

ДО АНАЛІЗУ СИСТЕМ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СТІЙКОСТІ АВТОПОЇЗДА У ГАЛЬМІВНОМУ РЕЖИМІ

Прогній П.Б., Національний транспортний університет, Київ, Україна

TO THE ANALYSIS OF SYSTEMS THAT PROVIDES LORRY CONVOY STABILITY IN BRAKING MODE

Progniy P.B., National Transport University, Kyiv, Ukraine

К АНАЛИЗУ СИСТЕМ ОБЕСПЕЧЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ АВТОПОЕЗДА В ТОРМОЗНОМ РЕЖИМЕ

Прогній П.Б., Национальный транспортный университет, Киев, Украина

Вступ. Стрімке зростання кількості автомобілів, збільшення рівня завантаження транспортних шляхів та вдосконалення швидкісних режимів руху на сучасних автомагістралях вимагає покращення показників безпеки руху транспортних засобів. Одним із шляхів вирішення даної проблеми є поліпшення стійкості транспортних засобів, зокрема у гальмівному режимі.

Особливо актуальним це питання є для автомобільних поїздів, які отримують дедалі більше застосування при перевезенні вантажів. Відомо, що процес руху та гальмування автопоїзда є набагато складнішим ніж одиничного автомобіля. Цю відмінність можна пояснити наявністю додаткових зусиль що виникають у шарнірному з'єднанні ланок автомобільного поїзда, а також сил і моментів, які діють на його окремі ланки та рух транспортного засобу в цілому. Особливо помітним є їх вплив при гальмуванні автопоїзда, яке може супроводжуватися складанням ланок та втратою стійкості транспортного засобу. Тому для забезпечення стійкості автопоїзда у гальмівному режимі на сьогодні використовують низку різноманітних систем.

Метою даної статті є аналіз систем, які застосовують для забезпечення стійкості транспортних засобів у гальмівному режимі та визначення перспективи їх використання при вирішенні проблеми збереження стійкості автопоїздів у процесі гальмування.

Основна частина. Досягнення поставленої мети реалізується шляхом дослідження будови та принципу дії найбільш вживаних на сьогодні систем, які використовують для забезпечення стійкості транспортних засобів у гальмівному режимі, визначення їх переваг та недоліків.

Покращення стійкості транспортних засобів в процесі гальмування досягають шляхом обмеження впливу факторів, які чинять на неї негативний вплив. Для цього на сьогодні розроблено значну кількість технічних пристроїв та систем, які, наприклад, дозволяють регулювати синхронність спрацювання гальмівних приводів; здійснюють розподіл гальмівних сил по осях автомобіля; обмежують величину гальмівних моментів на колесах транспортного засобу для уникнення їх передчасного блокування; унеможливають складання ланок автопоїзда, шляхом блокування поворотних пристроїв причепів та ін.. Загалом з усіх пристроїв, які допомагають забезпечувати стійкість автомобіля при гальмуванні найбільш вживаними на сьогодні є:

- Регулятори гальмівних сил (РГС);
- Системи автоматичного регулювання гальмівних моментів коліс автомобіля або антиблокувальні системи (АБС);

Регулятори гальмівних сил (РГС) використовують для розподілу сумарної гальмівної сили по осях транспортного засобу. Головна вимога до даних систем [1, 2, 3] полягає у забезпеченні кращого використання зчпної маси автомобіля та випереджуючого блокування передніх коліс при гальмуванні у різних експлуатаційних умовах.

Проблемами розподілу гальмівних сил та вдосконаленням регуляторів займалися Д. А. Антонов, Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд, Г. М. Косолапов, Д. О. Соцков, О. М. Солнцев, М. А. Подригало, В. П. Волков та інші вчені.

Регулятори гальмівних сил встановлюють на задні колеса двовісного автомобіля. Вони обмежують тиск у задніх гальмівних механізмах та не допускають першочергового блокування задніх коліс, хоча самого їх блокування не усувають. Завдяки своєму впливу РГС забезпечують стійкість автомобіля під час гальмування, захищаючи його від заносу. Використання регуляторів гальмівних сил також дозволяє знизити нерівномірність в енергонавантаженні передніх та задніх гальмівних механізмів при службовому гальмуванні [3].

РГС характеризують робочою характеристикою, яка описується залежністю тиску P_2 в задніх циліндрах гальмівних механізмів від тиску в передніх P_1 (рис. 1). Робоча характеристика регулятора характеризується двома параметрами [1]:

- 1) точкою спрацювання регулятора n , яка показує на характеристиці місце, до якого $P_1=P_2$. Тобто, до даної точки регулятор не виправляє характеристику гальмівного приводу;
- 2) коефіцієнтом передачі регулятора α_0 , який є тангенсом кута нахилу робочої характеристики регулятора при $p > p_{10} = p_{20}$.

Залежно від робочих характеристик РГС поділяють на два види [1, 3]:

- Обмежувачі тиску, які в межах $p > p_0$ просто обмежують тиск в задньому контурі приводу (на задніх колесах). Для даного типу РГС коефіцієнт передачі $\alpha_0 = 0$. Такий тип регуляторів отримав обмежене поширення через те, що їх реальна робоча характеристика надто відрізняється від ідеальної.

- Компенсатори тиску, які після досягнення точки n змінюють нахил характеристики, при цьому справджується рівність $\alpha_0 < \alpha$. Такий тип регуляторів більш поширений.

Компенсатори тиску, залежно від характеру роботи, поділяють на такі типи [1, 3]:

- променеві, в яких $P_2 = \alpha \cdot P_1$ (рис. 1 а);
- з постійною точкою спрацювання (рис. 1 б);
- з постійною точкою спрацювання і пропорційним клапаном (рис. 1 в);
- зі змінною точкою спрацювання та змінним коефіцієнтом передачі регулятора (рис. 1 г).

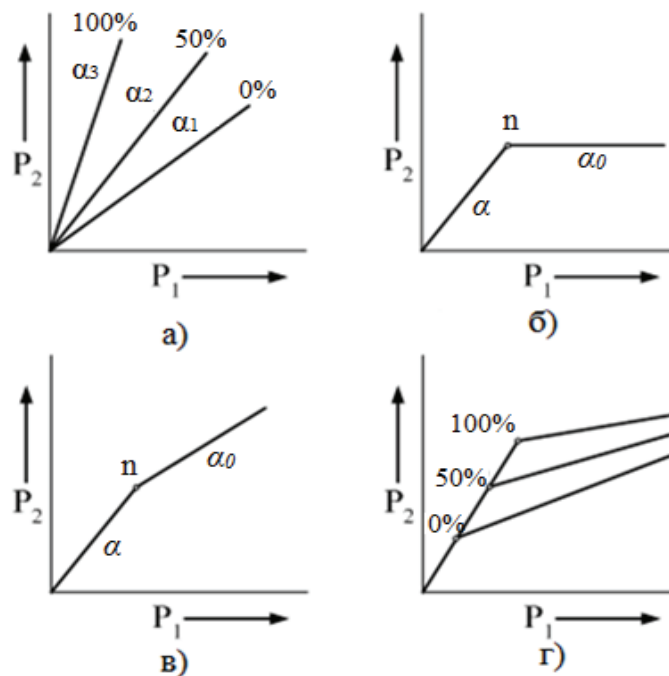


Рисунок 1 – Робочі характеристики РГС: α – коефіцієнт передачі регулятора; P_1, P_2 – тиск у робочих циліндрах відповідно передніх і задніх гальмівних механізмів.

У процесі роботи РГС використовують інформацію про стан автомобіля. Тому, залежно від конструктивних особливостей, РГС можуть використовувати такі параметри як, прогин підвіски, тиск робочого тіла в гальмівній системі, поздовжнє та бокове прискорення автомобіля, та інші [1].

Регулятори гальмівних сил використовуються на багатьох транспортних засобах, але особливо ефективними [1] є при застосуванні на автомобілях із короткою базою та високим розміщенням центра мас, а також на автомобілях з великою різницею статичних і динамічних нормальних навантажень.

До основних переваг використання регуляторів гальмівних сил можна віднести [1, 2, 3]:

- порівняно низьку вартість обладнання автомобіля РГС у порівнянні з АБС;
- відсутність пульсації гальмівних сил, що унеможливорює виникнення додаткових динамічних навантажень на ходову частину автомобіля;
- збереження працездатності робочої гальмівної системи автомобіля при відмові РГС;
- використання РГС не потребує додаткових навиків водіння автомобілем.

На роботу РГС впливають такі фактори, як точність їх встановлення, зношення ресорних опор, остаточна деформація ресор, поворот заднього моста, та ін.. Через відсутність безпосереднього зв'язку із колесами автомобіля, РГС не в змозі протидіяти впливу бортової нерівномірності коефіцієнта зчеплення та нерівномірній дії гальмівних моментів на колесах однієї осі транспортного засобу, що можна віднести до недоліків РГС.

Сучасні системи автоматичного усунення юзу коліс при гальмуванні прийнято називати антиблокувальними системами (АБС). Вони призначені для забезпечення ефективного гальмування автомобіля у різних умовах при збереженні його стійкості. В загальному суть роботи АБС [1, 4, 5, 6] зводиться до регулювання гальмівних моментів коліс автомобіля для підтримання їх кутових швидкостей в діапазоні, який забезпечуватиме оптимальне співвідношення гальмівної ефективності та стійкості транспортного засобу.

Над проблемами розробки, дослідженням особливостей роботи та вдосконаленням конструкцій АБС працювали Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд, О. О. Ревін, Г. М. Косолапов, Б. С. Фалькевич, П. М. Малюгін, Д. О. Соцков, С. О. Ревін, О. М. Солнцев, В. П. Волков та інші вчені.

Залежно від конструктивних особливостей АБС можуть працювати за різними алгоритмами. Здебільшого дані алгоритми засновані на принципі релейного керування гальмуванням зі зворотним зв'язком, залежно від динамічного стану колеса, який оцінюється за величиною чи характером зміни кінематичного параметра, що характеризує процес гальмування [6]. Основним параметром, від якого «відштовхується» АБС в процесі роботи, є частота обертання колеса.

Конструктивно, усі існуючі АБС включають в себе три головні складові [1, 4-6]: датчики, які встановлюють на колесах автомобіля для отримання інформації про швидкість їх обертання; електронний блок, завданням якого є отримання та обробка інформації; модулятор або блок модуляторів, які змінюють тиск в гальмівній системі. Принципова схема АБС подана на рисунку 2.

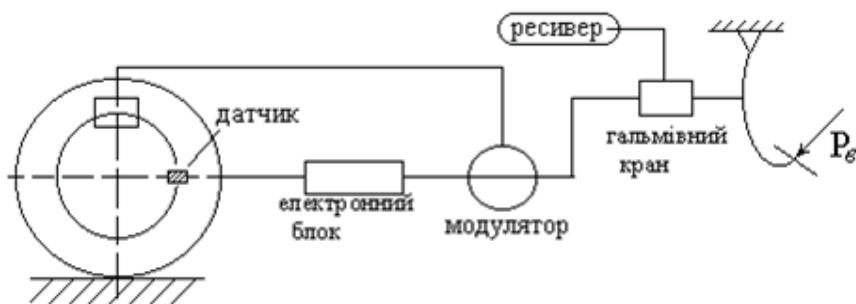


Рисунок 2 – Принципова схема АБС

У процесі гальмування АБС не допускають блокування ні передніх, ні задніх коліс автомобіля. При використанні даних систем, у процесі гальмування колеса автомобіля будуть знаходитися на межі блокування. В даному випадку коефіцієнт зчеплення ц досягає максимального значення, а значить, сповільнення буде максимальним.

Завдяки обмеженню блокування коліс АБС підвищує курсову стійкість автомобіля. Вона зменшує тиск у гальмівних механізмах відповідних коліс доти, поки між шиною і покриттям не відновиться тертя

спокою, при якому можлива передача максимального гальмівного зусилля. При цьому відновлюється можливість колеса сприймати бічні зусилля, тобто зберігається керуваність автомобіля.

Для характеристики АБС використовують залежність тиску в гальмівному циліндрі від часу гальмування (рис. 3 а) та залежність ковзання від питомої гальмівної сили (рис. 3 б) [6].

При обладнанні автомобілів АБС використовують різноманітні структурні схеми. Так, наприклад, у найефективніших системах кожне колесо має індивідуальне регулювання тиску гальмівної рідини. Кількість датчиків кутової швидкості, модуляторів тиску і каналів управління в цьому випадку дорівнює кількості коліс. Менш досконалі системи обладнують двома датчиками на задніх колесах, одним загальним модулятором і одним каналом управління. Найбільш поширена система з чотирма датчиками, але з двома модуляторами (по одному на вісь) і двома каналами управління. Відома також конструкція триканальної системи з чотирма датчиками кутової швидкості. Три модулятори цієї системи обслуговують три канали таким чином: здійснюють індивідуальне регулювання тиску гальмівної рідини в магістралях передніх коліс окремо і обох задніх коліс разом.

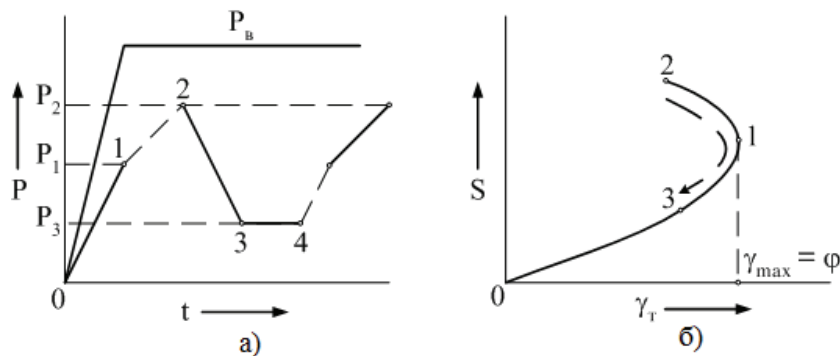


Рисунок 3 – Характеристики АБС

АБС дозволяє покращити стійкість автомобіля при гальмуванні, зберігає при цьому високу керуваність та плавне гальмування без ривків, також АБС володіє хорошою адаптованістю до зміни зовнішніх умов. До переваг цієї системи можна віднести й те, що при виході АБС з ладу забезпечується можливість гальмування автомобіля.

Проте, попри значні переваги над РГС, АБС також має певні недоліки. Зокрема, аналізуючи особливості роботи АБС, дослідники [1, 4, 5] з'ясували, що антиблокувальна система піддається впливу перешкод, спричинених зміною нормального навантаження колеса, зміною гальмівного моменту гальмівного механізму через неточності при його виготовленні, а також через наявність електромагнітних полів. Вагомим недоліком АБС є висока вартість обладнання.

Варто зазначити, що на сьогодні із розвитком техніки та електроніки проводиться багато робіт щодо подальшого вдосконалення антиблокувальних систем, для забезпечення ще кращої стійкості транспортних засобів у процесі гальмування.

Одним із варіантів вдосконалення систем, що забезпечують стійкість транспортних засобів у гальмівному режимі є розробка фірми Westinghouse Air Braking Company (WABCO) [7, 8], що являє собою електронну гальмівну систему – Electronic Brake System (EBS). Дана гальмівна система побудована на основі пневматичної, у якій використані гальмівні апарати з електронним керуванням, що підвищує її швидкодію. Принципова схема автомобіля-тягача, обладнаного системою EBS зображена на рисунку 4.

Подібно до ABS, дана система отримує інформацію про швидкість обертання коліс за допомогою електромагнітних датчиків, розміщених у колесах [7, 8]. У процесі гальмування, при натисканні водієм на педаль гальм, окрім збільшення тиску в гальмівній магістралі генерується пропорційний до нього електричний сигнал. Пропорційний клапан керує тиском повітря у виконавчих гальмівних механізмах передньої осі і працює спільно з клапанами системи ABS. Модулятор тиску містить вбудований електричний модуль, який відповідно до електричних сигналів керує тиском виконавчих гальмівних механізмів задньої осі автомобіля-тягача. В контур гальмівного

приводу задньої осі включено регулятор гальмівних сил, що додатково покращує стійкість транспортного засобу в процесі гальмування.

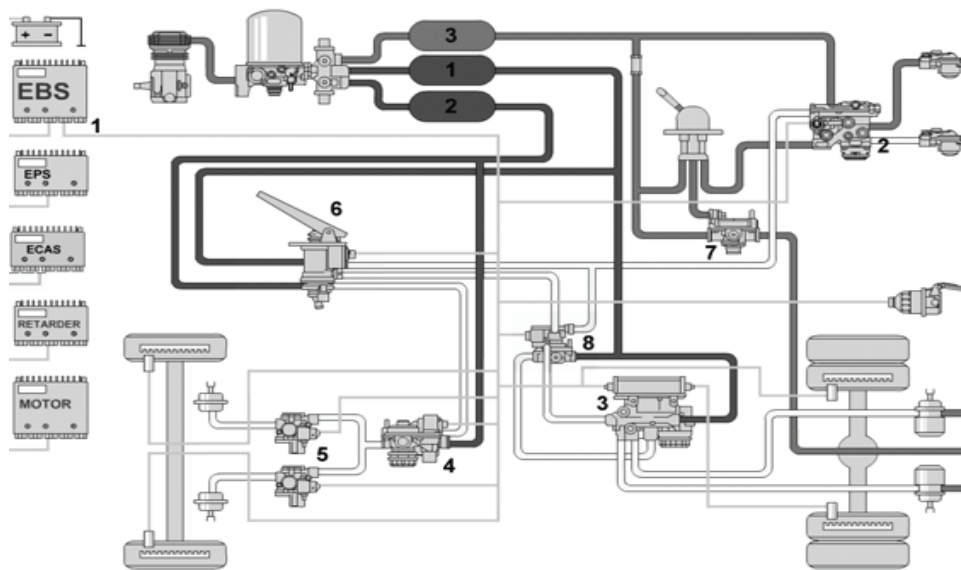


Рисунок 4 – Принципова схема гальмівного приводу EBS автомобіля-тягача: 1. Центральний модуль EBS. 2. Клапан управління гальмами причепа. 3. Модулятор осі. 4. Пропорційний клапан. 5. Модулятор ABS. 6. Датчик гальмівної педалі. 7. Клапан реле. 8. Розподільний клапан задньої осі

Гальмівна система EBS забезпечує скорочення гальмівного шляху та покращує стійкість автомобіля в процесі гальмування. Завдяки сукупності датчиків, дана система здійснює діагностику стану деталей гальмівних механізмів, наприклад знос гальмівних накладок, та повідомляє водія в разі появи певних відхилень.

Фірма WABCO розробила систему EBS як для автомобілів-тягачів, так і для причепів та напівпричепів [8]. Для синхронізації ланок використовують спеціальний електричний роз'єм, який забезпечує передачу даних від центрального модуля по високошвидкісній шині. Проте, слід зазначити, що до автомобіля-тягача з EBS можна приєднувати також причепа зі звичайними гальмівними приводами.

Електронна гальмівна система (EBS) налагоджена таким чином, що при відмові електронної складової зберігається працездатність пневматичної гальмівної системи, що дозволяє здійснювати гальмування автопоїзда, проте з меншою ефективністю.

Основним недоліком даної системи є висока вартість через використання дорогого електронного обладнання, але зі зростанням виробництва вартість системи повинна знизитися.

Висновки. Проведений аналіз дозволив з'ясувати особливості конструкції, принцип дії, а також переваги та недоліки найбільш вживаних систем, які забезпечують стійкість транспортних засобів у процесі гальмування. До них відносять регулятори гальмівних сил (РГС) та антиблокувальні системи (АБС). На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, про те, що антиблокувальна система є більш досконалою у порівнянні з регуляторами гальмівних сил та краще справляється із забезпеченням стійкості транспортних засобів у гальмівному режимі завдяки наявності безпосереднього зв'язку із колесами автомобіля. Проте, попри значні переваги над РГС, АБС також має певні недоліки: піддається впливу перешкод через зміну нормального навантаження колеса, зміну гальмівного моменту гальмівного механізму, наявність електромагнітних полів; значним недоліком АБС є висока вартість обладнання.

Разом із найбільш вживаними (РГС та АБС), проаналізовано електронну гальмівну систему (EBS), яка побудована на основі пневматичної, із використанням гальмівних апаратів з електронним керуванням, що підвищує її швидкодію. Порівняно з АБС, електронна гальмівна система є більш досконалою, проте її поширення поки що обмежене через високу вартість, спричинену використанням дорогого електронного обладнання.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Гуревич Л. В., Меламуд Р. А. Тормозное управление автомобиля / Л. В. Гуревич, Р. А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1978. – 152 с.
2. Соцков Д. А. Повышение активной безопасности автотранспортных средств при торможении: дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук / Д. А. Соцков. – Владимир, 1988. – 410 с.
3. Устойчивость колесных машин против заноса в процессе торможения и пути ее повышения / М. А. Подригало, В. П. Волков, В. А. Павленко и др.; под. ред. М. А. Подригало. – Харьков : Изд-во ХНАДУ, 2006. – 377 с.
4. Ревин А. А. Повышение эффективности, устойчивости и управляемости при торможении автотранспортных средств: дис. на соиск. учен. степ. д-ра техн. наук / А. А. Ревин. – Волгоград, 1983. – 601 с.
5. Ревин С. А. Повышение тормозных свойств малотоннажных автопоездов с АБС: дис. на соискан. учен. степ. канд. техн. наук / С. А. Ревин. – Волгоград, 2003. – 133 с.
6. Волков В. П. Теорія руху автомобіля: підручник / В. П. Волков, Г. Б. Вільський. – Суми : Університетська книга, 2010. – 320 с.
7. EBS Electronically Controlled Brake System [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://www.autoslužby.cz/asl_katalog/asl_katalog/pdfdownload/WABCO_8150100153\[1\].pdf](http://www.autoslužby.cz/asl_katalog/asl_katalog/pdfdownload/WABCO_8150100153[1].pdf). – Title from the screen.
8. EBS Electronically Controlled Brake System Basic Training [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://inform.wabco-auto.com/intl/pdf/815/00/57/8150100573-22.pdf>. – Title from the screen.

REFERENCES

1. Gurevich L.V., Melamud R.A. Vehicle braking control. Moskva: Transport, 1978. 152 p. (Rus)
2. Sockov D.A. Increased active safety of vehicles during braking: dis. for the degree of Dr. tehn. sciences. Vladimir, 1988. 410 p. (Rus)
3. Podrigalo M.A., Volkov V.P., Pavlenko V.A. Stability of wheeled vehicles from skidding during braking and ways to it's improving. Kharkiv: publishing house of KhNAHU, 2006. 377 p. (Rus)
4. Revin A.A. Increased efficiency, stability and controllability of vehicles during braking: dis. for the degree of Dr. tehn. sciences. Volgograd, 1983. 601 p. (Rus)
5. Revin S.A. Increase of brake properties of light-duty lorry convoys with ABS: dis. for the degree of Ph.D. Volgograd, 2003. 133 p. (Rus)
6. Volkov V.P., Vilskaa H. B. Theory of vehicle movement: tutorial. Sumy: Universitetska kniga, 2010. 320 p. (Ukr)
7. EBS Electronically Controlled Brake System [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : [http://www.autoslužby.cz/asl_katalog/asl_katalog/pdfdownload/WABCO_8150100153\[1\].pdf](http://www.autoslužby.cz/asl_katalog/asl_katalog/pdfdownload/WABCO_8150100153[1].pdf). – Title from the screen.
8. EBS Electronically Controlled Brake System Basic Training [Electronic Resource]. – Mode of access : URL : <http://inform.wabco-auto.com/intl/pdf/815/00/57/8150100573-22.pdf>. – Title from the screen.

РЕФЕРАТ

Прогній П.Б. До аналізу систем забезпечення стійкості автопоїзда у гальмівному режимі / П.Б. Прогній // Вісник Національного транспортного університету. Науково-технічний збірник: в 2 ч. Ч. 1: Серія «Технічні науки». – К. : НТУ, 2014. – Вип. 29.

У статті проаналізовано основні системи, які використовують для забезпечення стійкості транспортних засобів у гальмівному режимі. Виокремлено переваги та недоліки даних систем.

Об'єкт дослідження – стійкість автопоїзда у гальмівному режимі.

Мета дослідження – аналіз систем, які застосовують для забезпечення стійкості транспортних засобів у гальмівному режимі та визначення перспективи їх використання при вирішенні проблеми збереження стійкості автопоїздів у процесі гальмування.

Метод досліджень – аналітичний.

Проведений аналіз дозволив з'ясувати особливості конструкції, принцип дії, а також переваги та недоліки найбільш вживаних систем, які забезпечують стійкість транспортних засобів у процесі гальмування. До них відносять регулятори гальмівних сил (РГС) та антиблокувальні системи (АБС). На основі проведеного дослідження можна зробити висновок, про те, що антиблокувальна система є більш досконалою у порівнянні з регуляторами гальмівних сил та краще справляється із забезпеченням стійкості транспортних засобів у гальмівному режимі завдяки наявності безпосереднього зв'язку із колесами автомобіля. Проте, попри значні переваги над РГС, АБС також має певні недоліки: піддається впливу перешкод через зміну нормального навантаження колеса, зміну гальмівного моменту гальмівного механізму, наявність електромагнітних полів; значним недоліком АБС є висока вартість обладнання.

Разом із найбільш вживаними (РГС та АБС), проаналізовано електронну гальмівну систему (ЕБС), яка побудована на основі пневматичної, із використанням гальмівних апаратів з електронним керуванням, що підвищує її швидкодію. Порівняно з АБС, електронна гальмівна система є більш досконалою, проте її поширення поки що обмежене через високу вартість, спричинену використанням дорогого електронного обладнання.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СТІЙКІСТЬ, АВТОМОБІЛЬНИЙ ПОЇЗД, ГАЛЬМІВНА СИЛА, РЕГУЛЯТОР ГАЛЬМІВНИХ СИЛ, АНТИБЛОКУВАЛЬНА СИСТЕМА, ЕЛЕКТРОННА ГАЛЬМІВНА СИСТЕМА.

ABSTRACT

Progniy P.B. To the analysis of systems that provides lorry convoy stability in braking mode. Visnyk National Transport University. Scientific and Technical Collection: In Part 2. Part 1: Series «Technical sciences». – Kyiv: National Transport University, 2014. – Issue 29.

The paper contains an analysis of the main systems that are used to ensure the sustainability of vehicles in braking mode. The advantages and disadvantages of these systems are determined.

Research object – the lorry convoy stability in braking mode.

Purpose of the study – an analysis of the systems that use to provide vehicles stability in braking mode and perspectives for their use in solving the problem of preservation of stability of lorry convoy during braking.

Research method – analytical.

The analysis allowed to find out the specifics of design, principle of operation, and the advantages and disadvantages of the most used systems that provide vehicles stability during braking. These systems are including the regulators of braking forces (RBF) and the anti-lock systems (ABS). On the basis of the study it can be concluded that the anti-lock system is more advanced compared to regulators of braking forces and better cope with ensuring the stability of vehicles in braking mode, thanks to the direct connection with the wheels of the vehicle. However, despite the significant advantages of the RBF, the ABS also has some disadvantages: it's exposed influence of obstacles due to the change of normal load of wheels, change the braking torque of the brake mechanisms, the presence of electromagnetic fields; the significant disadvantage of ABS is high cost of equipment.

Electronic brake system (EBS) is analyzed together with the most used (RBF and ABS). It is based on a pneumatic braking system, using brake units with electronic control, which improves its performance. Compared with ABS, electronic brake system is more advanced, but its distribution is still limited because of the cost incurred by the use of expensive electronic equipment.

KEYWORDS: STABILITY, LORRY CONVOY, BRAKING FORCE, REGULATOR of BRAKING FORCES, ANTI-LOCK SYSTEM, ELECTRONIC BRAKE SYSTEM.

РЕФЕРАТ

Прогний П. Б. К анализу систем обеспечения устойчивости автопоезда в тормозном режиме / П.Б. Прогний // Вестник Национального транспортного университета. Научно-технический сборник: в 2 ч. Ч. 1: Серия «Технические науки». – К. : НТУ, 2014. – Вып. 29.

В статье проанализированы основные системы, которые используют для обеспечения устойчивости транспортных средств в тормозном режиме. Выделены преимущества и недостатки данных систем.

Объект исследования – устойчивость автопоезда в тормозном режиме.

Цель исследования – анализ систем, применяемых для обеспечения устойчивости транспортных средств в тормозном режиме и определение перспективы их использования при решении проблемы сохранения устойчивости автопоездов в процессе торможения.

Метод исследований – аналитический.

Проведенный анализ позволил выяснить особенности конструкции, принцип действия, а также преимущества и недостатки наиболее употребляемых систем, обеспечивающих устойчивость транспортных средств в процессе торможения. К ним относят регуляторы тормозных сил (РТС) и антиблокировочные системы (АБС). На основе проведенного исследования можно сделать вывод о том, что антиблокировочная система является более совершенной по сравнению с регуляторами тормозных сил и лучше справляется с обеспечением устойчивости транспортных средств в тормозном режиме благодаря наличию непосредственной связи с колесами автомобиля. Однако, несмотря на значительные преимущества над РТС, АБС также имеет определенные недостатки: подвергается воздействию помех из-за изменения нормальной нагрузки колеса, изменения тормозного момента тормозного механизма, наличия электромагнитных полей; значительным недостатком АБС является высокая стоимость оборудования.

Вместе с наиболее употребительными (РТС и АБС), проанализирована электронная тормозная система (EBS), которая построена на основе пневматической, с использованием тормозных аппаратов с электронным управлением, что повышает ее быстродействие. По сравнению с АБС, электронная тормозная система является более совершенной, однако ее распространение пока ограничено из-за высокой стоимости, которая вызвана использованием дорогого электронного оборудования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: УСТОЙЧИВОСТЬ, АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПОЕЗД, ТОРМОЗНАЯ СИЛА, РЕГУЛЯТОР ТОРМОЗНЫХ СИЛ, АНТИБЛОКИРОВОЧНАЯ СИСТЕМА, ЭЛЕКТРОННАЯ ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА.

АВТОР:

Прогній Павло Богданович, Національний транспортний університет, аспірант кафедри автомобілі, e-mail: pavlo_pro@ukr.net, тел. +380976118441, Україна, 01010, м. Київ, вул. Суворова 1, к. 306.

AUTHOR:

Progniy Pavlo B., National Transport University, postgraduate, department of automobile, e-mail: pavlo_pro@ukr.net, tel. +380976118441, Ukraine, 01010, Kyiv, Suvorova str. 1, of. 306.

АВТОР:

Прогний Павел Богданович, Национальный транспортный университет, аспирант кафедры автомобиля, e-mail: pavlo_pro@ukr.net, тел. +380976118441, Украина, 01010, г. Киев, ул. Суворова 1, к. 306.

РЕЦЕНЗЕНТИ:

Солтус А.П., доктор технічних наук, професор, Кременчуцький національний університет ім. М.Остроградського, завідувач кафедри автомобілів та тракторів, Кременчуг, Україна

Гутаревич Ю.Ф., доктор технічних наук, професор, Національний транспортний університет, завідувач кафедрою двигуни і теплотехніка, Київ, Україна

REVIEWER:

Soltus A, P., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, Kremenchug national university to them. Ostrogradsky, head department of cars and tractors, Kremenchug, Ukraine.

Gutarevych Y.F., Ph.D., Engineering (Dr.), professor, National Transport University, head department of engines and heating engineering, Kyiv, Ukraine.