

## БЕЗПЕКА АВТОТРАНСПОРТУ В СИСТЕМІ ВАДС

*Степанов А. В.*, кандидат технічних наук, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків, Україна

## MOTOR VEHICLE SAFETY SYSTEM DVRE

*Stepanov A. V.*, Ph.D., Kharkiv National Automobile and Highway University, Kharkov, Ukraine

## БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТА В СИСТЕМЕ ВАДС

*Степанов А. В.*, кандидат технических наук, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, Харьков, Украина

**Вступление.** Увеличение численности автомобилей в стране, с явной тенденцией его старения и приток старых автомобилей из-за рубежа, определенным образом сказывается в целом на обеспечении безопасности дорожного движения и безопасности автомобильного транспорта [3, 4, 8]. Воздействие на водителя дополнительных нагрузок, вызванных недостатками конструкции автомобиля или его неудовлетворительным состоянием, резко ухудшают качество вождения, а в особенно неблагоприятных случаях приводят к дорожно-транспортным происшествиям (ДТП), что является одной из серьезнейших социально-экономических проблем.

Таким образом, интенсивное увеличение плотности и скорости движения автомобилей на дорогах Украины, а также решение проблемы снижения аварийности обусловили необходимость повышения требований безопасности дорожного движения, улучшения активной безопасности и особенно тормозных свойств автомобилей за счёт параметрической и структурной оптимизации конструкций, использование новых, более эффективных решений [5].

**Анализ основных исследований и публикаций.** В научной литературе категория безопасности автотранспорта в системе безопасности дорожного движения (БДД) рассматривается в различных аспектах, соответственно в его понятие вкладывается разный смысл [1–8]. Вопросам исследования безопасности автотранспорта и поискам путей её совершенствования посвящены разноплановые труды Д. А. Антонова, О. В. Бажинова, Ю. Б. Беленького, В. А. Богомолова, Г. В. Борисенко, В. М. Варфоломеева, А. А. Великанова, В. П. Волкова, С. М. Гецовича, М. Я. Говорушенка, О. С. Гринченка, Б. Б. Генбома, Н. А. Гесслера, А. Б. Гредескула, І. Е. Дюмина, А. С. Квитчука, Г. М. Косолапова, О. П. Кравченка, А. П. Кузнецова, В. Г. Кухтова, А. Т. Лебедева, М. А. Подригало, А. И. Рябчинского, В. Ю. Степанова, А. М. Туренка, А. С. Федосова, Е. А. Чудакова и др. Ими отмечено, что решение задачи безопасности автотранспорта должно осуществляться комплексно, с учетом возможностей всех звеньев системы «Водитель – Автомобиль – Дорога – Среда» (ВАДС).

**Постановка задачи.** Рассмотреть работу экспериментальной системы автоматического распределения тормозных моментов на колёсах передней оси легкового автомобиля в системе его активной безопасности.

**Решение задачи.** Под безопасностью дорожного движения подразумевается уровень защиты и комплекс мер по предотвращению аварий на дорогах общего пользования, которые приводят к материальному ущербу, травмам или летальным случаям [1, 2, 4, 7]. По некоторым оценкам специалистов, активная безопасность автомобиля при оптимизации управленческого уровня вождения является одним из основных факторов в обеспечении БДД [3, 7]. Водителю необходимо заранее выбирать необходимые параметры движения с учетом систем его информационного обеспечения, систем предупреждения от различного рода опасностей, а также рекомендаций необходимых действий в сложившейся ситуации. При этом, рассматривая проблемы повышения БДД, актуальным является необходимость разработки систем, которые позволят либо нейтрализовать избыточное управляющее воздействие, либо осуществлять коррекцию недостаточных управляющих действий водителя.

В качестве варианта практического решения этой задачи предлагается рассмотреть систему автоматического распределения тормозных моментов на колёсах передней оси легкового автомобиля

(рис. 1), что значительно оптимизирует параметры управляемости и устойчивости как важных показателей активной безопасности автотранспорта [5].

Разработанная система работает следующим образом. При торможении дисковыми тормозными механизмами ( $ТМ$ ) сигналы из тензодатчиков ( $ТД$ ) левого и правого колеса поступают в  $БУ$  и обработки сигналов  $БУ$  для оценки величины  $ТМ$ . Время, прошедшее с момента начала движения тормозной педали до начала торможения, которое фиксировалось появлением сигнала из  $ТД$  в  $ТМ$ , принималось за время нарастания давления в тормозном приводе автомобиля. При наличии неравномерности распределения тормозных моментов между колёсами передней оси  $БУ$  автоматически задействовал  $ТМ$  с электроприводом ( $ТМ^э$ ) для подтормаживания колёс.

Для определения тормозного момента передний болт крепления дисковых тормозных механизмов заменён на специальное крепление с наклеенным тензорезистором КФ5, сигнал из которого принимался за эквивалент величины тормозного момента.

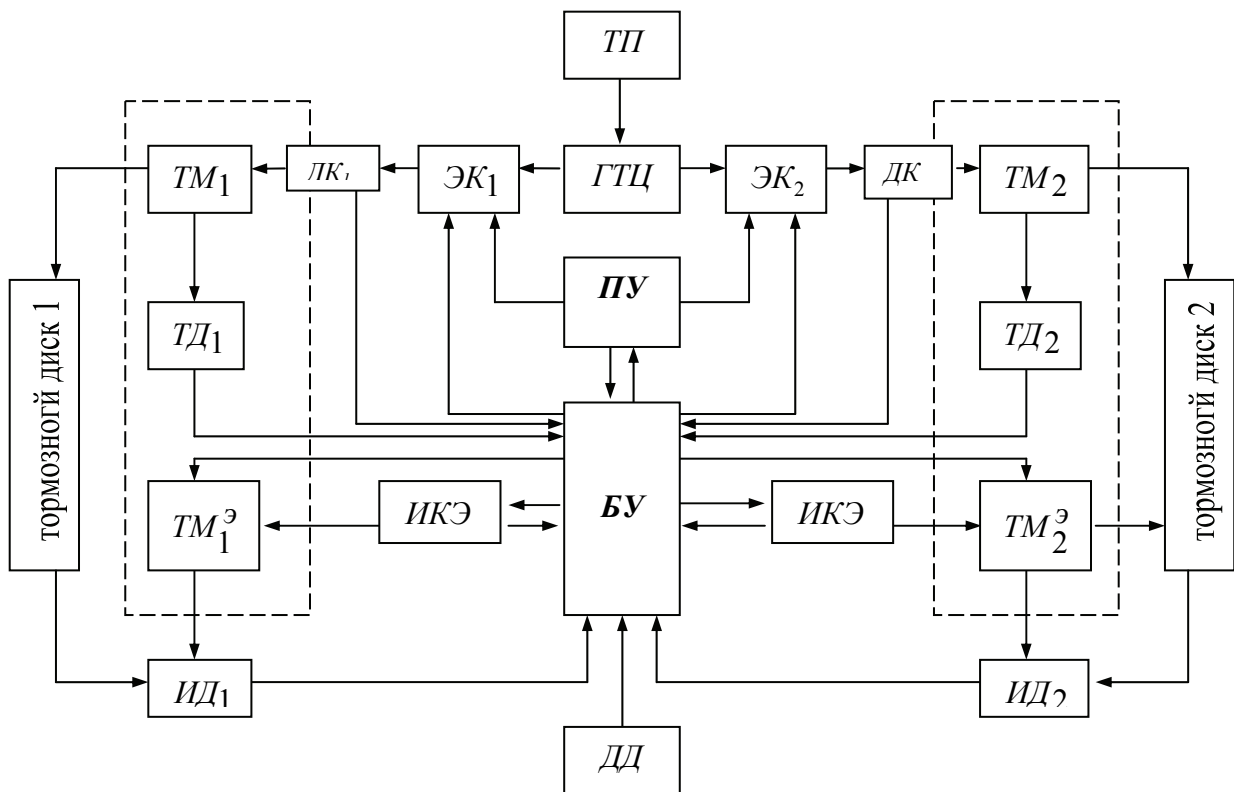


Рисунок 1 – Структурная схема системы автоматического распределения тормозных моментов на колёсах передней оси легкового автомобиля:

$ТП$  – тормозная педаль с датчиком движения;  $ДД$  – датчик давления в тормозной системе;  $ГТЦ$  – главный тормозной цилиндр;  $ЭК_1$ ;  $ЭК_2$  – электрические клапаны отключения гидропривода на правом и левом колесе;  $ДК$  – датчик контроля исправности контура торможения;  $ПУ$  – пульт управления работой тормозных механизмов;  $ТМ_1$ ;  $ТМ_2$  – тормозные механизмы с гидроприводом;  $БУ$  – блок управления и обработки информации;  $ТД_1$ ;  $ТД_2$  – тензодатчики на левом и правом колесе;  $ТМ_1^э$ ;  $ТМ_2^э$  – тормозные механизмы с электромеханическим приводом;  $ИД_1$ ;  $ИД_2$  – индукционные датчики угловой скорости вращения левого и правого колеса;  $ИКЭ$  – импульсный конденсатор энергоёмкий

Тензодатчики ( $ТД$ ) передних (левого и правого) колес включены в мостовую схему, а появляющаяся неравномерность тормозных моментов через блок управления автоматически оптимизировалась за счёт включения дополнительных тормозных механизмов с электромеханическим приводом (рис. 1, 2, 4).

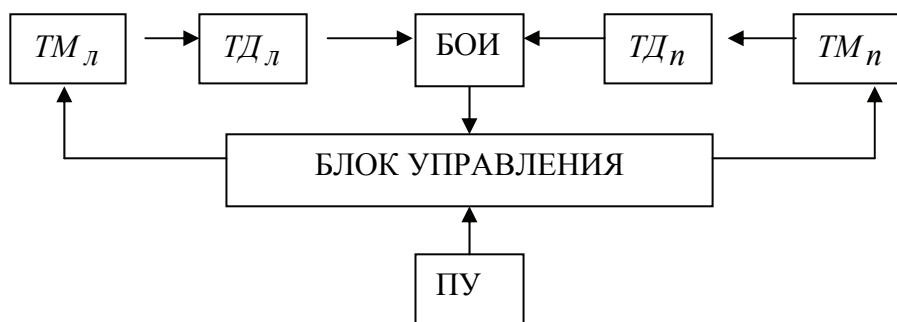


Рисунок 2 – Структурная схема измерительных каналов тензодатчиков:

$ТМ_л, ТМ_п$  – тормозные механизмы левого и правого передних колёс;

$ТД_л, ТД_п$  – тензодатчики в тормозных механизмах левого и правого передних колёс;

$БОИ$  – блок обработки информации от тензодатчиков;  $ПУ$  – пульт управления работой тормозных механизмов передних колёс автомобиля

Управление работой тормозных механизмов осуществлялось как автоматически, так и через специально изготовленный пульт управления ( $ПУ$ ) вместе с блоком управления.  $ПУ$  позволял через электрические клапаны ( $ЭК$ ) отключать гидропривод к тормозным механизмам ( $ТМ$ ) левого и правого передних колёс автомобиля в выбранной последовательности.

При отказах в работе генератора и аккумуляторной батареи автомобиля был предусмотрен аварийный энергоаккумулятор ( $ИКЭ$ ), который автоматически подключается к блоку управления системой и к линии электромеханического привода торможения.

Индукционные датчики ( $ИД$ ), установленные на колёсных дисках, контролировали угловую скорость передних колёс. При этом информация поступала в  $БУ$ , где обрабатывалась с целью недопущения блокирования колёс, т.е. при снижении угловой скорости вращения колеса до  $2с^{-1}$ , электропривод ( $ТМ^э$ ) автоматически отключался. Дальнейшее торможение происходило за счёт тормозного механизма ( $ТМ$ ) с гидроприводом.

При отказе гидропривода тормозного механизма ( $ТМ$ ), блок управления ( $БУ$ ), анализируя информацию от индукционных датчиков ( $ИД$ ), датчика давления ( $ДД$ ) и датчика движения тормозной педали ( $ТП$ ), автоматически подключал к работе тормозные механизмы с электроприводом ( $ТМ^э$ ). При повреждении любого контура торможения, который контролируется датчиками контроля исправности контура ( $ДК$ ), блок управления ( $БУ$ ) автоматически включает дополнительные тормозные механизмы ( $ТМ^э$ ) вместо вышедшего из строя гидравлического тормозного механизма ( $ТМ$ ), с выдачей информации водителю, сохраняя при этом курсовую устойчивость автомобиля.

Во время эксперимента, с пульта управления ( $ПУ$ ), искусственно создавалась ситуация отказа работы всех контуров тормозной системы. При этом блок управления ( $БУ$ ) системы автоматически задействовал включение дополнительных тормозных механизмов ( $ТМ^э$ ) передних колёс до полной остановки автомобиля, т.е. автоматически производилось аварийное торможение с сохранением курсовой устойчивости автомобиля.

С целью проверки работы аварийного энергоаккумулятора при торможении, искусственно, создавалась ситуация обрыва электроцепи питания. Роль аварийного энергоаккумулятора выполнял промышленный импульсный энергоёмкий конденсатор ( $ИКЭ$ ). По зарядно-разрядным характеристикам  $ИКЭ$  представляет конденсатор сверхбольшой ёмкости ( $90Ф$ ) с малым внутренним сопротивлением. При работе  $ИКЭ$  обеспечивает высокую импульсную мощность, достаточную для работы электронного блока управления системы и электропривода тормозных механизмов. Зарядка  $ИКЭ$  осуществляется автоматически от любого источника постоянного тока напряжения 12–14 В, время зарядки – 100 секунд.

Структурная схема обработки сигналов блоком функциональной диагностики показана на рис. 3.

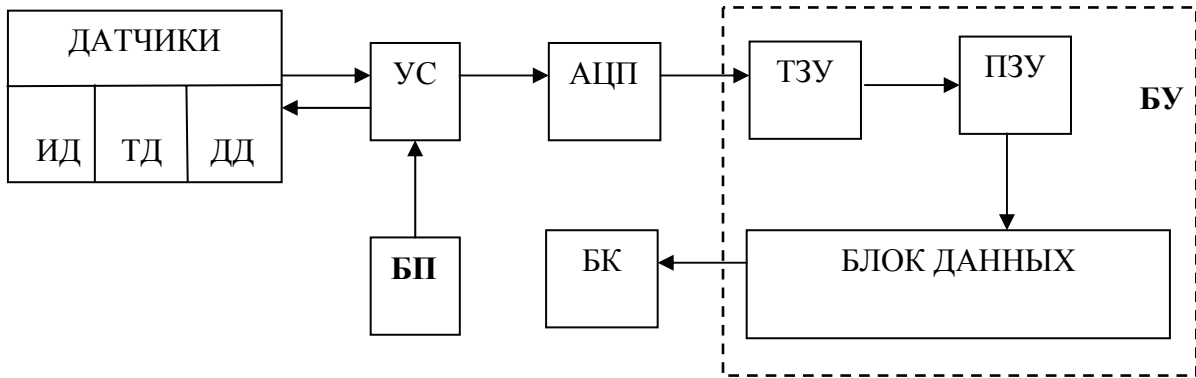


Рисунок 3 – Структурная схема обработки сигналов

Сигнал из индукционного датчика (ИД), тензодатчика (ТД) и датчика давления (ДД) поступает в усилитель сигналов (УС), далее на аналого-цифровой преобразователь (АЦП), в котором непрерывная измеряемая величина автоматически преобразуется в дискретную, подвергается цифровому кодированию в блоке управления (БУ). В блоке управления входной сигнал, проходя через текущее запоминающее устройство (ТЗУ) и постоянное запоминающее устройство (ПЗУ), попадает в блок данных для дальнейшей обработки сигнала и ввода в бортовой компьютер (БК). Схема запитывается из блока питания (БП) автомобиля или аварийного энергоаккумулятора (ИКЭ).

Во время дорожных испытаний на легковом автомобиле «Опель-Аскона» (автомобиль без АБС), для проверки работы автоматической системы распределения тормозных моментов, на тормозные диски передних колёс в дополнение к рабочему тормозному механизму с гидроприводом **1** установлены специально изготовленные автором тормозные механизмы с электромеханическим приводом **2**, в виде моноблока состоящего из шагового двигателя с редуктором (рис. 4). Тормозной механизм с электромеханическим приводом собран отдельно на базе подвижного тормозного механизма от автомобиля «ДЭУ». Крепление дополнительного тормозного механизма с электромеханическим приводом **2** осуществлялось посредством специального крепления.



Рисунок 4 – Тормозные механизмы на передней оси испытуемого автомобиля:

1– тормозной механизм с гидроприводом;

2– экспериментальный тормозной механизм с электромеханическим приводом

С пульта управления (ПУ) через электроклапан (ЭК), который был вмонтирован в гидропривод передних колес, имитировался отказ работы правого контура гидропривода рабочих тормозных механизмов **1**. Блок функциональной диагностики, реагируя на отказ конкретного контура торможения, выдавал сигнал на электронный блок управления (БУ). Система автоматического снижения неравномерности тормозных моментов, автоматически, без вмешательства водителя, задействовала дополнительные тормозные механизмы с электромеханическим приводом (ТМ<sup>э</sup>) на

колесах передней оси автомобиля, в результате чего происходило аварийное торможение с сохранением курсовой устойчивости автомобиля на мерном участке дороги (рис. 5).

При всех торможениях легкового автомобиля с включенной системой снижения неравномерности тормозных моментов на колесах передней оси сохранялась курсовая устойчивость.

Дополнительно, при аварийном торможении, для создания ситуации обрыва цепи электропитания в электромеханическом приводе, дистанционно отключалась аккумуляторная батарея и блок генератора. Блок управления автоматически подключал систему электропривода дополнительных тормозных механизмов к аварийному энергоаккумулятору (ИКАЭ). Время переключения электропитания не влияло на работу системы и на курсовую устойчивость автомобиля при торможении.



а)



б)

*Рисунок 5 – Испытуемый автомобиля в начале (а) и в конце (б) аварийного торможения с включенной системой автоматического снижения неравномерности тормозных моментов на колесах передней оси*

**Выводы.** Исследования системы автоматического снижения неравномерности тормозных моментов на колесах передней оси легкового автомобиля показали эффективность разработанной системы активной безопасности автотранспорта. Экспериментально было установлено, что снизить неравномерность тормозных сил на передних колесах возможно с помощью системы автоматического регулирования.

Получено подтверждение того, что при использовании системы автоматического снижения неравномерности тормозных моментов на колесах передней оси за счёт быстрого действия значительно сокращается время торможения и тормозной путь. Система электромеханического привода может служить запасным (аварийным) контуром торможения, что улучшает параметры управляемости и устойчивости автомобиля как важных показателей активной безопасности автотранспорта в системе безопасности дорожного движения. Разработанная система электромеханического привода может использоваться как стояночный тормоз и как противоугонное устройство в системе безопасности автотранспорта.

#### ПЕРЕЧЕНЬ ССЫЛОК

1. Квитчук А. С. Проблемы совершенствования системы безопасности дорожного движения / А. С. Квитчук Н. А. Синькевич // Транспортное право. – 2007. – № 4. – С. 12–29.
2. Кузнецов А. П. Актуальные проблемы обеспечения дорожного движения на современном этапе / А. П. Кузнецов, С. В. Изосимов, Н. Н. Маршак // Транспортное право. – 2007. – № 1. – С. 19–31.
3. Рябчинский А. И. Устойчивость и управляемость автомобиля и безопасность дорожного движения [Текст] / А. И. Рябчинский, В. З. Русаков, В. В. Карпов. – Шахты: ЮРГУЭС, 2008. – 177 с.
4. Скороходов Д. А. Проблемы безопасности транспорта / Д. А. Скороходов, А. Л. Стариченков // Транспортная безопасность и технологии. №2 (3), 2005г. — С. 24–27.
5. Степанов В. Ю. Тормозная динамичность в системе безопасности автотранспорта [моногр.] / В. Ю. Степанов, А. В. Степанов. — Харьков : «С. А. М.», 2010. — 247 с.
6. Справочник по безопасности дорожного движения. Обзор мероприятий по безопасности дорожного движения/Копенгаген: Институт экономики транспорта, 1996. – 646 с.
7. Сургачев И.Е. Транспортная безопасность/И.Е.Сургачев. – М. – 2007. – 270с.

8. Стариченков А.Л. Методология обеспечения безопасности транспортных средств [текст]: автореф. дис... докт. техн. наук: 05.22.01/Стариченков А.Л. – Санкт-Петербург, 2011. – 40с.

#### PREFERENCES

1. Kvitchuk A. S. Problemy sovershenstvovaniya sistemy bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Problems of improvement of road safety]. *Transportnoe parvo- transport Law*, 2007, № 4, pp. 12–29. (Rus)
2. Kuznecov A. P. Aktual'nye problemy obespecheniya dorozhnogo dvizheniya na sovremennom jetape [Actual problems of traffic at the present stage] *Transportnoe parvo - transport Law*, 2007, № 1, pp. 19–31. (Rus)
3. Rjabchinskij A. I. *Ustojchivost' i upravljaemost' avtomobilja i bezopasnost' dorozhnogo dvizheniya* [Stability and control of the car and road safety]. Shahty, JuRGUJeS, 2008. 177 p. (Rus)
4. Skorohodov D. A. Problemy bezopasnosti transporta [Transportation Safety Issues] *Transportnaja bezopasnost' i tehnologii - Transport security and technologies*, №2 (3), 2005, pp. 24–27. (Rus)
5. Stepanov V. Ju. *Tormoznaja dinamichnost' v sisteme bezopasnosti avtotransporta* [Brake dynamism in the Motor Vehicle Safety]. Kharkov, «S. A. M.», 2010. 247 p. (Rus)
6. Spravochnik po bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya. Obzor meroprijatij po bezopasnosti dorozhnogo dvizheniya [Guide to road safety. Overview of road safety] Kopenhagen: Institut jekonomiki transporta, 1996. 646 p. (Rus)
7. Surgachev I.E. *Transportnaja bezopasnost'* [Transportation Security] Moscow 2007. 270p. (Rus)
8. Starichenkov A.L. *Metodologija obespecheniya bezopasnosti transportnyh sredstv* Dokt, Diss. [Methodology to ensure the safety of vehicles. Dokt. Diss.] Sanut-Peterburg, 2011. 40p. (Rus)

#### РЕФЕРАТ

Степанов О.В. Безпека автотранспорту в системі ВАДС / А.В.Степанов // Вісник Національного транспортного університету. Серія «Технічні науки». Науково-технічний збірник. – К. : НТУ, 2016. – Вип. 1 (34).

У статті показана робота гальмівного механізму з електромеханічним приводом і його переваги перед гальмівним механізмом з гідроприводом.

Об'єкт дослідження - гальмівна система автомобіля.

Мета роботи - розглянути роботу експериментальної системи автоматичного розподілу гальмівних моментів на колесах передньої осі легкового автомобіля в системі його активної безпеки.

Метод дослідження - емпіричний.

Встановлено, що за наявності системи автоматичного зниження нерівномірності гальмівних моментів на колесах передньої осі, при гальмуванні, за рахунок швидкодії значно скорочується час гальмування і гальмівний шлях, що оптимізує параметри керованості і стійкості автомобіля як важливих показників безпеки автотранспорту в системі ВАДС.

Запропоновано використовувати гальмівний механізм з електромеханічним приводом як запасний контур гальмування і як гальмо стоянки.

**КЛЮЧОВІ СЛОВА:** БЕЗПЕКА АВТОТРАНСПОРТУ, гальмівні механізми, ЕЛЕКТРОМЕХАНІЧНИЙ ПРИВІД, АВТОМАТИЧНЕ ЗНИЖЕННЯ НЕРІВНОМІРНОСТІ.

#### ABSTRACT

Stepanov A.V. Security transport system DVRE. Visnyk National Transport University. Series «Technical sciences». Scientific and Technical Collection. – Kyiv: National Transport University, 2016. – Issue 1 (34).

The article shows the operation of the brake with an electromechanical drive and its advantages over the hydraulic brake mechanism.

The object of study - the car's braking system

Purpose - to consider the work of an experimental system for car's automatic distribution of braking torque on the wheels of the front axle in active safety system.

Method of research - empirichecky.

It was found (that) braking and braking distances becomes shorter in the presence of the automatic reduction of uneven braking torke on the front axle's wheels. This one optimizes vehicle handling and stability as an important indicator of the safety of vehicles in the DVRE.

It's suggested to use the brake with an electromechanical drive as a spare circuit braking and as a parking brake.



KEYWORDS: SAFETY OF VEHICLES, THE BRAKES ELECTROMECHANICAL DRIVE, THE AUTOMATIC REDUCTION IS UNEVEN

#### РЕФЕРАТ

Степанов А.В. Безопасность автотранспорта в системе ВАДС / А.В.Степанов // Вестник Национального транспортного университета. Серия «Технические науки». Научно-технический сборник. – К. : НТУ, 2016. – Вып. 1 (34).

В статье показана работа тормозного механизма с электромеханическим приводом и его преимущества перед тормозным механизмом с гидроприводом.

Объект исследования – тормозная система автомобиля.

Цель работы – рассмотреть работу экспериментальной системы автоматического распределения тормозных моментов на колёсах передней оси легкового автомобиля в системе его активной безопасности.

Метод исследования – эмпирический.

Установлено, что при наличии системы автоматического снижения неравномерности тормозных моментов на колёсах передней оси, при торможении, за счёт быстрого действия значительно сокращается время торможения и тормозной путь, что оптимизирует параметры управляемости и устойчивости автомобиля как важных показателей безопасности автотранспорта в системе ВАДС.

Предложено использовать тормозной механизм с электромеханическим приводом как запасной контур торможения и как стояночный тормоз.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОТРАНСПОРТА, ТОРМОЗНОЙ МЕХАНИЗМ, ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЙ ПРИВОД, АВТОМАТИЧЕСКОЕ СНИЖЕНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ.

#### АВТОР:

Степанов Олексій Вікторович, кандидат технічних наук, доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, доцент кафедри організації та безпеки дорожнього руху, e-mail: cc\_7@ukr.net, тел. 066-770-30-96, Україна, 61002, м.Харків, вул. Петровського, 25.

#### AUTHOR:

Stepanov Alexey Viktorovich, PhD, associate professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, assistant professor of organization and safety of traffic, e-mail: cc\_7@ukr.net, tel. 066-770-30-96, Ukraine, 61002, Kharkov, st. Petrovsky, 25.

#### АВТОР:

Степанов Алексей Викторович, кандидат технических наук, доцент, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, доцент кафедры организации и безопасности дорожного движения, e-mail: cc\_7@ukr.net, тел. 066-770-30-96, Украина, 61002, г.Харьков, ул. Петровского, 25.

#### РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Полянский А.С., доктор технических наук, профессор, Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет, профессор кафедры технологии машиностроения и ремонта машин, Харьков, Украина.

Поляков В.М., кандидат технических наук, доцент, Национальный транспортный университет, профессор кафедры автомобилей, Киев, Украина.

#### REVIEWER:

Polanskij A.S., doctor of technical sciences, professor, Kharkiv National Automobile and Highway University, professor of mechanical engineering and repair of machines, Kharkov, Ukraine.

Polyakov V.M., Ph.D., Associate Professor, National Transport University, Professor of cars, Kiev, Ukraine.