

УДК 629.4.014.4

М. Я. Валігура
(старший викладач кафедри «Вагони та вагонне господарство»,
Державний університет інфраструктури та технологій)

РОЗВИТОК ГАЛЬМОВИХ СИСТЕМ РУХОМОГО СКЛАДУ ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

У статті розглянуті науково-практичні аспекти становлення і розвитку пневматичних систем автоматичних гальм, які використовувались на залізницях Америки, Європи і Азії з 80-х років XIX століття.

Проведені дослідження конструктивних особливостей гальмових систем пасажирського і вантажного рухомого складу провідних світових фірм по гальмовому обладнанню, таких як Вестінгауза (Westinghouse), Кунце-Кнорра (Kunze-Knorr), а також менш розповсюджених Гарді, Фів-Лілл, Нью-Йорк і деяких інших.

Представлений подальший розвиток гальмових систем з регулюванням гальмового натиснення, залежно від швидкості руху поїзда, та наявності протитюзного захисту і використанням дискових гальм та застосуванням електричних датчиків підсистем протитюзного захисту і швидкісного регулювання.

Також в статті розглянуто розвиток гальмових систем на залізницях України протягом XX століття у відповідності з розвитком залізниць СРСР, надані характеристики гальмових систем залежно від швидкості розповсюдження гальмової хвилі.

Ключові слова: гальмові системи, повітророзподільник, гальмовий циліндр, вагон, протитюзний захист, швидкісне регулювання, дискове гальмо.

Вступ. Розвиток залізничного транспорту пов'язаний із збільшенням ваги, довжини і швидкості руху поїздів, що висуває високі вимоги до надійності гальмового обладнання та безпеки руху. Надійність роботи гальмового обладнання залежить від конструктивних особливостей гальмових приладів і схем гальмового обладнання. Розвиток і удосконалення гальмових приладів пневматичних і електропневматичних гальмових систем відбувається з 80-х років XIX ст. і продовжується удосконалюватись і в даний час.

Постановка задачі. Дослідження розвитку гальмового обладнання і гальмових систем рухомого складу, його розвиток як на залізницях Америки, Європи і Азії, так і на залізницях України протягом XX ст. у відповідності з розвитком залізниць СРСР. **Виклад основного матеріалу.** Сучасне компонування пневматичних гальмових систем залізничного рухомого складу в цілому було отримане «еволюційним» шляхом ще на початку XX ст. Вже на той час на залізницях Америки, Європи та Азії,

© Валігура М. Я., 2018

серед найпоширеніших, знаходяться в експлуатації такі системи пневматичних автогальм як Вестінгауза (Westinghouse) [1, с. 434-439] і Кунце-Кнорра (Kunze-Knorr) [2], а також менш розповсюджені: Гарді, Фів-Лілль, Нью-Йорк і деякі інші [3].

Залізниці України походять від залізниць колишнього СРСР, які, в свою чергу, походять від залізниць царської Росії. На останні найбільший вплив стосовно гальм мали конструкції, що були розроблені у США. Стисло, але достатньо повно, історію залізничних гальм США від самого початку до 1936 р. викладено у перекладі матеріалів звіту Тягового дорадчого комітету Головному координатору транспорту США [1, с. 45-47, 713-728]. Слід зауважити, що при відновленні економіки США після «Великої депресії» залізниці не було обрано як пріоритетний вид транспорту і така певна «другорядність» щодо залізниць всередині США зберігається дотепер.

З кінця ХІХ ст. на залізницях США, відповідно до ААР, гальмові системи пасажирських вагонів мали позначення, що складались з двох латинських літер: перша вказувала на тип ПР, а друга – на тип ГЦ. Найпершою з таких систем стали гальма РМ, які було введено у 1890 р.

Гальмо РМ схематично зображено на рис. 1, де позначено: 1 і 21 – з'єднувальна головка із заглушкою 18, яка ланцюгом закріплена на рамі вагона; 2 – отвір, що направлено вгору, для відгалуження ГМ; 3 – трійник; 4 і 19 – кінцевий кран 1 1/4"; 5 і 20 – з'єднувальний рукав 1 3/8"; 5 – роз'єднувальний кран 1"; 7 – пиловловлювач; 8 – потрійний клапан типу Р; 9 і 17 – труба 3/4"; 10 – спускний кран 1/2"; 11 – ЗР; 12 – ГЦ типу М; 13 – авторегулятор ГВП; 14 – редуційний клапан; 15 – ГМ 1 1/4"; 16 – стоп-кран.

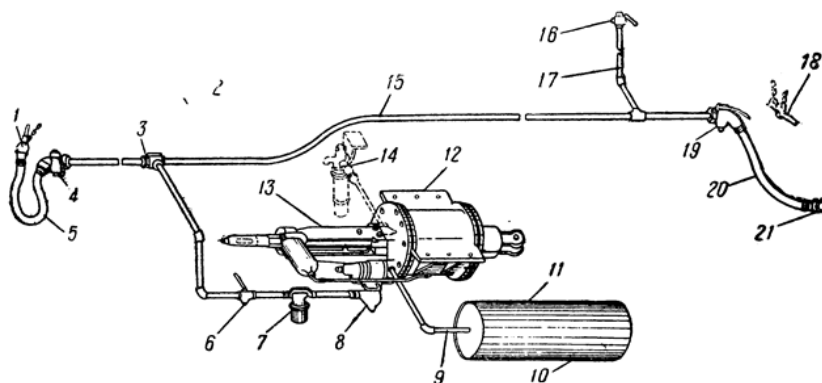


Рис. 1. Схема будови гальма типу РМ [1, фіг. 652, С. 718]

Гальмо РМ було розроблене спеціально для пасажирських вагонів. Його особливістю був «редуційний клапан» (поз.14 на рис.1), що діяв лише під час ЕГ і забезпечував найбільший тиск у ГЦ на початку гальмування з поступовим зменшенням до нормальної величини аби унеможливити юз (тобто таке собі дворежимне гальмове натиснення за якого перехід від збільшеного натиснення на звичайне відбувається через наперед заданий час). Цікаво, що з точністю до діаметрів труб компонування гальма РМ відповідає колодковому автогальму пасажирських вагонів колії 1520 мм колишнього СРСР і в зазначеній частині зберігається дотепер на залізницях України.

З 1906 р. відповідно до збільшення кількості вагонів у складі пасажирського поїзда у США було введено гальмо типу LN, яке подано на рис. 2, де позначено: 2 і 23 – з'єднувальна головка із заглушкою 19, яка ланцюгом закріплена на рамі вагона; 3 – трійник; 4 і 20 – кінцевий кран 1 1/4"; 5 і 22 – з'єднувальний рукав 1 3/8"; 6 і 24 – роз'єднувальний кран 1"; 7 – ЗР; 8 і 26 – спускний кран 1/2"; 9 і 18 – труба 3/4"; 10 – пиловловлювач; 11 – фільтр; 12 – потрійний клапан типу L; 13 – авторегулятор ГВП; 14 – ГЦ типу N; 15 – ГМ 1 1/4"; 16 – клапан затримки; 17 – стоп-кран; 21 – тяга; 25 – додатковий резервуар.

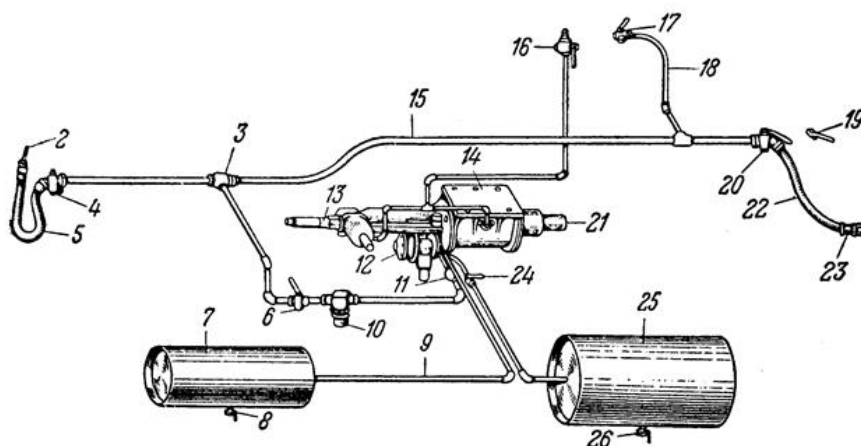


Рис. 2. Схема будови гальма типу РМ [1, фіг. 657, С. 720]

Гальмо типу LN є подальшим вдосконаленням гальма типу РМ. А саме було (при збереженні всіх функцій гальма типу РМ) додано: додаткове розрядження ГМ кожним вагоном при СГ, пришвидшене зарядження ЗР після СГ (із додаткового резервуара) та можливість ступінчастого розгальмовування. Вказане додаткове розрядження ГМ пізніше стало «стандартом» і зберігається дотепер, зокрема на гальмах залізниць колії 1520 мм незалежно від роду служби вагона.

Пошук конструкції пасажирського гальма, яке б давало можливість застосувати ЕГ у будь-який момент, навіть одразу після ПСГ без перезарядження, привів до появи гальма типу РС. Також гальмо типу РС давало більшу чутливість та рівномірність при СГ та відпуску порівняно з попередніми типами.

Гальмо типу РС з фрагментом ГВП подано на рис. 3, де позначено: 1 і 28 – кронштейн; 2 – важіль стоянкового гальма; 3 і 32 – з'єднувальна головка із заглушкою; 3 – трійник; 4 і 33 – кінцевий кран 1 1/4"; 5 і 31 – з'єднувальний рукав 1 3/8"; 6 – ЗР для СГ; 7 – спускний кран 1/2"; 8 – пиловловлювач; 9 – ПР типу 3-Е; 10 – фільтр; 11 – труба 3/4"; 12 – роз'єднувальний кран 1"; 13 і 42 – тяга; 14 і 39 – кронштейн ЗР; 15 – роз'єднувальний кран 5/4"; 16 (30), 17 (37), 19 (27) і 20 (29) – відповідно тяга, ланцюг, куліса та важіль стоянкового гальма; 18 – ГЦ для ЕГ; 36 і 41 – горизонтальний важіль; 21 – ГМ 1 1/4"; 22 і 24 – труба 1"; 23 – ЗР для ЕГ; 25 і 35 – авторегулятор ГВП; 26 – ГЦ для СГ; 34 – стоп-кран; 38 і 40 – допоміжні тяги.

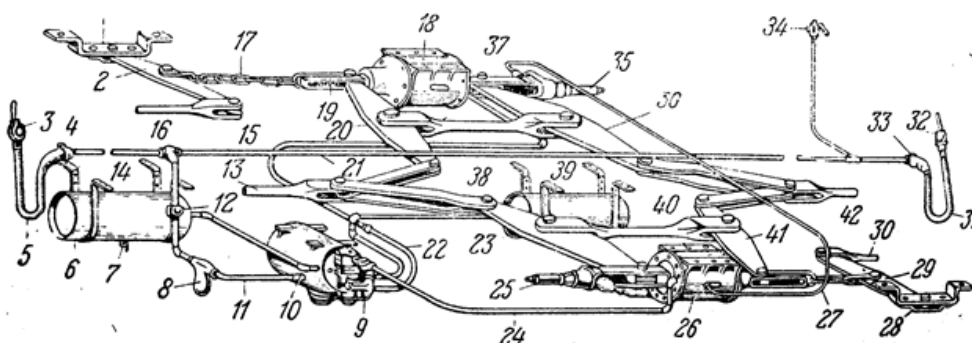


Рис. 3. Схема будови гальма типу РС [1, фіг. 662, С. 722]

Як видно з рис. 3 можливість ЕГ у будь-який момент досягнуто за рахунок подвоєння кількості ЗР і ГЦ та відповідного ускладнення ГВП. Таке технічне рішення виявилось економічно витратним і не набуло значного розповсюдження не тільки в США, але й у світі не знайшло підтримки.

З 1914 р. в США було введено гальмо типу УС, яке зображене на рис. 4, де позначено: 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8 і 9 – штуцери кронштейна ПР для під'єднання труб з діаметром проходу, відповідно: $\frac{3}{4}$ " для ЗР; $\frac{1}{2}$ " для резервуара ЕГ; для випуску повітря з ГЦ; $\frac{5}{4}$ " для ГМ; 1" для резервуара СГ; 1" для резервуара ЕГ; 1" для ГЦ при ЕГ і 1" для ГЦ при СГ; 10 – кран «затримки»; 11, 24 і 35 – труба з діаметром проходу $\frac{3}{4}$ "; 12, 15 і 22 – кран для зливу конденсату; 13 і 14 – резервуари СГ і ЕГ відповідно; 16 – трійник $5/4 \times 5/4 \times 1$ "; 17 – з'єднувальна головка із заглушкою; 18 і 34 – кінцевий кран; 19 і 32 – з'єднувальний рукав; 20 – роз'єднувальний кран 1"; 21 – ЗР; 23 – пиловловлювач; 25 – ПР типу U-12-BC; 26 – ГЦ; 27 – роз'єднувальний кран 1" для можливості підключення другого ГЦ; 30 та 30а – з'єднання та труба 1" при двох ГЦ на вагоні; 31 – з'єднувальна головка; 33 – заглушка для з'єднувальної головки; 36 – стоп-кран.

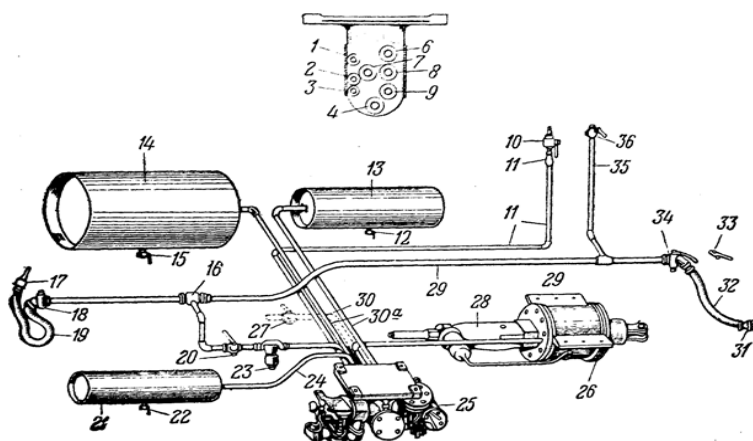


Рис. 4. Схема будови гальма типу УС [1, фіг. 662, С. 722]

На свій час гальмо типу УС розв'язувало практичну технічну задачу – воно мало властивості, як мінімум, не гірші за гальмо типу РС при одному ГЦ. Але в сенсі цього

огляду, гальмо типу UC заслуговує на увагу з трьох рис, які дозволяють стверджувати, що це гальмо є джерелом від якого походять усі схеми будови гальм залізничних пасажирських вагонів XX ст., як колії 1435 мм UC (у більшому ступені), так і колії 1520 (1524) мм. Перша риса – можливість паралельного підключення двох однакових ГЦ, завдяки чому воно забезпечувало простий перехід до повізкового гальмування. Друга – компонування штуцерів на кронштейні ПР, що повторюється дотепер, наприклад, у гальмі типу KE-GPR фірми Knorr-Bremze. Третя – це гальмо передбачало варіант типу UCE з доданням електричних приладів, що запроваджувало ЕПГ як основний різновид керування гальмуванням (неавтоматичне), та ПГ – як резервний, тобто «гальмо безпеки» (автоматичне).

Подальший розвиток пасажирських гальмових систем у світі (вже після обох світових війн) йшов шляхом додавання до розглянутого гальма типу UCE підсистем із зворотнім зв'язком (який забезпечували пневматичні датчики): а) регулювання гальмового натиснення залежно від поточної швидкості руху чи скорочено «швидкісного регулювання» та б) протиюзного захисту. Такий перелік став своєрідним «стандартом» і був втілений майже у всіх провідних фірмах, наприклад: а) гальмо фірми Oerlikon з ПР EST/R [4, рис. 38]; б) гальмо фірми DAKO-R з ПР DAKO-CV1R [5, рис. 47]; в) гальмо фірми Knorr-Bremze з ПР KES [4, рис. 37].

Остання з названих гальмових систем показана на рис. 5, де позначено: 1 – з'єднувальні рукава; 2 – кінцеві крани; 3 – стоп-кран залізниць колії 1520 мм; 4 – ГМ з діаметром проходу 1¼"; 5 – ПР типу KES (5а – головна частина типу KE0cSL, 5б – прискорювач EG типу EB3, 5в – кронштейн, 5г – реле тиску типу Dü21/1,7); 6 – кнопковий клапан з манометром; 7 – скоба випускного клапана; 8 – ручка привода роз'єднувального крана; 9 – ручка перемикача режимів гальма; 10 – резервуар (об'ємом 9 л) прискорювача EG; 11 – пневмодроселі (кожен з отвором діаметром 2 мм); 12 – фільтр; 13 – швидкісний регулятор типу Ag 11; 14 – резервуар об'ємом 5 л; 15 – ЗР додатковий (загальний об'єм 200 л); 16 – ЗР основний (загальний об'єм 150 л); 17 – стоп-кран залізниць колії 1435 мм; 18 – скоби стоп-крана з тросовим приводом; 19 – ГЦ (із внутрішнім діаметром 18"); 20 – запобіжні клапани; 21 – осьові датчики протиюзного пристрою типу MWX; 22 – скидаючий клапан типу MWA 15; 23 – манометр тиску в ГЦ.

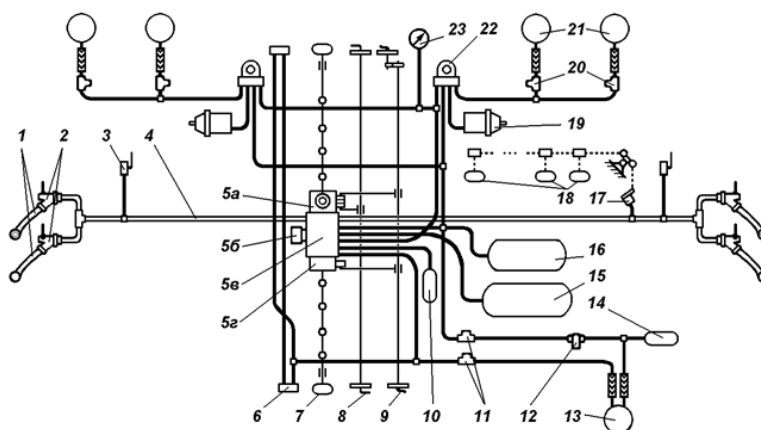


Рис. 5. Схема будови гальма вагона габариту RIC [6, рис. 2.5]

Наступним етапом еволюції гальмових систем став перехід до дискових гальм та застосування електричних датчиків підсистем протиюзного захисту і швидкісного

регулювання (за наявності останньої), а також інформаційно-діагностичних підсистем. При цьому дискові гальма викликали появу гальмових систем командного типу, тобто коли ПР працює разом із робочим резервуаром (замість ГЦ), а тиском повітря в усіх ГЦ керує пневматичне реле-повторювач. Щодо інформаційно-діагностичних підсистем, то вони вирізняються величезним діапазоном функцій від простого відображення поточного стану гальма (загальмовано / розгальмовано / вимкнено) аж до автоматизованого діагностування дефектів складових гальмової системи [7]. Як втілений приклад сучасного підходу можна навести гальмову систему пасажирського вагона типу «Україна-2» побудови ПАТ «Крюківський вагонобудівний завод» [8]. Цю систему подано на рис. 6, де позначено: 1 – з'єднувальні рукава; 2 – кінцеві крани; 3 – ГМ; 4 – стоп-крани; 5 – напірна магістраль; 6 – трійник; 7 – зворотний клапан із фільтром; 8 – триходовий кран; 9 – ЕПР; 10 – роз'єднувальний кран; 11 – ПР; 12 – випускний клапан; 13 і 14 – додаткові резервуари; 15 – реле тиску; 16 – робочий резервуар; 17 – ЗР; 18 – запобіжний клапан; 19 – світловий показчик; 20 – електричні осьові датчики; 21 – скидаючі клапани; 22 – колісні пари; 23 – ГЦ; 24 – мікропроцесорний блок керування підсистемою протиюзного захисту.

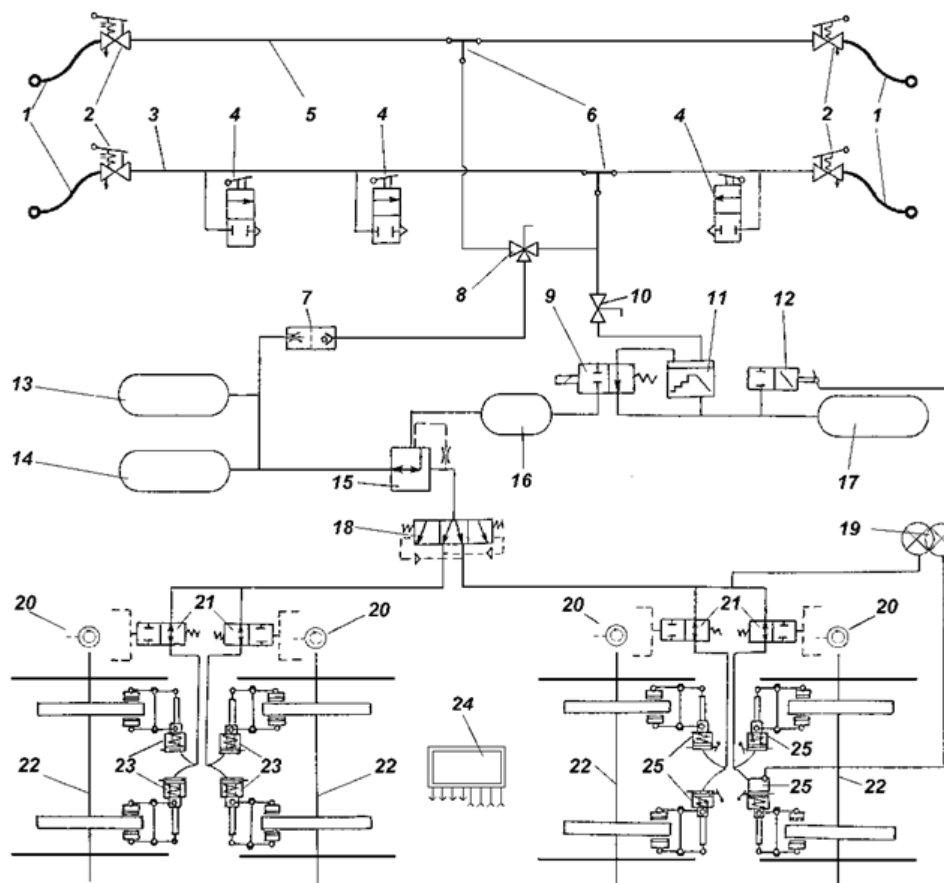


Рис. 6. Гальмова система вагона «Україна-2» [6, рис. 6.3]

Цікавою особливістю системи за рис. 6 є можливість включення такого вагона або до складу поїзда з локомотивною тягою (тоді використовують лише ГМ), або до складу електропоїзда.

У цілому, галузь залізничного гальмобудування є специфічною і у світі порівняно мало фірм, які працюють у цій царині. Особливо це можна сказати про теперішні часи, коли пройшли процеси концентрації капіталу. Найбільш конкурентним середовищем виступає Об'єднана Європа, де відомі такі транснаціональні корпорації: Knorr-Bremse (головний офіс у Німеччині), SAB Wabco (головний офіс у Швеції). Тут також діють: Oerlikon (у Швейцарії), Faiveley (у Бельгії та Франції), ДАКО (у Чехії та Словаччині). На залізницях США та Великої Британії монополієне становище щодо гальм займає фірма Westinghouse Brakes (США). На теренах колишнього СРСР у XXI ст. монополістом з виготовлення більшості гальмових приладів залізничного рухомого складу став холдинг «Трансмаш» (РФ).

Радянський період історії гальмових систем на залізницях України можна добре прослідкувати за фаховими довідниками [9, 10, 4]. При цьому, залізниці колишнього СРСР, особливо по відновленні економіки після другої світової війни, були за обсягами експлуатаційної роботи на першому місці в світі, що викликало відповідний бурхливий розвиток, зокрема гальмових систем. У цій роботі достатньо буде лише віддати шану корифеям, оскільки розвиток гальмових систем колишнього СРСР вже неодноразово виконаний попередниками та міститься у навчальних виданнях, наприклад, [14, 11, 12, 13].

«Батьком» радянського залізничного автогальма є Флорентій Піменович Казанцев (1876 – 1940). У 1908 р. він розробив оригінальну схему, а у 1909 р. – модель свого автоматичного двопровідного прямодіючого гальма. У 1923 р. таким гальмом було облаштовано перший дослідний поїзд. За наступний рік Ф.П. Казанцев досяг для гальма власної конструкції таких двох важливих якостей як невиснаженість і ступінчастий відпуск, причому вже для однопровідного варіанта, що отримало скорочену назву «АП-1». Цей удосконалений варіант на порівняльних випробуваннях, які відбувались на Закавказькій залізниці у 1925 р., впевнено переміг титуловане німецьке гальмо Кунце-Кнорра. Тоді назване гальмо Казанцева було прийняте для вантажного рухомого складу СРСР як єдине. Гальмо «АП-1» належало до так званого «жорсткого» типу, який більш придатний для крутих ухилів. Тому П.Ф. Казанцевим наступним було розроблене гальмо «К» напівжорсткого типу для рівнинних профілів колії, яке було введено у експлуатацію з 1929 р. Обидві зазначені схеми гальм докладно розглянуто в книзі [15, с. 10-14]. Особливо слід наголосити на тому, що названі гальма П.Ф. Казанцева, так само як і решта гальмових систем цього автора («жорстка» АП-2 та «м'які» К-1 і К-2), мали ПР клапанно-діафрагменої конструкції. Така конструкція на кілька десятиліть випередила світову думку в царині гальмобудування – тільки після другої світової війни у Франції фірмою Шармільль було запроваджено подібне рішення [12, с. 15]. А на колії 1520 мм повернення «до витоків» відбулось лише з 2003 р., коли на ВАТ «МТЗ-Трансмаш» (РФ) розробили клапанно-діафрагменні ПР типів 241 і 242 [16, с. 70 – 76].

Другим за хронологією видатним гальмобудівником колишнього СРСР став Іван Костянтинович Матросов (1886 – 1965). Він першим у світовій практиці досяг для залізничної гальмової системи незалежності часу наповнення гальмового циліндра ані від режиму дії, ані від внутрішнього об'єму останнього, тобто від величини ви-

ходу штока, при чому навіть за наявності незначної нещільності. Це гальмо І.К. Матросова системи М-320 було визнано кращим у порівняльних випробуваннях, які тривали у 1929 – 1931 рр. серед радянських винахідників (хоча суперниками тоді були гальма таких видатних авторів як Ф.П. Казанцев та Б.Л. Карвацький). Також І.К. Матросов є винахідником багатьох складових залізничної гальмової пневматичної системи, а саме, таких приладів, як: авторежим (автоматичний регулятор режимів гальмування залежно від навантаження вагона), подвійний випускний клапан, регулятор подвійного тиску ходу повітряного насоса, кінцевий кран, повітродозподільники 320, 135, 270 002, 292 (перші три вантажного типу, а останній – пасажирського). Також ним було створено гальмову систему рухомого складу метрополітену та інші винаходи і технічні вдосконалення. Практично весь типажний ряд ПР поршнево-золотникової конструкції для рухомого складу залізниць колії 1520 мм було створено безпосередньо або під керівництвом І.К. Матросова. Йому ж належить винахід першого у СРСР універсального (і для вантажного, і для пасажирського магістрального рухомого складу) ПР типу М 47.

Для галузі гальмобудування залізниць колії 1520 мм багато в теоретичному та практичному сенсі зробили: В.Ф. Єгорченко, Б.Л. Карвацький, В.М. Казарінов, В.Г. Іноземцев, Д.Е. Кармінський, П.Т. Гребенюк, Е.І. Галай, М.І. Глушко, В.Р. Асадченко та ін.

Інтегральним показником ефективності гальмової системи є величина швидкості розповсюдження гальмової хвилі, яку забезпечує ПР. У табл. 1 подано дані для приладів різних часів, де скорочено: 1СГ – перша ступінь гальмування при зниженні тиску в гальмовій магістралі на 0,5 кг/кв.см; ПСГ – повне службове гальмування; ЕГ – екстрене гальмування [10, с.776; 4, с.159; 5, с.186; 17, с.4; 15, с.232].

Таблиця 1. Швидкість гальмової хвилі, м/с

Тип або № ПР	Рід гальма	1СГ	ПСГ	ЕГ
М-320	вантажне	120	140	160
МТЗ-135	вантажне	140	150	170...180
216, 217, 218, 219	пасажирське	50	50...60	160...170/70
292-001	пасажирське	150	160	190/180
270-002	вантажне	160...165	170	200
270-005	вантажне	180...200	200...210	220...230
270-007	вантажне	230	235	250
483	вантажне	280	280	300
242-1	пасажирське	?	170	250
KE _s (Knorr)	пасажирське	?	?	250
ESt4d (Oerlikon)	пасажирське	?	250	250

Примітки: 1. Дані (за наявності прискорювача ЕГ) в чисельнику при увімкненому прискорювачі, а у знаменнику – при вимкненому.

2. «?» – дані, що не регламентовано технічною документацією.

Висновки. На підставі виконаних досліджень та проведеного аналізу:

1. Розглянуті науково-практичні аспекти становлення і розвитку пневматичних систем автоматичних гальм, які використовувались на залізницях Америки, Європи і Азії з 80-х рр. XIX ст. Проведені дослідження конструктивних особливостей гальмових систем пасажирського і вантажного рухомого складу провідних світових фірм

по гальмовому обладнанню, таких як Вестінгауза (Westinghouse), Кунце-Кнорра (Kunze-Knorr), а також менш розповсюджених Гарді, Фів-Лілль, Нью-Йорк і деяких інших.

2. Представлений подальший розвиток гальмових систем з регулюванням гальмового натиснення, залежно від швидкості руху поїзда, та наявності протиюзного захисту і використанням дискових гальм та застосуванням електричних датчиків підсистем протиюзного захисту і швидкісного регулювання.

3. Розглянуто розвиток гальмових систем на залізницях України протягом ХХ ст. у відповідності з розвитком залізниць СРСР, надані характеристики гальмових систем залежно від швидкості розповсюдження гальмової хвилі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Подвижной состав железных дорог Соединенных Штатов Америки [Текст] : по материалам отчета Тягового совещательного комитета Главному координатору транспорта США [пер. с англ.] / Под ред. П.И. Травина. – М.: Гос. трансп. ж.-д. изд-во, 1941. – 752 с.
2. *Егорченко, В. Ф.* Тормоз Кунце-Кнорра для товарных вагонов в ряду других систем товарных тормозов [Текст] / В.Ф.Егорченко. – М.: Транспечать, 1925. – 53 с.
3. *Болонов, В.* Автоматические тормоза [Текст] / В. Болонов, Г. Гринштейн (полн. иниц. авт. в книге не указаны). – М.: ОГИЗ – ГОСТРАНСИЗДАТ, 1932. – 264 с.
4. Справочник по тормозам [Текст] / В.И. Крылов, А.Н. Перов, А.К. Озолин, Н.Н. Климов. – Изд. 3-е перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1975. – 448 с.
5. Тормозное оборудование ж.-д. подв. сост. [Текст] : Справочник / В. И. Крылов, В. В. Крылов, В. Н. Ефремов, П. Т. Демущкин. – М. : Транспорт, 1989. – 487 с.
6. *Бабаев, А. М.* Принцип дії, розрахунки та основи експлуатації гальм рухомого складу залізниць [Текст] : навч. посіб. / А.М. Бабаев, Д.В. Дмитрієв ; За ред. Д.В. Дмитрієва. – К.: ДЕДУТ, 2007. – 176 с.
7. Пат. 83459 Україна, МПК (2006) В 61 К 9/00. Пристрій для поточного контролю механічної частини рухомого складу залізниць [Текст] / Кірпа Г. М., Дьомін Ю. В., Дьомін Р. Ю., Дмитрієв Д. В.; заявники та власники патенту: Кірпа Г. М., Дьомін Ю. В., Дьомін Р. Ю., Дмитрієв Д. В. – № 2003076577 ; заявл. 14.07.2003 ; надрук. 25.07.2008. Бюл. № 14. – 3 с. : іл.
8. Пат. 2272729.С2 Россия, МПК7 В61Н 11/02. Тормоз пассажирского вагона [Текст] / Приходько В.И., Коробка Б.А., Шилиев В.Н., Шкабров О.А., Стеринзат Я.М., Морока В.А., Супряженко В.М., Набока В.Н., Ермаков В.В. ; заявитель и собственник патента ОАО «КрВСЗ». – № 2004117014/11 заявл. 07.06.2004; опубл. 27.03.2006. Бюл. № 9. – 5 с. : ил.
9. Автоматический стенд МТЗ.К483 [Электронный ресурс] – Режим доступа: www.mtz-transmash.ru/files/presscentr/publikacii/MTZ_%20K483.pdf (останній доступ 24.7.2016).
10. Справочная книжка железнодорожника [Текст] / Под общ. ред. В.А. Гарныка. – Изд. 3-е испр. и доп. – М.: Гос. трансп. жел.-дор. изд-во, 1956. – 1104 с.
11. *Барценков, В. Н.* Устройство и работа воздухораспределителя 242 1 [Текст] / В.Н. Барценков, Н.В. Кондратьев // Локомотив. – 2011. – № 8 (656). – С. 19-23.
12. *Галай, Э. И.* Тормозные системы железнодорожного транспорта. Конструкция тормозного оборудования [Текст] : учеб. пособие / Э.И. Галай, Е.Э. Галай ; М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 315 с.
13. *Иноземцев, В. Г.* Автоматические тормоза [Текст] : уч. для вузов ж.-д. трансп. / В.Г. Иноземцев, В.М. Казаринов, В.Ф. Ясенцев. – М.: Транспорт, 1981. – 464 с.
14. *Крылов, В. И.* Автоматические тормоза подвижного состава [Текст] : учеб. для вузов ; / В.И. Крылов, В.В. Крылов. – М. : Транспорт, 1983. – 360 с.
15. *Казаринов, В. М.* Автотормоза [Текст] / В.М.Казаринов. – Изд. 2-е. – М.: Трансжелдориздат, 1962. – 239 с.
16. Расчет и проектирование пневматической и механической частей тормозов вагона [Текст] : уч. пособ. для вузов ж.-д. транспорта / П.С. Анисимов, В.Я. Юдин, А.Н. Шамаков, С.Н. Коржин ; под ред. П.С. Анисимова. – М.: Маршрут, 2005. – 248 с.
17. *Сугак, П. А.* Тормоз системы КЕ [Текст] / П.А. Сугак, В.М. Щегров. – М.: Транспорт, 1979. – 72 с.

REFERENCES

1. Constituent Railways of the United States of America [Text]: Based on the report of the Traction Advisory Committee to the Chief Transportation Coordinator of the United States [trans. with Eng.] / ed. P.I.Travina. – M.: Gos. trans railway station ed., 1941. – 752 pp.
2. Egorchenko, VF Tormaz Kuncе-Knorra for freight wagons in a number of other systems of commodity brakes [Text] / VF Egorchenko. – M.: Transcutch, 1925. – 53 p.
3. Bolonov, V. Automatic brakes [Text] / V. Bolonov, G. Grinshtein. - Poln. nits aut the book is not specified. – Moscow: OGIZ – GOSTRANSIZDAT, 1932. – 264 p.
4. Handbook on brakes [Text] / V.I.Krylov, A.N.Perov, A.K.Ozolin, N.N.Klimov. - Izd. 3rd pererab. and add – M.: Transport, 1975. – 448 p.
5. Trmzhnoe equipment zh.-d. half an hour Sost. [Text]: reference book / V.I. Krylov, V.V. Krylov, V.N. Efremov, P.T. Demushkin. – M.: Transport, 1989. – 487 pp.
6. Babaev, A.M. Principle of operation, calculations and basis of operation of the brake of rolling stock of railways [Text]: taught. manual / A. M. Babayev, D. D. Dmitriev; for ed. D.V. Dmitrieva – Kyiv: DETUT, 2007. – 176 p.
7. Pat. 83459 Ukraine, IPC (2006) At 61 K 9/00. Device for the current control of the mechanical part of the rolling stock of railways [Text] / Kirpa G. M., Dyomin Yu. V., Dyomin R. Yu., Dmitriev DV; Applicants and patent holders: Kirpa G. M., Dyomin Yu. V., Dyomin R. Yu., Dmitriev DV – No. 2003076577; stated. July 14, 2003; printing July 25, 2008 Bull No. 14. – 3 s. : il
8. Pat. 2272729.C2 Russia, IPC7 B61H 11/02. Passenger car wagon [Text] / Prikhodko VI, Box B.A., Shilayev VN, Shkabrov O.A., Sterinzat Y.M., Moroka V.A., Suprajhenko V.M., Naboka V .H., Ermakov V.V. ; the applicant and the owner of the JSC "KrVVSZ" patent. – No. 2004117014/11 Hayabil. 07.06.2004; has published March 27, 2006 Bull No. 9. – 5 s. : il
9. Automatic stand MTZ.K483 [Electronic resource] – access mode: www.mtz-transmash.ru/files/presscentr/publikacii/MTZ_%20K483.pdf (last accessed 24.7.2016).
10. Reference book of the railroad [Text] / in common. Ed. V.A.Harnyk. – Izd. 3rd correction and add - M.: Gos. Trans-Jel-Door ed., 1956. – 1104 p.
11. Bartschenkov, VN The device and work of the air distributor 242 1 [Text] / VN Barshchenkov, NV Kondrat'ev // Lokomotiv. – 2011. – No. 8 (656). – C. 19-23.
12. Galay, E. I. Brake systems of railway transport. Braking equipment design [Text]: study. allowance / E.I.Galiy, E.E.Galiy; Ministry of Education resp. Belarus, Belorussia. state un-t trans – Gomel: BelGUT, 2010. – 315 p.
13. Inozemtsev, V.G. Automatic brakes [Text]: sch. for high schools of railways trans / V.G.Inozemtsev, V.M.Kazarinov, V.F.Yasentsev. – M.: Transport, 1981. – 464 p.
14. Krylov, V.I. Automatic brakes of the rolling stock [Text]: study. for high schools; / V.I.Krylov, V.V. Krylov. - M.: Transport, 1983. - 360 s.
15. Kazarinov, V.M. Autotramy [Text] / V.M.Kazarinov. – Izd. 2nd – Moscow: Transzhelordizdat, 1962. – 239 pp.
16. Raschet and design of pneumatic and mechanical parts of the car brakes [Text]: sch. way. for high schools of railways transport / P.S. Anisimov V.Ya. Yudin, AN Shamakov, SN Korzhin; ed. P.S. Anisimova – Moscow: Route, 2005. – 248 p.
17. Sugak, P.A. Brake system of KE [Text] / P.A.Sugak, V.M.Shchegrov. – M.: Transport, 1979. – 72 p.

М. Я. Валигура

(старший преподаватель кафедры «Вагоны и вагонное хозяйство», Государственный университет инфраструктуры и технологий)

**РАЗВИТИЕ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА
ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА**

В статье рассмотрены научно-практические аспекты становления и развития пневматических систем автоматических тормозов, которые использовались на железных дорогах Америки, Европы и Азии с 80-х годов XIX в.

Проведенные исследования конструктивных особенностей тормозных систем пассажирского и грузового подвижного состава ведущих мировых фирм по тормозному оборудованию, таких как Вестингауза (Westinghouse), Кунце-Кнорра (Kunze-Knorr), а также менее распространенных Харди, Фив-Лилль, Нью-Йорк и других.

Представленно дальнейшее развитие тормозных систем с регулированием тормозного нажатия в зависимости от скорости движения поезда, и наличии противоюзной защиты и использованием дисковых тормозов и применением электрических датчиков подсистем противоюзной защиты и скоростного регулирования.

Также в статье рассмотрено развитие тормозных систем на железных дорогах Украины на протяжении XX в. в соответствии с развитием железных дорог СССР, предоставлены характеристики тормозных систем в зависимости от скорости распространения тормозной волны.

Ключевые слова: тормозные системы, воздухораспределитель, тормозной цилиндр, вагон, противоюзная защита, скоростное регулирование, дисковый тормоз.

*Mykola Y. Valigura
(Senior Lecture Chair «Wagons and Wagon Institution» State University of Infrastructure and Technology)*

DEVELOPMENT OF ROLLING STOCK BRAKES

The article deals with the scientific and practical aspects of the formation and development of pneumatic systems of automatic brakes, which were used on the railways of America, Europe and Asia since the 80's of the XIX century.

Researches of design features of brake systems of passenger and cargo rolling stock of leading world firms on brake equipment, such as Westinghouse, Kunze-Knorr, as well as less common Gardie, Fiv Lille, New York and some others .

The further development of braking systems with brake control, depending on the speed of the train, and the presence of anti-fog protection and the use of disc brakes and the use of electrical sensors of anti-earth protection and speed control subsystems are presented.

Also in the article the development of brake systems on the railways of Ukraine during the XX century in accordance with the development of the railways of the USSR was considered, and the characteristics of the braking systems were given depending on the propagation speed of the brake wave.

Keywords: brake systems, air distributor, brake cylinder, car, anti-theft protection, speed regulation, disk brake.

Стаття надійшла до редакції 15.12.2017 р.