

2. David A. Crolla. “Automotive Engineering Powertrain, Chassis System and Vehicle Body”, Textbook, Amsterdam, Butterworth-Heinemann is an imprint of Elsevier, 2009.

Представлено 17.05.2019

УДК 629.113

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ТОРМОЗНЫХ СИЛ МЕЖДУ ОСЯМИ
ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ
SELECTION OF RATIONAL DISTRIBUTION OPTION
BRAKING FORCES BETWEEN THE PASSENGER CAR AXES

Е.М. Шпинда, асп.,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет,
г. Харьков, Украина
E. Spinda, Aspirant,
Kharkiv National Automobile and Highway University,
Kharkov, Ukraine

Аннотация. На основе анализа энергонагруженности тормозных механизмов легковых автомобилей, тормозные системы которых оборудованы регуляторами давления, обеспечивающие компенсационные характеристики, установлено, что при служебных и экстренных торможениях снижение энергонагруженности тормозов передней оси на 11,1-17,6% является возможным за счет использования лучевых характеристик регулирования приводного давления совместно с компенсационными.

Abstract. Based on the analysis of the energy load of the brake mechanisms of passenger cars, the brake systems of which are equipped with pressure regulators providing compensatory characteristics, it was found that during service and emergency braking the power load reduction of the front axle brakes by 11,1-17,6% is possible due to the use of compensatory.

Ключевые слова: легковой автомобиль, регулирование тормозных сил, тормозной механизм, энергонагруженность.

Key words: passenger car, brake force regulation, brake mechanism, energy load.

ВВЕДЕНИЕ

В литературных источниках [1 – 3] указывается, что широкое распространение тормозных систем с дисковыми передними и барабанными задними тормозными механизмами, многовариантность схем разделения контуров тормозного привода и способов регулирования приводного давления, выдвигают ряд научных и технических задач, решение которых позволит определить возможные направления совершенствования существующих тормозных систем легковых автомобилей.

Кроме того, анализ научных работ [4–6] говорит о том, что необходимость обеспечения максимальной эффективности экстренного торможения при сохранении требуемой курсовой устойчивости и приводит к тому, что передние тормоза поглощают до 70% всей кинетической энергии автомобиля. Такое распределение поглощаемой энергии сохраняется и при служебных торможениях, составляющих большинство, но происходящих при меньшем динамическом перераспределении нагрузок [7].

Исследования режимов работы тормозных механизмов легковых автомобилей позволяют с достаточной точностью оценить их энергонагруженность при наиболее характерных эксплуатационных условиях движения [7, 8].

Данная работа направлена на совершенствование тормозного привода легковых автомобилей путем распределения тормозных сил между осями по условию равной энергонагруженности передних и задних тормозов при служебных и экстренных торможениях.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ СИЛ МЕЖДУ ОСЯМИ АВТОМОБИЛЯ

Известно [1, 6], что фактическое распределение тормозных моментов (сил) между осями легкового автомобиля, обеспечиваемых тормозными механизмами, постоянное и зависит от конструктивных и весовых особенностей конкретного автомобиля.

*Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Энергонагруженность тормозных механизмов определяется долями рассеиваемой ими кинетической энергии автомобиля и зависит от величины действительных тормозных моментов, развиваемых тормозами в процессе торможения, которые определяются величиной давления в приводе, и предельных тормозных моментов, зависящих от перераспределения нормальных нагрузок [9].

Известно [1, 3, 4], что для полного поглощения кинетической энергии автомобиля при торможении необходимо создавать действительные тормозные силы, равные предельным силам по сцеплению:

– на передней оси

$$P_{T1} = G \cdot \varphi \cdot \beta, \quad (1)$$

– на задней оси

$$P_{T2} = G \cdot \varphi \cdot (1 - \beta), \quad (2)$$

где G – вес автомобиля; φ – коэффициент сцепления; β – коэффициент распределения тормозной силы на переднюю ось.

За счет того, что при торможении автомобиля происходит увеличение нормальной нагрузки на колесах передней оси, в силу ее динамического догружения, и снижение нормальной нагрузки на задних колесах, то для полного использования удельных тормозных сил, требуется определенное распределение действительной тормозной силы между осями автомобиля, равной ее предельному значению по условию сцепления. Такое распределение тормозных сил может быть обеспечено при использовании динамических регуляторов тормозных сил [10, 11], отслеживающих изменение нормальной нагрузки на передних колесах, но обеспечивающих лучевые характеристики совместно с компенсационными.

В отличие от существующих регуляторов тормозных сил [12], обеспечивающих плавающую точку срабатывания, находящуюся на одной прямой постоянного распределения, динамические регуляторы [10] отслеживают изменение нормальной нагрузки на каждом колесе передней оси за счет гидравлической обратной связи с подвижным элементом их подвески.

*Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»*

Для примера на рисунке 1 показаны кривые 1 и 2, соответствующие идеальному распределению тормозных сил между осями при снаряженной и полной загрузках автомобиля Lanos Sens с предлагаемыми рабочими характеристиками тормозной системы.

Представленные в графическом виде кривые 1 и 2 распределения тормозных сил между осями ограничивают область наиболее вероятных их значений, при которых происходит рассеивание кинетической энергии автомобиля передними и задними тормозами в начальный период торможения, т.е. при $\varphi \leq 0,3$, за счет лучей AL и AB . Такие диапазоны соответствуют интервалам тормозных сил на отрезке AL – при снаряженной массе, на отрезке AB – при полной массе автомобиля (см. рисунок 1).

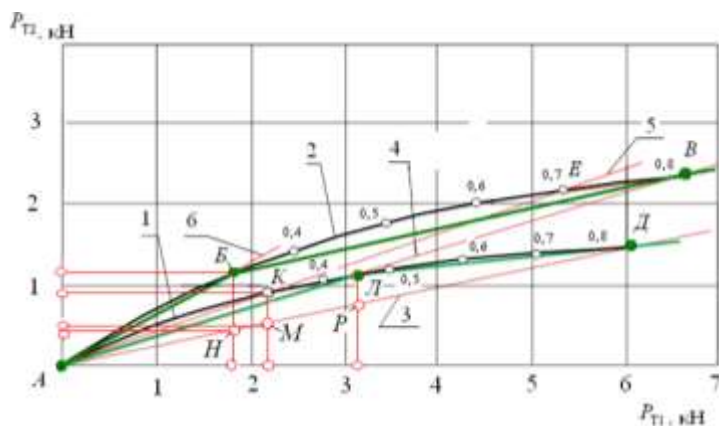
Прямая 3 иллюстрирует существующее распределение тормозных сил $\beta=0,76$. В этом случае реализация предельных тормозных сил на колесах передней и задней оси автомобиля со снаряженной массой будет происходить только в точке D . Однако в начальный период торможения (отрезок AP) будет иметь место недостаточная энергонагруженность тормозных механизмов задней оси, так как точка P находится ниже точки L идеальной кривой 1.

При усилении тормозов задней оси за счет уменьшения коэффициента распределения тормозных сил до $\beta = 0,73$ прямая 4 пересекается с кривой 1 в точке L , соответствующей $\varphi=0,45$, и с кривой 2 в точке B , соответствующей $\varphi=0,8$, где происходит полная реализация тормозной силы на передних и задних колесах. Это значит, что при использовании такого распределения тормозных сил в реальных дорожных и нагрузочных условиях при снижении коэффициента распределения тормозной силы на переднюю ось будет обеспечиваться в начальный период торможения (отрезок AL) загрузка тормозных механизмов задней оси в большей мере, чем в точке P – при существующем распределении.

Когда $\beta = 0,70$, прямая 5 пересекается с кривой 1 в точке K , соответствующей $\varphi=0,3$, и с кривой 2 в точке E , соответствующей $\varphi=0,7$, где происходит полная реализация тормозной силы на передних и задних колесах. Это значит, что при использовании такого распределения тормозных сил в реальных дорожных и нагрузочных условиях

снижение коэффициента распределения тормозной силы на переднюю ось приведет в начальный момент торможения (отрезок AK) к еще большему увеличению энергонагруженности тормозных механизмов задней оси (точка K), чем в точке M – при существующем распределении.

При снижении коэффициента распределения тормозных сил до $\beta = 0,66$ прямая 6, иллюстрирующая такое распределение пересекает только кривую 2 в точке B , соответствующей значению $\varphi = 0,3$. Следовательно, снижение коэффициента распределения тормозной силы на переднюю ось до $\beta = 0,66$ приведет в начальный момент торможения (отрезок AB) к еще большему увеличению энергонагруженности тормозных механизмов задней оси (точка B), чем в точке H – при существующем распределении.



1, 2 – кривые идеального распределения тормозных сил между осями автомобиля со снаряженной и полной массой;

3, 4, 5, 6 – лучевые характеристики при постоянном распределении $\beta=0,76$; $\beta=0,73$; $\beta=0,70$; $\beta=0,66$; $АДД$, $АВВ$ – предлагаемые характеристики для автомобилей со снаряженной и полной массой

Рисунок 1 – Характеристики тормозной системы автомобиля LANOS SENS

Для создания условий доведения до грани одновременного блокирования всех колес [1, 6], соответствующих максимальному использованию удельной тормозной силы автомобиля при торможении

Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»

($z=0,3-0,8$), следует изменять коэффициент идеального распределения тормозных сил между осями по следующему закону

$$\beta = \frac{b}{L} + z \cdot \frac{h}{L}, \quad (3)$$

где z – коэффициент торможения; b, h – координаты центра масс автомобиля; L – продольная база автомобиля.

Теоретические значения коэффициента распределения тормозных сил, полученные по зависимости (3), для рассматриваемых эксплуатируемых легковых автомобилей Lanos Sens составляют:

- со снаряженной массой $\beta=0,72-0,8$;
- с полной массой $\beta=0,58-0,66$.

Проанализируем теоретическую зависимость между коэффициентом β распределения приводной тормозной силы между передними и задними колесами от коэффициента торможения z , изменяемого в пределах $0,3-0,8$ для рассматриваемых легковых автомобилей Lanos Sens.

Установлено, что при полном использовании удельной тормозной силы легкового автомобиля, затормаживаемого без блокирования колес, тормозные силы на осях, и им соответствующие нормальные реакции, при условии, что на всех колесах одноимённых осей коэффициенты сцепления равны, соотносятся так, как их энергонагруженности δE , изменение которых можно определить

$$\delta E = \frac{1}{1 - \Delta\beta} - 1 = var \quad (4)$$

где $\Delta\beta$ – изменение коэффициента распределения тормозных сил между осями.

Следовательно, рациональное соотношение энергонагруженностей тормозных механизмов передней и задней оси эксплуатируемых легковых автомобилей, выполняющих служебные и экстренные торможения, должно быть переменным, и его можно характеризовать изменением коэффициента распределения тормозных сил между осями, обеспечиваемое лучевыми характеристиками совместно с компенсационными.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Реализация варианта распределения тормозных сил между осями легковых автомобилей, который обеспечивает лучевые характеристики совместно с компенсационными прямыми, приводит к снижению энергонагруженности тормозов передней оси.

Снижение коэффициента распределения тормозных сил между осями легковых автомобилей Lanos Sens на 11–13% позволяет в процессе экстренных торможений снизить энергонагруженность тормозов передней оси и увеличить энергонагруженность тормозных механизмов задней оси на 11,1–17,6%.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агейкин Я.С. Теория автомобиля [Электронный ресурс]: учеб. пособ. / Я.С. Агейкин, Н.С. Вольская. – М.: МГИУ, 2008. – 318 с. Режим доступа: <http://www.books.google.com.ua/books>.

2. Автомобиль. Особенности конструкции / [Скляров В.Н., Волков В.П., Скляров Н.В., Руденко И.Д., Сергиенко Н.Е.]. – Харьков: ЧП Озеров, 2013. – 927 с.

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

4. Назаров И.А. Снижение предельного тормозного пути двухосных автотранспортных средств в эксплуатационных условиях как способ повышения безопасности дорожного движения [Текст] / Назаров И.А., Назаров В.И., Назаров А.И. // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛА, 2015. – Т.2. – Вып. 2. – С. 679–685. – ISSN 2409-7829.

5. Назаров И.А. Влияние конструкции тормозной системы легкового автомобиля на эффективность экстренных торможений в эксплуатационных условиях [Текст] / Назаров И.А., Назаров В.И., Назаров А.И., Емельянов В.Л. // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы

*Секция «КОНСТРУИРОВАНИЕ, ИСПЫТАНИЯ И ПРОИЗВОДСТВО
АВТОМОБИЛЕЙ»*

рационального использования. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛА, 2016. – Т.3. – Вып. 3(6). – С. 234–240.– ISSN 2409-7829.

6. Подригало М.А. Распределение тормозных сил между осями современного АТС, учитывающее фазы процесса его торможения [Текст] / М.А. Подригало, В.И. Назаров // Автомобильная промышленность. – Москва, 2012. - №7. – С. 17–21.

7. Волков В.П. Оценка стабильности распределения тормозных сил между осями колесной машины / Волков В.П. // Автомобильный транспорт. – Харьков: РИО ХНАДУ, 2001.– №7. – С. 72–74.

8. Волков В.П. Режимы работы тормозов легковых автомобилей и совершенствование способов их моделирования при ресурсных лабораторных испытаниях: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / Волков Владимир Петрович. – Харьков, 1982. – 174 с.

9. Подригало М.А. Анализ неравномерности вертикальных реакций на колесах и ее влияние на эксплуатационные свойства автомобиля [Текст] / Подригало М.А. // Автомобильный транспорт: проблемы и перспективы: IV-ая международ. научно-техн. конф., 11–15 апр. 2000 г. – Севастополь: СевГТУ, 2000. – С. 76–79.

10. Патент №76189 Украина, МПК 2006.01, В60Т 8/24. Устройство для повышения эффективности торможения легковых автомобилей [Текст] / [Подригало М.А., Назаров В.И., Назаров А.И., Назаров И.А.]; заявитель Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет №u201207284; заявл. 15.06.2012; опубл. 25.12.2012, Бюл. №24.

11. Назаров И.А. Повышение тормозных свойств легковых автомобилей, оборудованных гидравлическим тормозным приводом, обеспечивающим бортовое распределение тормозной силы / И.А. Назаров, В.И. Назаров, А.И. Назаров // Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж: ФГБОУ ВПО ВГЛА, 2016. – Т. 3. – Вып.1(4). – С. 342-347. ISSN 2409-7829.

12. Papashev, O.Kh. Regulators of brake forces of passenger automobiles / Papashev, O.Kh., Filipenko, S.V., Podrigalo, M.A., Volkov, V.P., Nazarov, A.I. // Avtomobilnaya Promyshlennost, - Moskau, 2004. – №12. – pp. 17–19.

Представлено 14.03.2019