

УДК 625.72

КОНТРОЛЬ ВИХІДНИХ ПАРАМЕТРІВ ПНЕВМАТИЧНОГО ГАЛЬМІВНОГО КЕРУВАННЯ В ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Л.О. Рижих, проф., к.т.н., С.Й. Ломака, проф., к.т.н., Є.Ю. Дон, здобувач,
Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Анотація. Проаналізовано та узагальнено результати дослідження процесу фіксації вихідних параметрів пневматичного гальмівного керування під час експлуатації транспортного засобу, а також подано типову принципову схему керування електропневматичною гальмівною системою.

Ключові слова: привід, електропневматичне гальмівне керування, електропневматична гальмівна система, ЕПТС, пневматичний гальмівний привід, гальмівна система.

КОНТРОЛЬ ВЫХОДНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПНЕВМАТИЧЕСКОГО ТОРМОЗНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Л.А. Рыжих, проф., к.т.н., С.И. Ломака, проф., к.т.н., Е.Ю. Дон, соискатель,
Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

Аннотация. Проанализированы и обобщены результаты исследования процесса фиксации выходных параметров пневматического тормозного управления при эксплуатации транспортных средств, а также представлена типовая принципиальная схема управления электропневматической тормозной системой.

Ключевые слова: привод, электропневматическое тормозное управление, электропневматическая тормозная система, ЭПТС, пневматический тормозной привод, тормозная система.

MONITORING OF OUTPUT PARAMETERS OF PNEUMATIC BRAKE CONTROL UNDER OPERATING CONDITIONS

L. Ryzhyh, Prof., Cand. Sc. (Eng.), S. Lomaka, Prof., Cand. Sc. (Eng.),
E. Don, graduate,
Kharkiv National Automobile and Highway University

Abstract. The research results of the process of recording the output parameters of pneumatic brake control when the vehicle is in operation are analyzed and summarized, as well as a typical principal diagram of electro-pneumatic brake system control is presented.

Key words: electropneumatic brake control, electropneumatic brake system, EBS, pneumatic brake drive, drive, brake system.

Вступ

Електронно-пневматичним гальмівним керуванням (ЕПГУ) обладнуються вантажні автомобілі, автобуси, автопоїзди. Воно складається з робочої, запасної та стоянкової гальмівних систем. Вихідними параметрами вказаних гальмівних систем, окрім стоянкової, є стале уповільнення і гальмівний шлях за вхі-

дних параметрів, таких як початкова швидкість руху автотранспортного засобу (АТЗ), зусилля на органі керування і темп його приведення. Залежно від темпу приведення органу керування (гальмівної педалі) процес гальмування АТЗ підрозділяється на службовий і екстрений. Робоча електронно-пневматична гальмівна система (ЕПГС) АТЗ обов'язково повинна мати як мінімум дві

функції: електронно-пневматичного гальмівного привода (ЕПП) і функції антиблокувальної гальмівної системи. Наявність функції ЕПП дозволяє забезпечити водієві зручність і комфорт, а також істотно підвищити швидкість спрацьовування гальмівної системи, що є важливим для довгобазних автомобілів, автобусів і автопоїздів. Функція АБС під час гальмування забезпечує АТЗ у різних швидкісних і зчпних умовах навантажень експлуатації кочення коліс зі збереженням керуваності і стійкості.

Мета і постановка завдання

У зв'язку з тим, що сучасні АБС, відповідно до Правил № 13 ЕЕК ООН [1], можуть бути за комплектацією 3 категорій і установка тієї або іншої категорії визначається виробником даного АБС, очевидно, що закон управління будь-якої категорії АБС може бути однаковим, а алгоритм його виконання – різним. Тому при оцінюванні ефективності будь-якої АБС застосовують коефіцієнт використання сили зчеплення ε , що реалізується. Даний коефіцієнт, відповідно до нормативних вимог [1–3] та відповідно до досліджень [16–18], повинен для будь-якої категорії АБС знаходитися в межах $0,75 < \varepsilon < 1,1$.

Аналіз публікацій

У міжнародних нормативних вимогах [2, 3] визначається коефіцієнт використання сили зчеплення ε , що реалізується згідно з методикою, яку в експлуатації АТЗ застосувати практично неможливо.

Досвід експлуатації різних АТЗ [11–16] показує, що більше 90 % дорожньо-транспортних подій (ДТП) відбувається із застосуванням тієї або іншої гальмівної системи АТЗ. Тому під час розслідування причин виникнення ДТП необхідно знати не тільки початкові параметри руху АТЗ і технічний стан гальмівного керування, але й поведінку водія та параметри робочих процесів у гальмівній системі, які відбувалися під час гальмування АТЗ. Використання математичних методів моделювання робочих процесів у гальмівному керуванні та в динаміці гальмування в цілому АТЗ призводить до необ'єктивності оцінки вихідних параметрів. Необ'єктивність при визначенні вихідних параметрів АТЗ відбувається через неоднозначність визначення або використання коефіцієнта зчеплення

шин його коліс з опорною поверхнею і відсутність запису динамічного стану коліс (у випадках відсутності смуги сліду, оскільки за наявності АБС автомобільні колеса не блокуються).

Для того щоб поставити під контроль вихідні параметри під час гальмування АТЗ на весь термін експлуатації, необхідно мати можливість через діагностичний роз'єм електронного блока управління (ЕБУ) ЕПГС отримувати запис основних вихідних параметрів: V_a – лінійну швидкість руху АТЗ; початок натиснення на гальмівну педаль; j_x, j_y, j_z – уповільнення АТЗ за трьома координатними осями; t_T – час процесу гальмування; V_k – лінійну швидкість всіх коліс АТЗ; P_k – тиск у гальмівних камерах гальмівних механізмів; F_{II} – зусилля, що прикладається до гальмівної педалі, і τ – темп її переміщення.

Аспекти реалізації системи контролю під час експлуатації транспортного засобу

У більшості сучасних ЕПГС АТЗ через діагностичний роз'єм діагностується властивість безвідмовності, тобто наявність відмов у різних датчиках, електричному підпедальному модулі, в електронно-пневматичному модуляторі тиску і в електронному блоці управління. Запис, зберігання і використання певної кількості робочих процесів гальмування АТЗ у системі діагностики АТЗ практично відсутній. Це пов'язано з тим, що ні в одному вітчизняному і міжнародному нормативному документі немає вимог до таких систем діагностики ЕПГС. Виробники автокомпонентів для гальмівних керувань АТЗ самостійно не бажають ставити під контроль технічний стан гальмівного керування і дії водія у процесі гальмування АТЗ в будь-яких умовах експлуатації.

Наявність такого контролю за робочими процесами гальмівного керування і діями водія протягом всього ресурсу АТЗ дозволяє здійснювати контроль за технічним станом і дисциплінувати водія, а у разі ДТП – об'єктивно отримати всі вихідні параметри АТЗ з урахуванням дій водія; і при цьому немає необхідності застосовувати різні допущення і обґрунтовувати величини різних поправочних коефіцієнтів.

На рис. 1 показано типову принципову схему управління ЕПГС із системою контролю ви-

хідних параметрів АТЗ. Система контролю вихідних параметрів АТЗ під час гальмування надає можливість постійного запису раніше перерахованих основних параметрів, їх збереження в певному обсязі та можливість зняття цих параметрів.

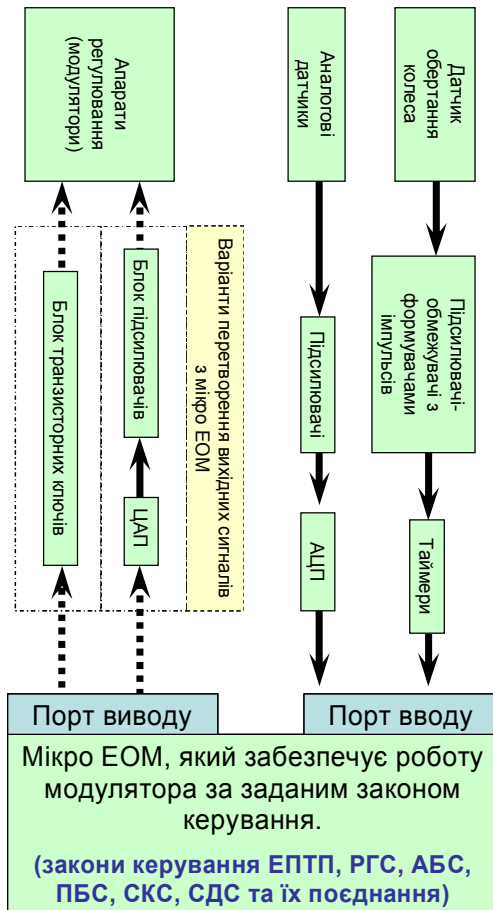


Рис. 1. Типова принципова схема керування ЕПТС із системою контролю вихідних параметрів АТЗ

Мінімальна кількість гальмувань АТЗ, яка має бути записана та збережена в пам'яті діагностичної схеми, може бути визначена відповідно до нормативного документа [5]. Об'єм запасу стиснутого повітря в ресиверах контурів робочої гальмівної системи АТЗ має бути достатнім для дев'яти гальмувань з урахуванням роботи АБС [5].

При паралельному записі, зберіганні й використанні основних технічних вихідних параметрів АТЗ в експлуатації можна у будь-який момент реального часу отримати об'єктивні параметри технічного стану гальмівного керування й оцінити дії водія в тій або іншій ситуації гальмування вказаного АТЗ.

На рис. 2 і 3 показано типові осцилограми запису основних вихідних параметрів процесу гальмування автобуса МАЗ-256200 відповідно в порожньому і спорядженому станах.

На зазначених рисунках приведено такі позначення записаних основних вихідних параметрів процесу гальмування автобуса МАЗ-256200: V_a – зміна лінійної швидкості автобуса МАЗ-256200 під час гальмування; V_1 ; V_2 ; V_3 ; V_4 – зміна лінійних швидкостей коліс автобуса відповідно передньої осі (лівого, правого коліс) і задньої осі (лівого, правого коліс); $P_{\text{пер}}$, $P_{\text{зад}}$ – зміна тиску стиснутого повітря в ресиверах відповідно переднього і заднього контурів гальмівного привода; P_1 , P_2 , P_3 , P_4 – зміна тиску стиснутого повітря в гальмівних камерах відповідно передньої осі (лівого, правого коліс) і задньої осі (лівого і правого коліс); j_x , j_y , j_z – зміна уповільнення автобуса у процесі гальмування відповідно по осях x , y , z ; F – зміна зусилля на педалі керування гальмівного крана під час гальмування.

Методика обробки й отримання об'єктивних вихідних параметрів гальмування АТЗ, поданих на рис. 2 і 3, полягає в такому:

- початком процесу гальмування вважається отримання сигналу із кривою наростання зусилля F на педалі керування гальмівним краном;
- початкова швидкість автобуса визначається за кривою V_a , км/год;
- окружні швидкості коліс автобуса визначаються за кривими V_1 , V_2 , V_3 , V_4 ;
- різниця між лінійною швидкістю автобуса й окружними швидкостями коліс автобуса дозволяє визначити прослизання відповідно кожного колеса за залежністю (1)

$$S = \frac{V_a - V_{K_i}}{V_a} \cdot 100 \% \quad (1)$$

Величина середнього сталого уповільнення по осі j_x дозволяє визначити гальмівний шлях з урахуванням часу всього процесу гальмування.

Час спрацювання гальмівної системи визначається за кривими зміни тиску стиснутого повітря в гальмівних камерах відповідно кожного окремого колеса або окремого контура привода гальмівного керування.

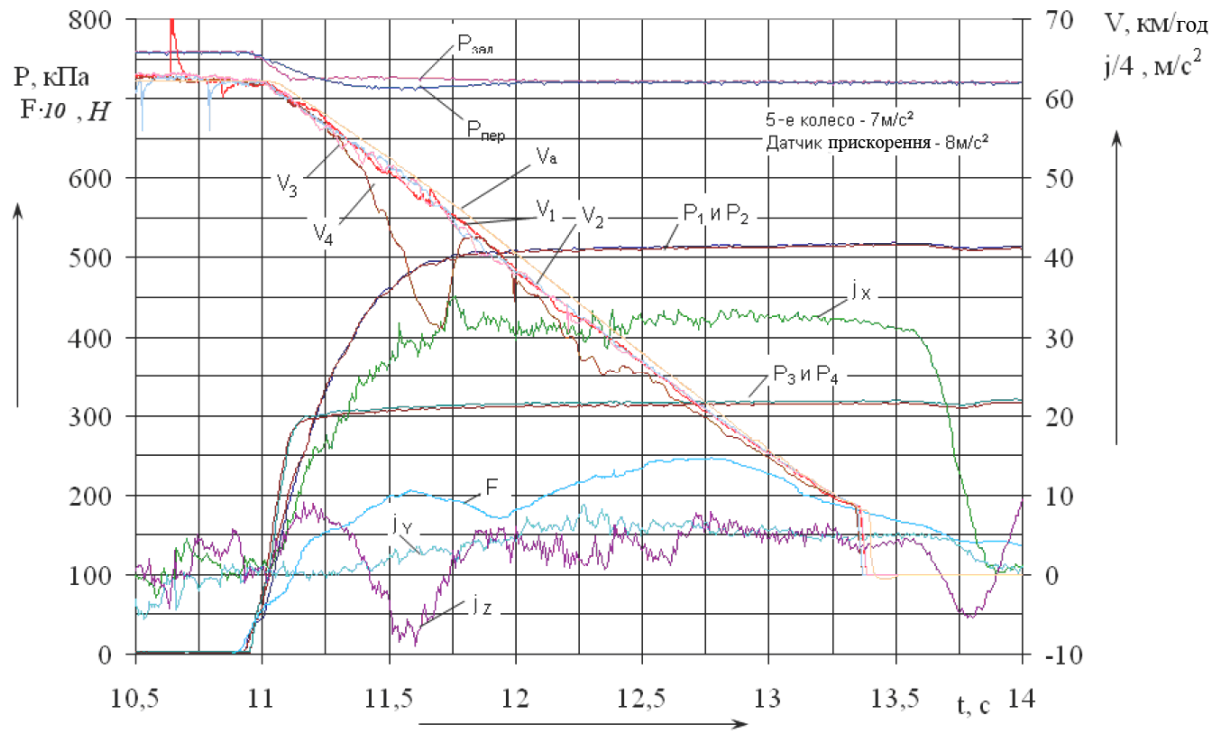


Рис. 2. Типова осцилограма запису основних вихідних параметрів гальмування автобуса МАЗ-256200 в порожньому стані

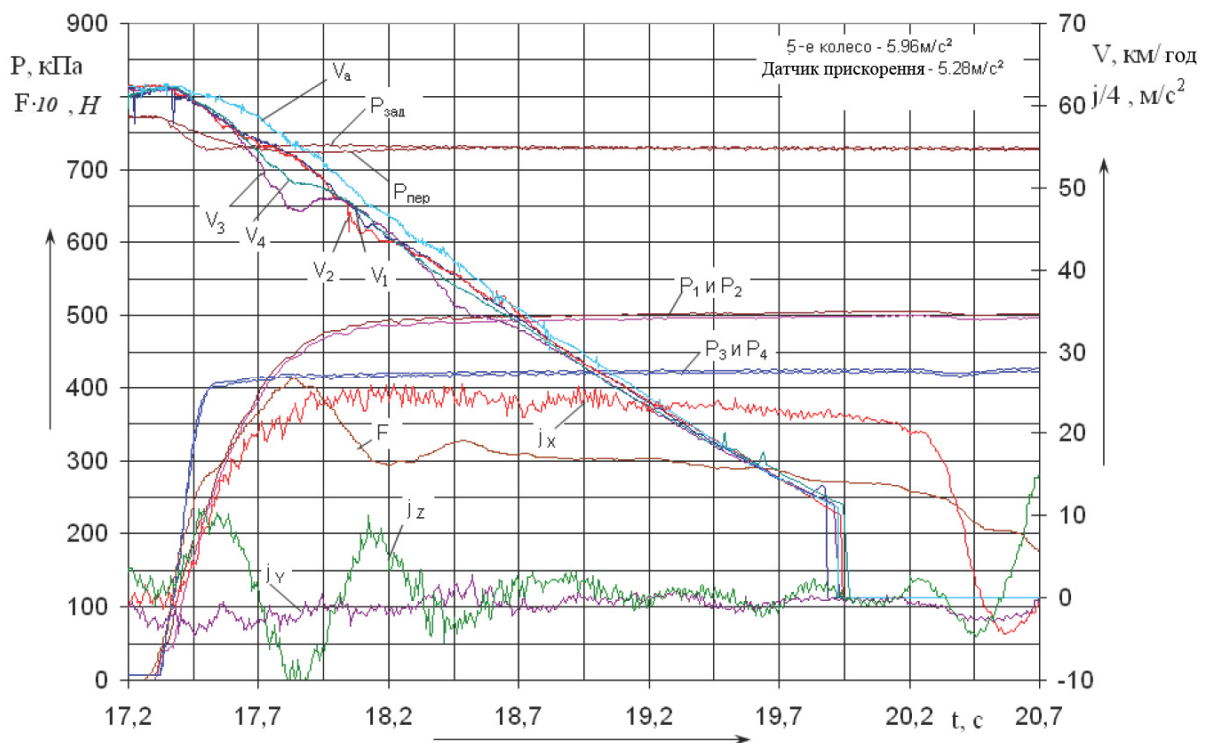


Рис. 3. Типова осцилограма запису основних вихідних параметрів гальмування автобуса МАЗ-256200 у спорядженому стані

Час визначається до наростання тиску стиснутого повітря в гальмівних камерах до $0,75 P_{\max}$ [4–10].

Час приведення в дію $\tau_{\text{п}}$ визначається за кривою зміни зусилля на педалі гальмівного крана. Якщо $\tau_{\text{п}} \leq 0,2$ с – гальмування АТЗ є екстремим, якщо $\tau_{\text{п}} > 0,2$ с – гальмування АТЗ є службовим.

Тиск стиснутого повітря в ресиверах контурів визначається за кривими $P_{\text{пер}}$ і $P_{\text{зад}}$, які необхідно знати, щоб зробити висновок про запас стиснутого повітря і його достатність для отримання максимального уповільнення АТЗ j_{\max} , а також для визначення кількості спрацьовувань гальмівної системи.

Кількість кривих, наведених на рис. 2 і 3, може бути збільшена, якщо, наприклад, встановити датчик повороту кермового колеса або датчик безпечної дистанції проти перекидання.

Висновки

Запропонована система контролю основних вихідних параметрів руху АТЗ дозволить в експлуатації підвищити рівень технічного стану транспортних засобів, відповідальність і дисципліну водіїв, а під час розслідування дорожньо-транспортної пригоди – високу достовірність і об'єктивність процесу руху АТЗ і дій водія.

Впровадження під час виробництва автотранспортних засобів такої системи, виходячи із сьогоdnішнього стану та рівня створення і виробництва систем із функціями активної безпеки, призведе до незначних матеріальних витрат, але це істотно підвищить активну безпеку автомобіля і відповідальність водіїв щодо технічного стану АТЗ відповідно до нормативних вимог, які ставляться до них в експлуатації.

Литература

1. Regulation No 13 of the Economic Commission for Europe of the United Nations (UN/ECE). – Uniform provisions concerning the approval of vehicles of categories M, N and O with regard to braking: on condition 30.09.2010. – Official Journal of the European Union. – UN/ECE, 2010. – 257 p.

2. Угода про прийняття єдиних технічних приписів для колісних транспортних засобів, предметів обладнання та частин, які можуть бути встановлені та/або використані на колісних транспортних засобах, і про умови взаємного визнання офіційних затверджень, виданих на основі цих приписів, підписаною 20 березня 1958 року в м. Женева, з поправками 1995 року, приєднання до якої здійснено згідно з Законом України від 10.02.2000р. № 1448–III (Женевська Угода 1958 року).
3. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорії M, N і O стосовно гальмування. (Правила ЕЭК ООН № 13-09:2000, IDT): ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002 – [Чинний від 25.12.2002]. – К.: Державтотранс НДІп-проект, 2002. – 324с. – (Національний стандарт України).
4. Приводы пневматические тормозных систем автотранспортных средств. Технические требования: ГОСТ 4364-81. – М.: Изд-во стандартов, 1981. – 12 с. – (Заменен в Украине на ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002 для транспортных средств проектирование которых началось после 01.01.2003 г.).
5. Тормозные системы и тормозные свойства автотранспортных средств. Нормативы эффективности. Общие технические требования: ГОСТ 22895-77*. (Заменен на ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002).
6. Камеры тормозные пневматических приводов к тормозам автотранспортных средств. Основные типы, параметры и размеры: ОСТ 37.001.228–80. – М.: Минавтопром, 1980. – 32 с. (Введен в действие с 01.01.1980).
7. Тормозные свойства транспортных средств. Методы испытаний: ОСТ 37.001.067-86. М.: Минавтопром, 1986. – 62 с. (Введен в действие с 01.01.1986).
8. Автотранспортні засоби. Гальмівні системи. Терміни та визначення: ДСТУ 2919-94. – [Чинний від 01.01.1996]. – К.: Державтотранс НДІпроект, 1995. – 26 с. – (Національний стандарт України).
9. Засоби транспортні дорожні. Типи. Терміни та визначення: ДСТУ 2984-95. – [Чинний від 01.01.1996]. – К.: Державтотранс НДІпроект, 1995. – 22 с. – (Національний стандарт України).

10. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю: ДСТУ 3649-97. – [Чинний від 01.01.1999]. – К.: Державтотранс НДІпроект, 1997. – 46 с. – (Національний стандарт України).
11. Компании WABCO Vehicle Control Systems (NYSE: WBC). // Официальный сайт. – 2010 г. – Режим доступа к сайту.: http://www.wabco-auto.com/nc/ru/domashnjaja_stranica_wabco.
12. Компания Haldex. // Официальный сайт. – 2010 г. – Режим доступа к сайту: <http://www.haldex.com/en/GLOBAL/About-Haldex/Fact-Facts/>.
13. Коммерческая группа Bendix Commercial Vehicle Systems. // Официальный сайт. – 2010 г. – Режим доступа к сайту: <http://www.bendix.com/en/index.jsp>.
14. Концерн Knorr-Bremse AG. // Официальный сайт. – 2010 г. – Режим доступа к сайту: <http://www.knorr-bremsecvs.com/ru/index.jsp>.
15. Чередніченко Л.В. Автомобільний транспорт України: стан, проблеми, перспективи розвитку / Л.В. Чередніченко, Т.В. Юрченко, Л.А. Гринь. – К.: ДП «Державтотранс НДІпроект», 2005. – 276 с.
16. Леонтьев Д.Н. Системный подход к созданию автоматизированного тормозного управления транспортных средств категорий M_3 и N_3 : дис. ... канд. техн. наук: 05.22.02 / Дмитрий Николаевич Леонтьев. – Х., 2011. – 241 с.
17. Леонтьев Д.Н. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортного средства: монография / Д.Н. Леонтьев, А.Н. Туренко, В.А. Богомолов и др. – 2-е изд., допол. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 450 с.
18. Леонтьев Д.Н. Влияние алгоритмов работы автоматических систем на эффективность торможения транспортного средства / Д.Н. Леонтьев // Вестник ХНАДУ: сб. науч. тр. – 2013. – Вып. 61–62. – С. 158–161.

Рецензент: С.М. Шуклінов, професор, к.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 21 червня 2016 р.