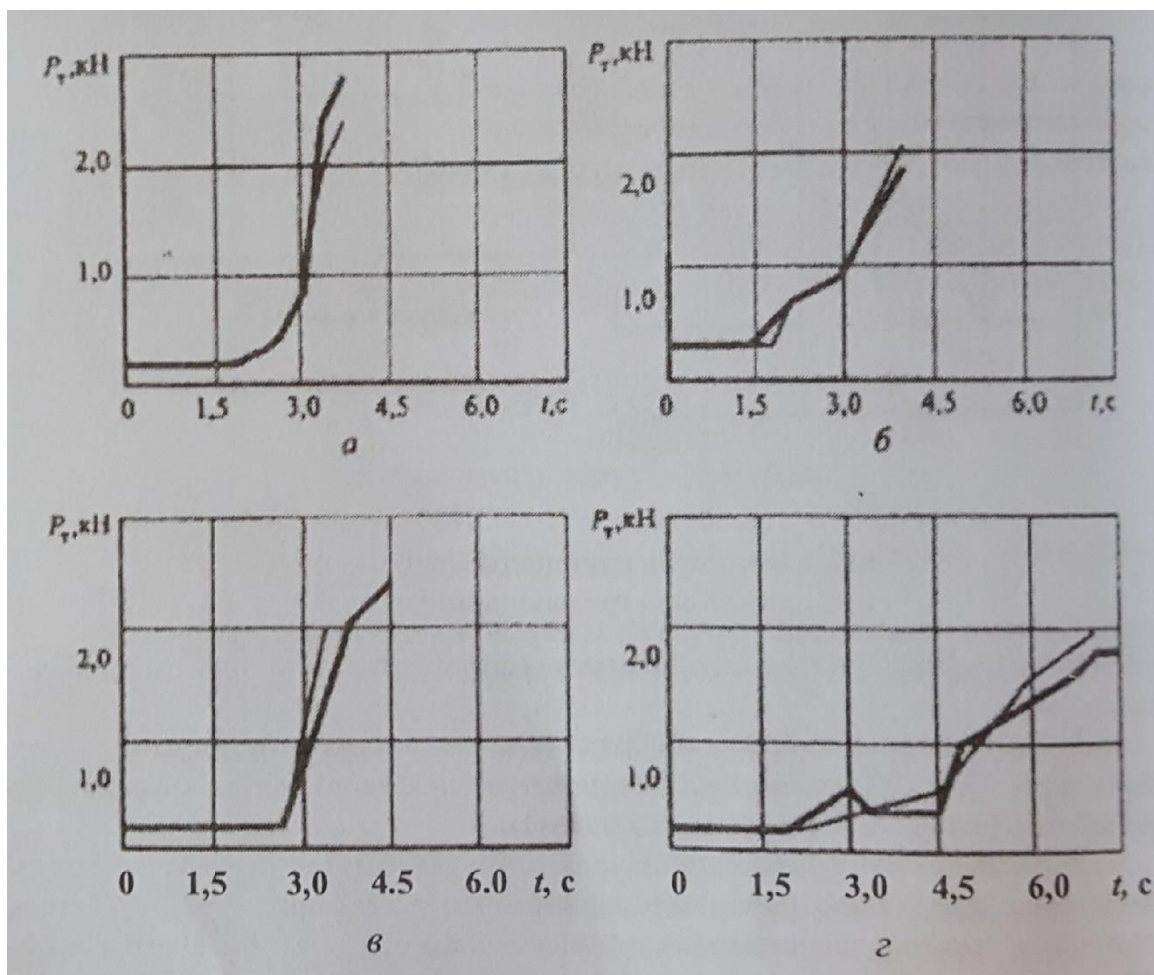


Рисунок 2 – Графики тормозного усилия и времени блокировки ведущих колес при разных пробегах:

а- 81970 км; б- 87660 км; в- 96050 км; г – 975100 км.

При общем пробеге 81970 км было выполнено очередное ТО автомобиля, в ходе которого были заменены тормозные колодки на передних тормозных механизмах, проведена необходимая регулировка и проверка эффективности на стенде. Общее время до блокировки (рис. 2а) составило 3,5 с, время нарастания замедления 1,5 с, тормозное усилие на левом колесе 2,8 кН на правом – 2,4 кН (разность менее 17%). Через 5890 км (общий пробег 87660 км) тормозная система автомобиля была снова проверена на эффективность на стенде. За этот период эксплуатации тормозные колодки приработались и колеса были заблокированы при меньших тормозных усилиях, соответственно, 1,9 и 2,0 кН, при несколько большем времени 4,0 с. Время срабатывания тормозов уменьшилось, время нарастания замедления  $t_H$  увеличилось. Характер торможения изменился на более плавный (рис. 2б). Через 10000 км пробега при очередном ТО – 1 было выполнено техническое обслуживание тормозных механизмов – необходимой регулировке без замены тормозных колодок.

После информации водителя об изменении характера торможения транспортного средства на линии (пробег 96050 км), была проведена эффективности основных механизмов на стенде (рис. 2в). Из диаграммы видно, что время до блокировки тормозных механизмов увеличилась до 4,5 с, при чем время срабатывания из-за возрастания зазоров тормозных механизмах возросло до 2,5 с, время нарастания замедления – до 2,0 с. Неравномерность тормозных усилий возросла до 25%. При пробеге 97510 км (рис. 2г) эффективность торможения на линии изменилось значительно в худшую сторону, создавая угрозу возникновения ДТП.

Проверка на стенде выявила увеличенное время до блокировки колес 7,5с и низкое тормозное усилие. Разборкой тормозных механизмов было установлен предельный износ фрикционных накладок тормозных колодок и необходимость их замены.

Некоторые дефекты (несоответствия) составных частей тормозной системы не влияют непосредственно на показатели тормозной динамичности, но сказывается на работоспособности узлов и деталей уменьшая надежность тормозной системы. Так, например, износ цилиндра –поршневой группы компрессора способствует попаданию масла в привод, а неправильная регулировка регулятора давления – работе систем с повышенным давлением, применение не соответствующих по длине тормозных шлангов – их попаданию между перемещающимися деталями подвески.

Эти неисправности приводят к ускоренному изнашиванию и разрушению резиновых элементов (шлангов, диафрагм тормозных камер), вызывая внезапные отказы, ведущие к ДТП.

Передние тормозные шланги легковых автомобилей работают в более тяжелых условиях, чем задние, и поэтому менее долговечны. Они постоянно деформируются в вертикальном направлении при колебании подвески и в горизонтальном направлении при повороте управляемых колес. Короткие шланги разрушаются вместе их заделки за штуцерами из-за чрезмерного перегиба.

Таким образом, изменение технического состояния деталей и узлов тормозного управления автомобиля при сохранении требований к эффективности торможения обуславливает необходимость жесткого соблюдения водителя и лицами ответственных за безопасность движения, требования изготовителя транспортных средств к периодичности и выполнению объемов ТО тормозных систем.

**Список использованных источников:**

1. Горовенко Л.А. Математические методы компьютерного моделирования физических процессов// Международный журнал экспериментального образования. Пенза: ИД «Академия естествознания», 2017. - №2. - с. 92-93.