

**Філімошин В.Ю., магістрант, Нужний В.В., к.т.н.**

**АДІ ДВНЗ «ДонНТУ», м. Горлівка**

## **ВИВЕДЕННЯ ОСНОВНИХ ВИМОГ ТА ПРИНЦИПІВ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОПНЕВМАТИЧНИМ ПРИВОДОМ ГАЛЬМІВ АВТОПОЇЗДА**

*В роботі проаналізовано основні види електропневматичних приводів гальм автопоїздів, запропоновано схему електропневматичного гальмівного приводу та систему автоматичного регулювання до нього. Запропонована схема гальмівного приводу автопоїзда дозволить збільшити швидкодію спрацювання гальмової системи і, як наслідок, скоротити гальмовий шлях.*

### ***Постановка наукової проблеми***

Автомобіль є одним із найнебезпечніших транспортних засобів сучасності. Його небезпека полягає в тому, що цей матеріальний об'єкт може мати вагу від 1 до 50 тонн та рухатися з дуже великими швидкостями, утримуючись на дорозі тільки за рахунок сили тертя ковзання з поверхнею дороги. Велика кінетична енергія автомобіля, що рухається, надмірно небезпечна для навколишнього середовища [1].

Практично єдиним можливим засобом для водія впоратися в критичній ситуації зі значною енергією автомобіля — це вчасно знизити його швидкість, тобто застосувати гальма. Гальмування — одна із основних фаз руху дорожніх транспортних засобів. Воно постійно повторюється в процесі їх роботи та практично завжди завершує цей процес [2].

Статистика дорожньо-транспортних пригод (ДТП) по Україні за 2006 рік показала, що 12% ДТП відбувається через незадовільний технічний стан дорожніх транспортних засобів. З них 47% ДТП були скоєні через незадовільний стан гальмової системи [3]. Тому забезпечення конструктивної безпеки транспортних засобів, а як наслідок, і безпеки руху через гальмовий привід є на сьогодні актуальною задачею.

### ***Аналіз останніх публікацій***

Одним із елементів гальмової системи, що впливає на безпеку руху, є гальмовий привід, тому що він передає керуючу дію від педалі гальмів до гальмівних механізмів, які здійснюють безпосередньо гальмування автопоїзда. Гальмові приводи автопоїздів бувають пневматичні, гідравлічні, електричні та комбіновані. В роботі досліджено електропневматичний привід гальмів автопоїзда.

Електропневматичні приводи гальмів збільшують швидкодію спрацювання приводу в 1,5...2 рази відносно пневматичного приводу, що значно підвищує як конструктивну безпеку транспортного засобу, так і безпеку всього транспортного потоку, в якому присутні автопоїзди. Електропневматичні приводи можна розділити на три групи: з дискретним, безперервним та псевдодискретним керуванням гальмів [8].

Перевагами електропневматичних приводів першої групи є збільшення швидкодії спрацювання приводу до 1 секунди, що дозволить зменшити гальмовий шлях, при швидкості руху автопоїзда в 60 км/год., до 46 м. Але значним недоліком є відсутність нагляду або часткове наглядання за наповненням повітрям під тиском гальмових камер. Ця група електропневматичного приводу була розроблена тільки для причіпних дорожніх транспортних засобів, тому що робоча гальмова система не забезпечувала пропорційність гальмових сил силі на органі керування. [3].

До переваг схем електропневматичних приводів з безперервним керуванням гальм, необхідно віднести наступні позитивні особливості: схеми, розроблені спеціально для авто-

поїздів, привод на тягачі має єдине функціональне та структурне побудування, застосовані уніфіковані агрегати, отримано задовільну наглядову дію. Але значна втрата електроенергії та мала надійність стали на шляху їх застосування [7].

Перевагами третьої групи електропневматичних гальм можна віднести збільшення швидкодії гальмового приводу майже на 40% відносно пневматичного приводу, а також можливість застосування антиблокувальних систем та дублювання електропневматичного приводу простим пневматичним приводом. Але значним недоліком є достатньо висока структурна складність та матеріалоемність [6].

З аналітичної точки зору розробка електропневматичного приводу призводить до знаходження рішення триєдиної задачі: вибір та обґрунтування раціонального типу електропневматичного гальмового приводу; розробка принципової схеми його пневматичної частини; розробка алгоритму функціонування [4].

Аналіз досліджень гальмових приводів автопоїздів з урахуванням функціонування електропневматичного гальмового приводу показав переваги та недоліки його застосування. Одним із можливих заходів удосконалення гальмового керування дорожнім транспортним засобом є розробка гальмової системи, обладнаної електропневматичним приводом з мікропроцесорним керуванням [5].

Тому метою статті є удосконалення електропневматичного гальмового приводу автопоїзда з мікропроцесорним керуванням з метою забезпечення ефективної динаміки його гальмування та підвищення безпеки руху.

### **Основна частина**

Сучасні електропневматичні приводи автотранспортних засобів — це система автоматичного регулювання тиску повітря в гальмах. Для регулювання тиску можуть використовуватися системи автоматичного регулювання різного типу, тому дуже важливо обґрунтовано та раціонально розробити вибір того чи іншого типу системи автоматичного регулювання.

Вибір типу системи автоматичного регулювання виконуємо в залежності з метою, принципом та характером керування гальмами в цілому, в системі керування дорожніх транспортних засобів.

Згідно з метою підтримки безпечних принципів руху автопоїзда в транспортному потоці та підвищення конструктивної безпеки самого транспортного засобу, електропневматичний привод, що розробляємо повинен відноситись до систем, що стежать, особливістю яких є наявність одного чи декількох зворотних зв'язків. Типова функціональна схема системи, що стежить, автоматичного регулювання наведена на рис. 1.

Вхідна керуюча величина системи  $u(t)$  (зусилля на керуючий орган гальм з місця водія — педаль гальм, тиск в приводі тягача та інше) змінюється в залежності від дорожньої обстановки, досвіду та часу знаходження водія за кермом і по довічно невідомій залежності.

В загальному випадку система автоматичного регулювання складається із об'єкту регулювання та регулятора. Об'єктом регулювання в гальмовому приводі може бути тиск робочого тіла (повітря, рідина), гальмовий момент, проковзування колеса і т.п. До регулятора відносяться пристрої, направлені на підтримку чи заміну за заданим законом регулювання величину  $u(t)$ .

Більшість сучасних електропневматичних гальмових приводів автопоїздів представляють собою системи регулювання по відхиленню. Для реалізації цього принципу регулювання величину ( $u$  в виді сигналу датчика тиску) подаємо на вимірювальний елемент (блок керування), який формує сигнал розходження між керуючою та регулюючою величиною. В залежності від ступені розходження регулятор вибирає корегуючі дії, які, в свою чергу, направлені на зведення цього розходження до нуля.

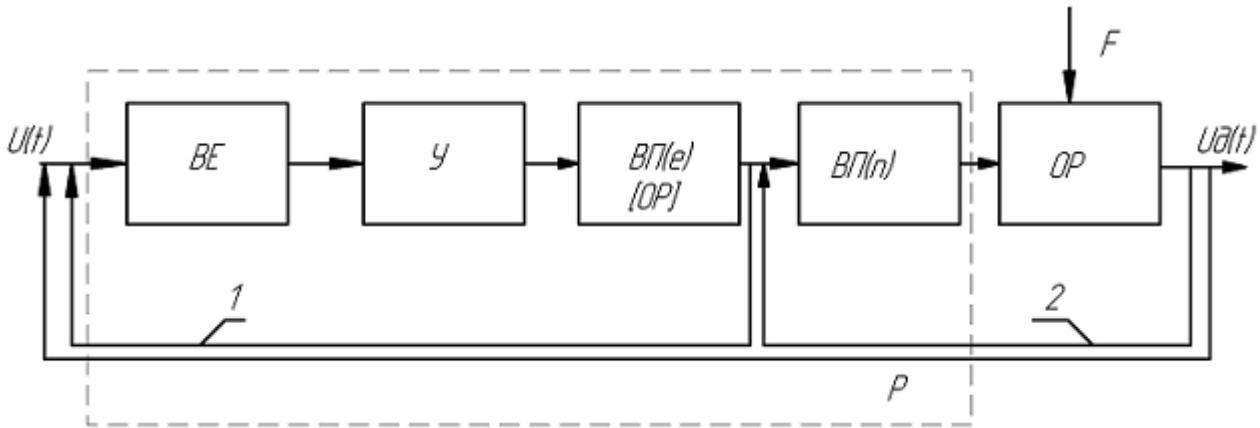


Рис. 1. Функціональна схема автоматичного регулювання:

1 — головний зворотній зв'язок; 2 — місцевий зворотній зв'язок; *BE* — вимірюючий елемент; *ВП(п)* — виконуючий прилад пневматичний; *OP* — об'єкт регулювання; *P* — регулятор; *ВП(э)* — виконуючий прилад електричний; *F* — зовнішнє зусилля

Системи регулювання по відхиленню мають гіршу швидкість, ніж системи регулювання по збудженню, однак мають достатню точність, що є важливим, через те що однією з вимог нормативних правил є збіг зусиль на керуючому органі з тиском повітря в гальмових камерах. Крім цього, кількість та тип зовнішніх збуджень не є сутнім для нормальної праці систем автоматичного регулювання, що має достатньо важливе значення в експлуатації автопоїздів.

Нині найбільш перспективною для використання в якості електропневматичного гальмового привода є безперервна система керування процесом гальмування з системою автоматичного регулювання по відхиленню. Саме ця система була реалізована у цій науковій роботі.

Безперервний принцип регулювання реалізуємо на варіантах електропневматичних приводів, де керуючий електричний струм, що подається на обмотку модулятора, уявляє собою безперервний цикл. Перевагою безперервних систем є мала імовірність появи циклічних (автоколивальних) процесів. З іншого боку, при передачі аналогового електричного сигналу по дротах можлива втрата інформації під впливом зовнішніх електромагнітних полів, що негативно впливає на активну безпеку автомобіля.

Електронні елементи блока керування системи працюють у ключовому режимі, що підвищує поміхозахисність та надійність у системі автоматичного регулювання.

Таким чином, вибравши компоненти електропневматичного гальмового привода сформулюємо основні вимоги до нього, враховуючи, що вони повинні відповідати:

- по-перше, регламентації якості функціонування привода як системи автоматичного регулювання;

- по-друге, привод повинен відповідати функціональним, структурним та загально технічним вимогам як частка гальмівної системи автомобіля.

Таким чином, для збільшення конструктивної безпеки автопоїзда електропневматичний гальмовий привод повинен відповідати наступним основним вимогам:

- 1) Відповідати діючим вимогам, нормам і стандартам на гальмові системи автомобіля.
- 2) Відповідати вимозі «будь-який тягач з будь-яким причепом», тобто сумісність електропневматичного привода з одно- або двопровідним пневматичним приводом відповідно причепа чи тягача.

- 3) Мати спроможність автоматичного гальмування причепа у випадку його відриву від тягача.

- 4) Передбачати достатньо просте упровадження елементів антиблокувальної системи в гальмах дорожніх транспортних засобів.

Враховуючи основні недоліки вже розроблених електропневматичних приводів гальм безперервним принципом регулювання слід звернути увагу на те, що електропневматичний привід гальм повинен мати: мінімальне використання електричної енергії; мати достатньо просту та зрозумілу систему регулювання та настройки електронного блоку керування електропневматичного приводу гальм.

На основі вищезазначених вимог була розроблена принципова схема робочої гальмової системи з електропневматичним гальмовим приводом, яка представлена на рис. 2. Система включає пневматичну частину з пристроєм підготовки стислого повітря, ресиверами, осьовими одноканальним та двоканальними модуляторами тиску, гальмовими камерами та повітропроводами. Керуюча частина містить: педаль, кінематично зв'язана з датчиком руху й навантажувальним пристроєм; мікропроцесорний блок керування; датчики тиску; датчики швидкості; інформаційне табло; модуль керування гальмами причепа; лінії електричного зв'язку.

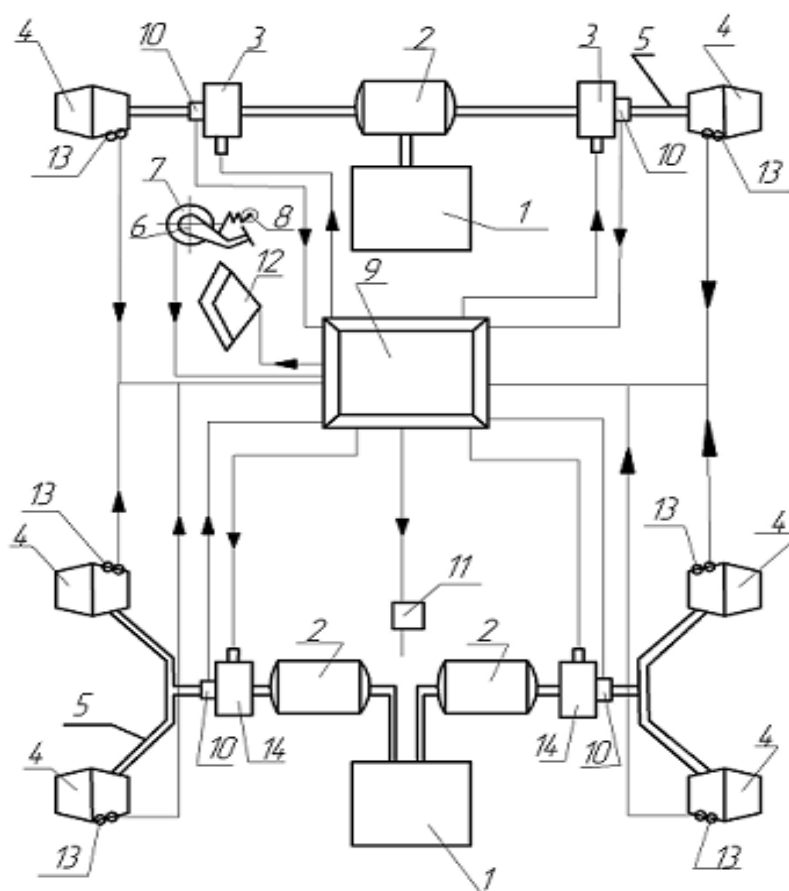


Рис. 2. Принципова схема ЕПП гальм автопоїзду

Водій, помітивши перешкоду на дорозі, переносить ногу з педалі акселератора на педаль гальм. Електричний сигнал від датчика руху 7, педалі гальм 6 поступає на мікропроцесорний блок керування 9. Мікропроцесорний блок керування обробляє сигнал, вибирає необхідний відповідний, із попередньо закладених в пам'ять блоку керування, та відправляє його на осьові одноканальні та двоканальні модулятори (відповідно передньої та задньої осі). Осьові модулятори за допомогою пневматичних магістралей подають стисле повітря із ресиверів 2 в гальмові камери 4 і тим самим здійснюється гальмування автопоїзда. Датчики тиску 10 слідкують за тим, щоб тиск повітря в гальмових камерах відповідав сигналу, поданому з мікропроцесорного блоку керування, та подають сигнал про відповідність наповнювання

стислим повітрям гальмівних камер. Датчики швидкості 13, датчики тиску 10 знімають показники про роботу системи та подають їх на мікропроцесорний блок керування, який, в свою чергу, посилає відповідний наказ на інформаційне табло, яке знаходиться в кабіні водія.

### **Висновок**

В статті представлена схема електропневматичного приводу гальм автопоїзда, яка підвищує конструктивну безпеку транспортного засобу, а як наслідок, і безпеку руху в цілому. Запропонований принцип її роботи. Виведені основні вимоги до електропневматичних приводів гальм автопоїзда та доповнені вимогами до розробленого приводу гальм. В подальших дослідженнях пропонується розробка математичної моделі для наведеного приводу з метою визначення динамічних та статистичних характеристик розробленого електропневматичного приводу в процесі, як екстреного так і робочого гальмування автопоїзда.

### **Список використаної літератури**

1. Гуревич Л.В., Меламуд Р.А. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств: Устройство и эксплуатация. — М.: Транспорт, 1988. — 224 с.
2. Жестков В.А. Испытания электропневматического привода к тормозам прицепов—тяжеловозов // Автомобильная промышленность. — 1963. — №8. — С. 22-24.
3. Безпека руху автомобільного транспорту: Довідник / Д.В. Зеркалов, П.Р. Левковець, О.І. Мельниченко, О.М. Дмитрієв — К.: Основа, 2006. — 360 с.
4. Литвинов А.С., А.К.Фрумкин А.С. Пути улучшения автотранспортных средств. — МАДИ, 1985. — 118 с.
5. Магопєць С.О., Золенко О.О. Нова конструкція електропневматичного приводу гальм для автопоїздів // Вісті автомобільно-дорожнього інституту: Науково-виробничий збірник / АДІ ДВНЗ „ДонНТУ”. — Горлівка, 2007. №1(4). — С. 77-80.
6. Резников Г.К. Обоснование схемы и параметров электропневматического тормозного привода длиннобазных, прицепных транспортных средств: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. — Минск, 1987. — 16 с.
7. Топалиди В.А. Разработка методов повышения эффективности процесса торможения сидельно-прицепного автопоезда. — М.: НАМИ, 1989. — 228 с.
8. Фрумкин А.К., Гуревич Л.В., Попов А.И. Электропневматический тормозной привод многозвенного автопоезда // Пути улучшения автотранспортных средств: Сб. науч. тр. / МАДИ, 1985.

Стаття надійшла до редакції 25.10.07  
© Філімошин В.Ю., Нужний В.В., 2007