

На правах рукописи

РУБАНОВ ОЛЕГ АНАТОЛЬЕВИЧ

**ИССЛЕДОВАНИЕ
НЕЛИНЕЙНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ
ОСЕВЫХ ТОРМОЗНЫХ СИЛ АВТОМОБИЛЕЙ
С ПНЕВМАТИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ
ТОРМОЗОВ**

Специальность 05.05.03 — Автомобили и тракторы

*Автореферат диссертации
на соискание ученой степени
кандидата технических наук*

7В 27.030
Работа выполнена на кафедре автомобилей Харьковского автомобильно-дорожного института.

Научные руководители:

- кандидат технических наук, профессор А. Н. Туренко;
- кандидат технических наук, доцент В. А. Богомолов.

Официальные оппоненты:

- доктор технических наук, профессор М. Н. Коденко;
- кандидат технических наук С. С. Малов.

Ведущее предприятие — Волчанский агрегатный завод.

Защита диссертации состоится 24. июня 1993 г. в 16 часов на заседании специализированного совета К 068.12.01 при Харьковском автомобильно-дорожном институте по адресу: 310078, г. Харьков, ул. Петровского, 25.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Харьковского автомобильно-дорожного института.

Отзывы на автореферат просим направлять в двух экземплярах с подписью, заверенной печатью, по вышеуказанному адресу.

Автореферат разослан 24. мая 1993 г.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00815260 (M)

Ученый секретарь

специализированного совета

кандидат технических наук, доцент

И. В. ДОЩЕЧКИНА

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ.

Актуальность работы. Улучшение эксплуатационных свойств автомобилей требует комплексного решения ряда проблем, связанных не только с повышением динамических качеств и увеличением грузоподъемности, а также с обеспечением конструктивной безопасности автомобиля, и в частности с улучшением его тормозных свойств.

Для повышения безопасности дорожного движения в странах Европейского экономического сообщества проведены работы по созданию межправительственных предписаний в рамках сотрудничества в органах Комитета по внутреннему транспорту Европейской Экономической Комиссии ООН (ЕЭК ООН). По инициативе правительственных и общественных организаций этих стран были разработаны и введены в действие предписания, содержащие технические требования к транспортным средствам, их системам, узлам и предметам оборудования.

Требования к тормозным системам автомобилей изложены в Правилах N 13 ЕЭК ООН. В настоящее время эти предписания оказывают влияние на дальнейшее развитие конструкций автомобилей через международную торговлю ими, ограничивая районы эксплуатации автомобилей, не соответствующих указанным нормативам. Выполнение действующих правил является стимулом и одновременно критерием роста технического уровня автомобилей и их отдельных систем.

Одной из наиболее существенных проблем в аттестации отечественных автомобилей является соответствие их требованиям Приложения 10 Правил N 13 ЕЭК ООН, которое оговаривает допустимое распределение осевых тормозных сил транспортных средств,

и достигается применением в тормозном приводе регуляторов тормозных сил.

Актуальность исследования проблемы регулирования осевых тормозных сил автомобильных транспортных средств, разработки методов проектирования и конструкции регулятора тормозных сил, отвечающего современным требованиям, объясняется необходимостью соответствия автомобилей предписаниям существующих нормативов, в том числе и Правил N 13 ЕЭК ООН.

Цель работы. Определение наиболее рационального способа распределения осевых тормозных сил автомобилей с пневматическим приводом тормозов, разработка методов и принципов проектирования регуляторов тормозных сил, реализующих указанный способ распределения осевых тормозных сил.

Объект исследования. Автомобили с пневматическим приводом тормозов. Для экспериментальной проверки теоретических выводов и исследования работоспособности опытных образцов регуляторов тормозных сил использовались автомобили ЛиАЗ-5256, ЛАЗ-4207, КраВ-650Б.

Методика исследования. На основании имеющейся в печати информации определены основные способы распределения осевых тормозных сил. С учетом стабильности характеристик звеньев тормозной системы, методами математической статистики, проведен сравнительный анализ выделенных способов и определен наиболее рациональный. С использованием методов математического анализа исследованы возможности практической реализации указанного способа распределения. С учетом особенностей конструкции и эксплуатации автомобилей различного назначения разработана схема унифицированного регулятора тормозных сил, методика его расчета и

оптимизации параметров. Сделанные теоретические выводы проверены экспериментальными исследованиями опытных образцов регуляторов тормозных сил.

Научная новизна. 1. Предложен критерий, позволяющий оценивать влияние качества регулирования тормозных сил на эффективность торможения автомобиля.

2. Предложен критерий и методика вероятностной оценки качества регулирования тормозных сил.

3. Исследованы возможности практической реализации нелинейного распределения тормозных сил, близкого к идеальному.

4. Разработаны методики расчета и оптимизации параметров конструкции регуляторов тормозных сил.

5. Предложены конструкции регуляторов тормозных сил, защищенные 17 авторскими свидетельствами и положительными решениями экспертиз по заявкам на изобретения.

Практическая ценность. В результате теоретических и экспериментальных исследований разработаны конструкция, методики инженерных расчетов и оптимизации параметров универсального регулятора тормозных сил для различных видов автомобилей с пневматическим приводом тормозов.

Реализация работы. Результаты работы внедрены Ликинским автобусным заводом, Кременчугским автомобильным заводом, Украинским государственным институтом автобусо-троллейбусостроения. С 1992 года Волчанским агрегатным заводом начато серийное производство разработанных конструкций регуляторов тормозных сил для автомобилей КраЗ-6505, ЛАЗ-4206, ЛАЗ-4207; ЛиАЗ-5256.

Апробация работы. Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались на научно-техни-

ческих конференциях:

- "Повышение эффективности проектирования и испытания автомобилей", - ГПИ, Горький, 1987;

- "15-я научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов НАМИ", - НАМИ, Москва, 1987;

- "Проектирование и эксплуатация гидропневматических систем и гидропривода машин, автоматов и промышленных роботов в машиностроении", - Севастополь, 1988;

- "Научно-технические и научно-методические сессии института", - ХАДИ, Харьков, 1988-1992.

Публикации. По теме диссертации опубликованы 3 статьи, получены положительные решения по 17 заявкам на изобретения, представлены научно-технические отчеты.

Объем работы. Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, выводов, списка литературы из 179 наименований, приложений, и содержит 234 страницы машинописного текста, 101 рисунок, 25 таблиц.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первой главе сделан анализ состояния вопроса регулирования тормозных сил и сформулированы задачи дальнейших исследований.

Проведен анализ конструкций и характеристик регуляторов тормозных сил (РТС) с целью определения наиболее типичных способов аппроксимации идеального распределения осевых тормозных сил. Рассмотрены существующие критерии качества регулирования тормозных сил по условиям обеспечения: а) максимальной эффек-

тормозных сил по условиям обеспечения: а) максимальной эффективности торможения, б) устойчивости торможения. При рассмотрении тормозной системы, как системы автоматического регулирования проведен анализ влияния различных факторов на распределение тормозных сил.

На основании проведенного обзора и анализа литературы сделаны следующие выводы.

1. В существующих конструкциях РТС для автомобилей с пневматическим приводом тормозов выделяются три группы регуляторов, отличающихся по виду распределения осевых тормозных сил на автомобиле и позволяющие получить: 1) - линейное, 2) - кусочно-линейное и 3) - нелинейное распределения, аппроксимирующие идеальное распределение и имеющие различную степень точности аппроксимации.

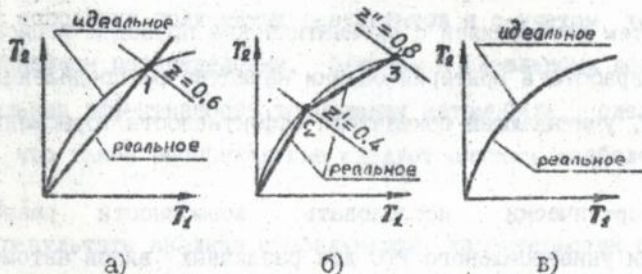


Рис. 1. Три основных вида распределения тормозных сил.

2. Наибольшая точность аппроксимации достигается при нелинейном распределении осевых тормозных сил, однако РТС, позволяющие получить такое распределение конструктивно более сложные. Кроме того точность аппроксимации в значительной степени определяется стабильностью характеристик тормозной системы. В настоящее время доказательства целесообразности усложнения конструкции

РТС, проведенных с учетом стабильности характеристик тормозной системы не существует. Ответ на этот вопрос требует исследования.

2. Оценка качества регулирования тормозных сил должна быть взаимосвязана с оценкой эффективности торможения. Существующие критерии качества регулирования не отвечают этому требованию.

4. Существующие конструкции РТС имеют узкую область использования на автомобилях определенного вида с определенным типом подвески. Использование таких РТС на автомобилях других видов требует доработки конструкции регуляторов.

На основании сделанных выводов сформулированы следующие задачи дальнейших исследований.

1. Из известных видов распределения осевых тормозных сил необходимо выбрать наиболее рациональный и доказать целесообразность его использования с учетом реальных характеристик тормозных систем автомобилей с пневматическим приводом тормозов.

2. Разработать критерий оценки качества распределения тормозных сил, учитывающий показатели эффективности торможения автомобиля.

3. Теоретически исследовать возможности разработки конструкции универсального РТС для различных видов автомобилей и способов включения РТС в приводе тормозов.

4. Разработать методику проектирования и оптимизации параметров универсального РТС.

5. Провести экспериментальные исследования универсального РТС с целью подтверждения теоретических предпосылок, положенных в основу его проектирования.

В второй главе проведены исследования оптимизации реального распределения тормозных сил.

Разработана вероятностная модель тормозной системы автомобиля с пневматическим приводом тормозов, учитывающая нестабильность характеристик таких звеньев тормозной системы, как тормозной кран, ускорительный клапан, РТС, тормозной механизм, радиус колеса автомобиля. В качестве вероятностного критерия оценки качества регулирования тормозных сил предлагается считать вероятность попадания случайных значений осевых тормозных сил с заданными математическими ожиданиями в область, ограниченную требованиями Приложения 10 Правил 13 ЕЭК ООН. Задача решается методом Монте-Карло. Результаты расчетов, проведенные для трех способов аппроксимации идеального распределения представлены в таблице 1.

На основании полученных результатов и с учетом того, что при нелинейном распределении, близком к идеальному достигается максимальная эффективность торможения автомобиля, сделан вывод о том, что такое распределение следует считать наиболее рациональным.

В результате анализа стабильности характеристик отдельных звеньев тормозной системы разработана принципиальная схема тормозной системы, позволяющая компенсировать нестабильность тормозных механизмов и уменьшить их гистерезис.

Для оценки качества регулирования тормозных сил предлагается пользоваться коэффициентом, характеризующим относительное снижение эффективности торможения при опережающем блокировании одной из осей по сравнению с максимально возможной эффективностью при одновременном блокировании осей:

$$s = \frac{\varphi - z_1}{\varphi} 100 \%$$

где φ - коэффициент сцепления колес с дорогой,

z_1 - эффективность торможения при опережающем блокировании одной из осей.

Таблица 1.

Вероятность выполнения требований приложения 10

Правил 18 ЕЭК ООН для различных автомобилей.

марка автомо- биля	Виды распределения		
	линейное	кус. - линейное	нелинейное
ЗИЛ-130.76	0.582	0.890	0.933
ЗИЛ-4314	0.633	0.904	0.985
ЗИЛ-4315	0.855	0.915	0.988
ЗИЛ-4331	0.975	0.969	0.993
МАЗ-5335	0.899	0.960	0.995
ЗИЛ-131	0.860	0.926	0.990
ЗИЛ-131-II	0.856	0.920	0.992
УРАЛ-375Д	0.797	0.906	0.993
КрАЗ-255-Б-1	0.929	0.951	0.989
КамАЗ-5325	0.917	0.953	0.995
КамАЗ-53212	0.662	0.873	0.985
ЗИЛ-4505	0.701	0.896	0.989
ЗИЛ-4502	0.480	0.934	0.992
ЗИЛ-4945	0.961	0.960	0.996
МАЗ-5551	0.940	0.977	0.998
КрАЗ-256-Б-1	0.460	0.892	0.979
КрАЗ-6505	0.527	0.902	0.983
КрАЗ-6510	0.482	0.895	0.976
ЛАЗ-695	0.970	0.969	0.994
ЛАЗ-4206	0.978	0.979	0.993
ЛАЗ-4207	0.978	0.980	0.993
ЛИАЗ-5255	0.972	0.980	0.993

Критериями качества регулирования предлагается считать среднее значением s в некотором интервале $[\varphi', \varphi'']$:

$$\sigma_{\text{ср}} = \frac{1}{\varphi'' - \varphi'} \int_{\varphi'}^{\varphi''} \varepsilon(\varphi) d\varphi,$$

а также среднеквадратическое отклонение функции $\varepsilon(\varphi)$ от среднего значения:

$$\sigma_{\varepsilon} = \sqrt{\frac{1}{\varphi'' - \varphi'} \int_{\varphi'}^{\varphi''} \left(\varepsilon(\varphi) - \frac{1}{\varphi'' - \varphi'} \int_{\varphi'}^{\varphi''} \varepsilon(\varphi) d\varphi \right)^2 d\varphi}.$$

На основании сделанных в главе выводов сформулированы задачи дальнейших исследований: разработать методы, способы, и теоретические предпосылки практической реализации нелинейного распределения осевых тормозных сил.

В третьей главе исследованы возможности практической реализации нелинейного распределения тормозных сил на автомобилях различных видов: по назначению, особенностям эксплуатации и типам подвесок.

Проанализированы возможности построения нелинейного распределения при помощи РТС с линейной и кусочно-линейной характеристикой (рис. 2), и доказана целесообразность использования линейного РТС.

Теоретически доказана возможность создания универсального РТС для различных видов автомобилей, позволяющего получить нелинейное распределение осевых тормозных сил автомобиля, близкое к идеальному.

Для построения универсального РТС предлагается модульная конструкция, содержащая исполнительный модуль (рис. 3) и модуль связи с подвеской автомобиля (рис. 4). Используются воз-

возможности совместного использования указанных модулей с целью получения распределения наиболее близкого к идеальному.

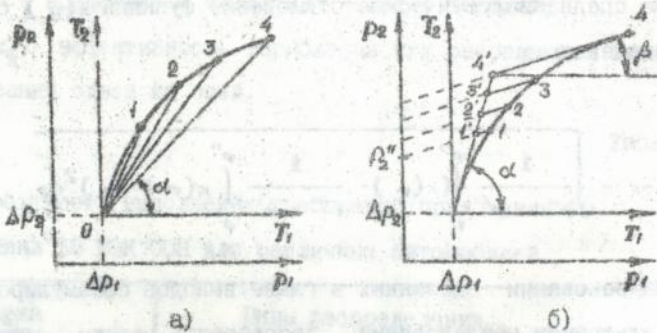


Рис. 2. Способы реализации нелинейного распределения.

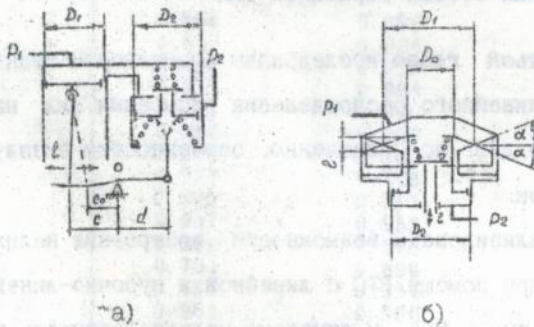


Рис. 3. Кинематические схемы линейных РТС.

На основании данных о расположении центров масс автомобилей ЗИЛ, МАЗ, КамАЗ, КраЗ, КАВ, Урал, ЛиАЗ, ЛАЗ рассчитаны необходимые диапазоны изменения выходного давления РТС и установлено, что для универсальности исполнительного модуля он должен обеспечивать возможность трехкратного повышения выходного давления по отношению к входному и четырехкратного понижения.

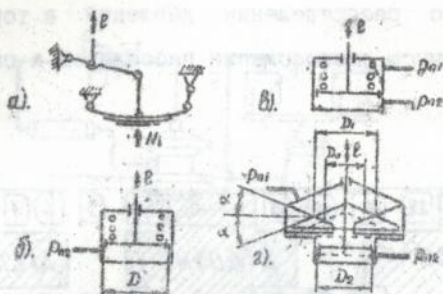


Рис. 4. Кинематические схемы блоков преобразования величины нагрузки на ось.

Исследованы гистерезисные явления в статических характеристиках следящих пневмоаппаратов с учетом особенностей конструкций двухседельных клапанов. Доказано, что наиболее рациональной является конструкция двухседельного клапана с равными диаметрами опорных поверхностей седел и диаметром подвижно-уплотненной перегородки (рис. 5, б).

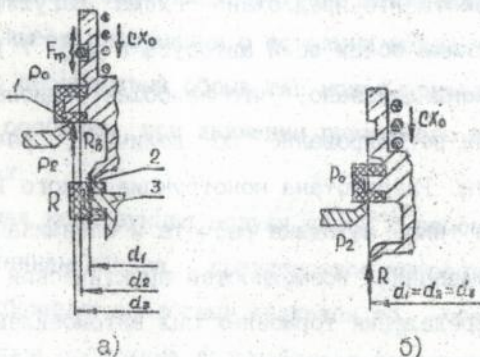


Рис. 5. Расчетная схема двухседельного клапана.

При разработке модуля связи с подвеской для автобусов городского типа на примере ЛиАЗ-5256 проведены исследования изменений идеального распределения давлений в тормозных камерах осей при различном расположении пассажиров в салоне автобуса (рис. 6).

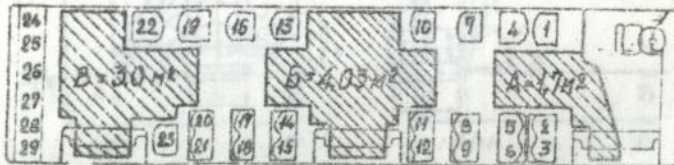


Рис. 6. Схема расположения пассажиров в салоне автобуса ЛиАЗ 5256.

В результате чего установлено, что при различной концентрации пассажиров на площадках салона автобуса (вблизи дверей) необходимое значение давления в контуре задней оси может изменяться почти в два раза, следовательно РТО должен реагировать на перераспределение пассажиров в салоне автобуса. Для обеспечения такой работы РТО предложена схема регулятора, имеющего связь с подвесками обеих осей автобуса (рис. 7).

Теоретически доказано, что наиболее рациональным в данном случае является регулирование по величине, равной отношению нагрузок на оси. Разработана конструкция такого РТО для автобусов городского типа, методика расчета и оптимизации параметров.

При исследовании возможностей практической реализации нелинейного распределения тормозных сил автомобилей с рессорной подвеской учитывалась статическая работа РТО на таких автомобилях. Поэтому предложена схема исполнительного модуля для связи

с рессорной подвеской, позволяющая обеспечить программную нелинейность характеристики РТС.

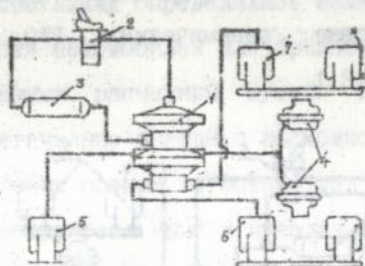


Рис. 7. Схема подключения РТС в приводе тормозов автобуса. 1- РТС, 2- тормозной кран, 3- ресивер, 4- тормозные камеры, 5- регулятор, 6- баллоны пневматической подвески.

При разработке конструкции модуля был учтен существенный недостаток конструкции РТС 100-3533010 Рославльского авто-агрегатного завода. Недостаток заключается в том, что при нарушении связи с подвеской (повреждения, обрыве тяг механизма связи с подвеской) регулятор работает в режиме минимального выходного давления, что снижает эффективность торможения автомобиля. Так как водитель не имеет информации о состоянии механизма связи РТС с подвеской, то неожиданный обрыв тяг может привести к аварийной ситуации, особенно при движении груженого автомобиля на больших скоростях.

Разработанная конструкция модуля связи с рессорной подвеской содержит механизм обрыва, преимуществом которого перед существующими зарубежными аналогами является то, что для возвращения его в рабочее состояние не требуется демонтаж деталей регулятора.

При исследовании тормозной системы автомобиля с РТС в конфигурации каждой оси теоретически доказано, что нелинейное распределение осевых тормозных сил, наиболее близкое к идеальному достигается при установке динамических РТС с линейной характеристикой (рис. 8).

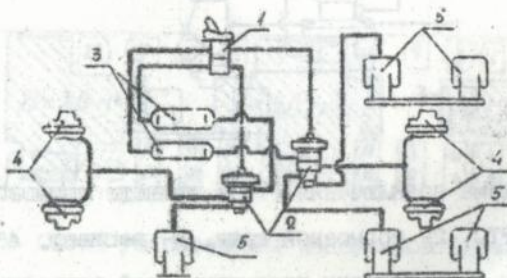


Рис. 8. Схема пневматического привода тормозной системы с двумя РТС. 1 - тормозной кран, 2 - регуляторы тормозных сил, 3 - ресиверы, 4 - тормозные камеры, 5 - баллоны пневматической подвески.

В этом случае, при правильном выборе параметров РТС, получается однозначное, не зависящее от загрузки автомобиля соответствие между усилием на тормозной педали и замедлением автомобиля. Разработаны методики расчета и оптимизации параметров таких РТС.

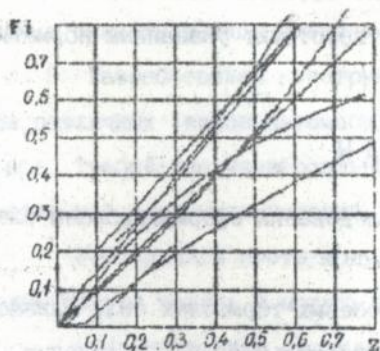
Конструкции РТС защищены 17 авторскими свидетельствами и положительными решениями экспертизы по заявкам на изобретения.

В четвертой главе изложены методики и результаты стендовых и лабораторно-дорожных испытаний экспериментальных образцов РТС.

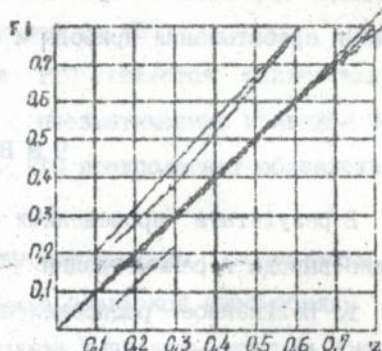
Стендовые испытания экспериментальных РТС показали соот-

ветствие их статических характеристик расчетным значениям.

Лабораторно-дорожные испытания проводились на автомобилях ЛиАЗ-5255, КрАЗ-6505 и ЛАЗ-4207 с экспериментальными тормозными системами. При испытаниях определялись величины давления в контурах тормозов осей автомобилей для сравнения с идеальными значениями, полученными расчетным путем. Результаты испытаний подтвердили теоретические выводы о возможности реализации нелинейного распределения осевых тормозных сил близкого к идеальному. Расхождение между реальными и идеальными давлениями в контурах тормозного привода не превышает 5% (рис. 9).



а)



б)

Рис. 9. Реализуемые сцепления осей КРАЗ-6505

а) без РТС, б) с РТС модульной конструкции.

Путем перемещения балласта (мешков с песком) в салоне автобуса доказано, что разработанная конструкция РТС для автобусов городского типа позволяет получить нелинейное распределение осевых тормозных сил, близкое к идеальному при любом расположении пассажиров в салоне автобуса и различных уровнях заполненности салона.

Экспериментальным путем доказано, что при установке на каждой оси автомобиля динамического РТС с линейной характеристикой достигается нелинейное распределение осевых тормозных сил, близкое к идеальному при различных уровнях загрузки автомобиля. Кроме того такая тормозная система позволяет получить при различных уровнях загрузки однозначную зависимость эффективности торможения автомобиля от усилия на тормозной педали.

Тормозные системы экспериментальных автомобилей с разработанными РТС модульной конструкции также испытывались на соответствие нормативным требованиям по эффективности торможения и времени срабатывания привода и соответствуют указанным нормативам.

ВЫВОДЫ

В результате проведенных исследований сформулированы следующие выводы и рекомендации:

1. Нелинейное распределение осевых тормозных сил, близкое к идеальному, является наиболее рациональным по сравнению с другими способами распределения для автомобилей с пневматическим приводом тормозов.

2. Разработанная вероятностная модель тормозной системы автомобиля с пневматическим приводом тормозов и вероятностный критерий оценки качества регулирования позволяют на стадии проектирования оценивать ожидаемое соответствие тормозной системы требованиям Приложения 10 Правил 13 ЕЭК ООН и, исходя из этих требований, выбрать наиболее приемлемый способ регулирования тормозных сил.

3. Предложенный критерий качества регулирования позволяет

оценивать влияние распределения тормозных сил на эффективность торможения автомобиля.

4. В результате анализа стабильности характеристик ствольных звеньев тормозной системы разработана принципиальная схема тормозной системы, позволяющая компенсировать нестабильность тормозных механизмов и снизить их гистерезис. Использование такой системы в сочетании с нелинейным распределением осевых тормозных сил позволит обеспечить одновременное блокирование осей автомобиля в любых дорожных условиях а при работе с антиблокировочной системой уменьшить диапазон изменения давления модулятора и снизить расход воздуха при работе АБС.

5. Разработанная конструкция РТС является универсальной для различных видов автомобилей с пневматическим приводом тормозов. Требование универсальности РТС предполагает обязательное выполнение следующих условий:

- РТС должен иметь модульную конструкцию, содержащую исполнительный модуль и модуль связи с подвеской автомобиля;
- исполнительный модуль должен выполнять функции ускорительного клапана;
- РТС должен обеспечивать возможность трехкратного повышения выходного давления по отношению к входному и четырехкратного понижения.

6. Гистерезисные явления в статических характеристиках следящих пневмоаппаратов в значительной степени определяются конструкцией двухседельных клапанов. Наиболее рациональной является конструкция двухседельного клапана с равными диаметрами опорных поверхностей седел и диаметром подвижно-уплотненной перегородки.

7. Если на автомобиле устанавливается один динамический РТС, то для получения нелинейного распределения тормозных сил необходимо, чтобы регулирование приводного давления в контуре осуществлялось по величине, равной отношению нагрузок на оси.

8. Нелинейное распределение осевых тормозных сил, близкое к идеальному достигается при установке динамических РТС с линейной характеристикой на каждой оси автомобиля. В этом случае, получается однозначное, не зависящее от загрузки автомобиля соответствие между усилием на тормозной педали и замедлением автомобиля.

9. Разработанные методики расчетов и оптимизации параметров РТС могут быть использованы в практических расчетах при проектировании тормозных систем автомобилей.

Основные положения диссертации отражены в следующих работах:

1. Островская С. И., Рубанов О. А., Рябконов В. А. Исследование статистических законов распределения осевых тормозных моментов автомобиля. ХАЛИ, Харьков, 1991. Деп. в УкрНИИТИ 10.01.91, N 107-Ук 91.
2. Туренко А. Н., Клименко В. И., Богомолов В. А., Рубанов О. А. и др. Выбор соотношения и величин осевых тормозных моментов при проектировании тормозной системы автомобиля. Деп. в ШИИТЭИавтопром N 1777 - ап 86, 1988.
3. Туренко А. Н., Клименко В. И., Рубанов О. А. Синтез функциональных схем пневматических аппаратов на основе исчисления предикатов математической логики. Деп. в ШИИТЭИавтопром N 1580 - ап 87, 1987.

4. А. с. СССР 1527050. Устройство для управления пневматическим тормозным приводом. 1988.
5. А. с. СССР 1527045. Регулятор тормозных сил. 1988.
6. А. с. СССР 1516400. Регулятор тормозных сил. 1988.
7. Положительное решение по заявке N 805272/11. Тормозная система. 1990.
8. Положительное решение по заявке N 4796919/11. Регулятор тормозных сил. 1990.
9. Положительное решение по заявке N 4816779/11. Регулятор тормозных сил, 1990.
10. Положительное решение по заявке N 4909843/11. Регулятор тормозных сил, 1990.
11. Положительное решение по заявке N 4370200/31-11. Регулятор тормозных сил, 1988.
12. Положительное решение по заявке N 4651090/31-11. Аппарат пневматического привода тормозов, 1989.
13. Положительное решение по заявке N 4765097/11. Регулятор тормозных сил, 1989.
14. Положительное решение по заявке N 4634361/31-11. Регулятор тормозных сил, 1989.
15. Положительное решение по заявке N 4669394/31-11. Регулятор тормозных сил, 1989.
16. Положительное решение по заявке N 4662122/31-11. Регулятор тормозных сил, 1989.
17. Положительное решение по заявке N 4662020/31-11. Регулятор тормозных сил, 1989.
18. Положительное решение по заявке N 4643380/31-11. Регулятор тормозных сил, 1989.

19. Положительное решение по заявке N 4765006/11. Регулятор тормозных сил, 1990.
20. Положительное решение по заявке N 4268629/11. Привод тормозов транспортного средства, 1990.

465952

AB 27.830

AB 27.830