

УДК 629.33

## ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРОННО-ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Л.А. Рыжих, профессор, к.т.н., Д.Н. Леонтьев, ассистент, ХНАДУ

*Аннотация.* Проанализированы особенности электронно-пневматических тормозных систем транспортных средств.

*Ключевые слова:* ЭПТС, функции ЭПТС, модулятор, электронно-пневматическая тормозная система.

## ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОННО-ПНЕВМАТИЧНОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ

Л.О. Рижих, професор, к.т.н., Д.М. Леонтьєв, асистент, ХНАДУ

*Анотація.* Проаналізовано особливості електронно-пневматичних гальмівних систем транспортних засобів.

*Ключові слова:* ЕПТС, функції ЕПТС, модулятор, електронно-пневматична гальмівна система.

## FEATURES OF PNEUMATRONIC BRAKING SYSTEM OF VEHICLES

L. Ryzhykh, Professor, Candidate of Technical Science, D. Leontiev, assistant, KhNAHU

*Abstract.* The features of electronic brake systems of vehicles are analyzed.

*Key words:* EPBS, EPBS function, modulator, pneumatronic braking system.

### Вступ

Широке використання електроніки для керування робочими процесами в сучасних транспортних засобах (ТЗ) з пневматичним гальмівним приводом (автобусах, вантажних автомобілях, автопоїздах) торкнулося і гальмівного керування. Почалося це з застосуванням електронних антиблокувальних систем (АБС), що потім були об'єднані з протибуксувальними системами (ПБС) в одну систему АБС/ПБС. У науково-технічній літературі також досить часто зустрічається інформація про розробку інших систем, які не обов'язкові, але можуть бути встановлені на ТЗ. Метою ж дослідників цих систем є створення повноцінної електронно-пневматичної гальмівної системи (ЕПТС). Аналіз публікацій наведено в розділі «Матеріали та результати досліджень».

### Мета та постановка задачі

Визначення особливостей конструкції сучасної ЕПТС.

### Матеріали та результати дослідження

Сучасна ЕПТС складається з таких основних елементів: електричний модуль переміщення педалі; електронний блок керування (ЕБК); модулятори тиску і датчики кутових швидкостей коліс; з'єднувальні електричні дроти. Перераховані елементи інтегровані, як правило, в традиційну робочу гальмівну систему транспортного засобу.

З усіх перерахованих вище елементів ЕПТС особливий інтерес викликають модулятори і електронний блок керування. Що стосується конструкцій модуляторів представлених у принципових схемах ЕПТС, то широко відомі два варіанти, які здатні в принципі виконати різні функції ЕПТС [1].

Перший варіант виконаний на базі трьох релейних електропневматичних клапанів та інтегрованого прискорювального клапана. Електропневматичні клапани згідно з командами ЕБК, під час гальмування та керують роботою прискорювального клапана, який перепускає стиснене повітря до виконавчих органів гальм, або випускає його в атмосферу.

Другий варіант модулятора – комплексний. Стосовно однієї осі ТЗ з урахуванням індивідуального регулювання гальмівних сил на колесах він включає в себе один осьовий модулятор, який конструктивно схожий на прискорювальний клапан з електронним керуванням, і два колісних модулятори, виконаних кожен на основі двох релейних електроклапанів. Спільна робота осьового та двох колісних модуляторів на кожній осі ТЗ забезпечує виконання різних функцій ЕПТС.

Обидва розглянутих модулятори відрізняються підвищеною вартістю і дозволяють керувати тільки одним параметром – часом знаходження клапанів у відкритому і закритому стані, при цьому формується тільки керуючий сигнал на прискорювальний клапан, що знижує якість регулювання процесу гальмування ТЗ.

Особливої уваги заслуговує розгляд способу формування дії, що стежить у вищеописаних конструкціях модуляторів при виконанні функції ЕПТС. Як правило, в таких модуляторах зворотній зв'язок з ЕБК здійснюється за допомогою електронного датчика тиску, який встановлюється у модуляторі або після модулятора рис. 1 [2]. Такі модулі, як правило, мають пневматичний вхід 1 (живлення), керуючий вхід 4 і виходи 2 до гальмівних камер. Нормально відкритий клапан резервного керування BV при нормальній роботі ЕПТС перекидає керуючий вхід 4. Одночасно клапани підйому і скидання тиску IV і OV регулюють тиск на вході інтегрованого прискорювального клапана RLV. Датчик тиску PS вимірює тиск на виході 2 і подає аналоговий сигнал на АЦП ЕБК.

Проведені експериментальні дослідження багатьох авторів [3, 4] у тому числі і на кафедрі автомобілів з дослідження слідкувальної дії електропневматичного приводу показали, що при екстремому приведенні в дію педалі керування ЕПТС відбувається значне перерегулювання тиску стисненого повітря в гальмівній камері. При плавному приведенні

в дію педалі керування ЕПТС, тобто при службовому гальмуванні, пропорційність тиску в гальмівній камері досягається ступінчастим наповненням та спорожненням гальмівної камери. Чим менше час відкриття впускних (випускних) каналів та витримки (закриття, як впускних так і випускних каналів) при спрацюванні електроклапанів, тим точніша слідкувальна дія.

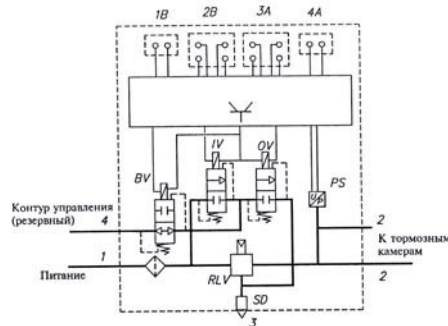


Рис. 1. Модуль керування передньої осі ТЗ

Ступінчастий принцип наповнення та спорожнення гальмівних камер при роботі різних систем автоматичного регулювання гальмівного зусилля, застосовують практично всі виробники сучасних ЕБК. Провідними фірмами в цій галузі є Knorr-bremse та WABCO.

Слід зазначити, що ступінчаста подача стиснутого повітря в гальмівні камери сприяє збільшенню часу наповнення гальмівної камери, що дозволяє визначити порогові значення для роботи алгоритму при відпрацюванні функцій ЕПТС. Ці експерименти підтверджують, що швидкодія ЕПТП повинна бути в розумних межах і при відпрацюванні в ЕПТС різних функцій, особливо РТС, АБС, СОКУ та інших, перехідні процеси в приводі свідомо розтягують у часі, досягаючи якості регулювання процесу гальмування всього ТЗ. Отже, автоматичне регулювання перехідних процесів в ЕПТС вимагає для кожної моделі ТЗ експериментальних досліджень за визначенням часу відкриття і закриття електроклапанів, що є суттєвим недоліком, який стримує створення повноцінної ЕПТС.

Проте, якщо принципово змінити конструкцію модулятора і відмовитися від зворотного зв'язку за електронним датчиком тиску, можливо уникнути багатьох недоліків модуляторів з електроклапанами, такі конструкції модуляторів на базі пропорційних магнітів відомі давно, ще з 80-х років ХХ ст. [5].

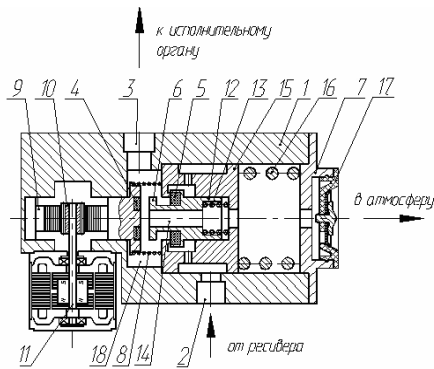


Рис. 2. Пропорційний модулятор, створений на базі крокового електродвигуна

На рис. 2 зображено: 1 – корпус; 2 – вхідний отвір від ресивера; 3 – вихідний отвір до гальмівної камери; 4 – ущільнення клапана; 5 – ущільнення запірно-регулюючого пристрою; 6 – клапан запірно-регулюючого пристрою; 7 – кришка атмосферного клапана; 8, 13 та 16 – пружини; 9 – рейка клапана; 10 – шестерня на валу крокового двигуна; 11 – кроковий електродвигун; 12 – запірно-регулюючий клапан; 14 – атмосферний отвір; 15 – слідкувальний поршень; 17 – атмосферний клапан; 18 – порожнина в модуляторі.

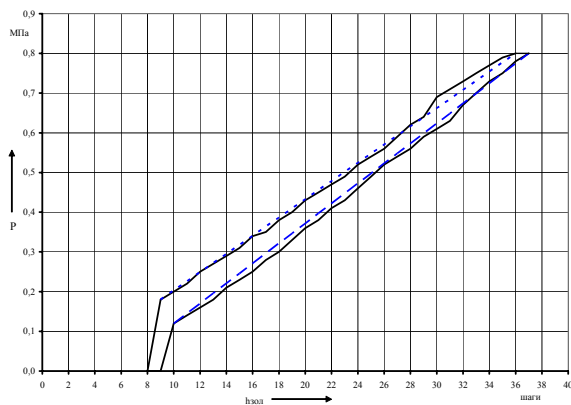


Рис. 3. Статична характеристика пропорційного модулятора: — — — — розрахункове загальмування; - - - - розрахункове розгальмування; — — — — експериментальне загальмування і розгальмування

Істотний недолік таких конструкцій – це великі прохідні перетини, при яких зберігається раціональна пропорційність ходу золотника. Цей недолік буде відсутній, якщо замість пропорційного електромагніту застосувати кроковий електродвигун рис. 2, а слідкувальна дія буде забезпечуватися механічним зворотним зв'язком через тиск. Такий принцип регулювання широко відомий і застосовується в пневматичних апаратах галь-

мівного приводу. З експериментальної характеристики (рис. 3) видно, що апарат має високу слідкувальну дію.

## Висновки

Використання пневматичних модуляторів з електроклапанами в електронно-пневматичній гальмівній системі призводить до недорегулювання або перерегулювання стисненого повітря в гальмівних камерах, оскільки це залежить від місця встановлення датчика тиску та від властивостей самого повітря. Застосування пневматичного модулятора прямої дії з механічним зворотним зв'язком на базі крокового електродвигуна дозволяє суттєво підвищити якість процесу регулювання за рахунок зміни темпу наповнення гальмівної камери.

## Література

1. Современные электронно-пневматические рабочие тормозные системы и их особенности / С.И. Ломака, Л.А. Рыжих, А.Н. Красюк, Д.Н. Леонтьев // Автомобильная промышленность. – 2009. – №5. – С. 19–21.
2. Ключкин Г.Г. Электронная тормозная система Knorr-bremse – шаг к новому уровню активной безопасности грузового автотранспорта / Г.Г. Ключкин, В.А. Галашкин, В.С. Перфильев, Н.В. Кравцов // Грузовик. – 2002. – №9. – С. 43–46.
3. Михалевич М.Г. Вдосконалення електропневматичних апаратів гальмівного приводу автотранспортних засобів: автореф. дис. на здобуття наукового ступеню канд. техн. наук : спец. 05.22.02 «Автомобілі і трактори» / М.Г. Михалевич. – Харків, 2009. – 22 с.
4. Попов А.И. Разработка и исследование электропневматического тормозного привода автопоезда: дис. ... канд. техн. наук: 05.05.03 / А.И. Попов. – М., 1988. – 289 с.
5. А.с. № 1320102 СССР, МКИ В 60 Т 8/06 Пропорциональный модулятор давления для пневматического тормозного привода / С.И. Ломака, А.А. Северин, Н.Н. Алекса, В.Е. Тырса, А.И. Левтеров. – № 3846795/2711; заявл. 24.01.85; опубл. 30.06.87, Бюл. №24.

Рецензент: О.В. Бажинов, профессор, д.т.н., ХНАДУ.

Стаття надійшла до редакції 15 червня 2011 р.