

Фомін О.В., Туровець Д.А.

МОДЕРНІЗАЦІЯ АВТОГАЛЬМІВНОГО ОБЛАДНАННЯ ЕЛЕКТРОПОЇЗДІВ З ВПРОВАДЖЕННЯМ СИСТЕМИ ПОПЕРЕДЖЕННЯ САМОВІЛЬНОГО СКОЧУВАННЯ ВАГОНІВ З МІСЦЯ

Забезпечення безпеки руху поїздів є одним з найважливіших вимог до роботи залізниць України. Серед чинників, що призводять до аварій та катастроф на залізничному транспорті є несправність або некоректна робота автогальмівного обладнання, що в свою чергу може призвести до тяжких наслідків, в тому числі травмування людей, а також значних фінансових витрат. Основні причини самовільного скочування вагонів електропоїздів пов'язані з несправностями гальмівного обладнання та не ідеальністю роботи пасажирських повітророзподільників ум. №292 або ум. №242, а саме неможливістю після початку гальмування підживлювати втрати повітря в запасному резервуарі. Зарядка запасних резервуарів стисненим повітрям відбувається лише при повному відпуску гальм. Також причини, що призводять до самовільного скочування вагонів електропоїздів є несправності систем безпеки, неякісний ремонт автогальмівного обладнання, халатне відношення локомотивних та ремонтних бригад до своїх службових обов'язків, незнання особливостей роботи автогальмівного обладнання, що призводить до знеживлення гальмівної магістралі, незнання профілю колії локомотивними бригадами та несанкціоноване втручання в роботу автогальмівного обладнання сторонніми особами, в т.ч. пасажирів. За результатами проведеного аналізу конструкції автогальмівного обладнання електропоїздів, вивчення причин та обставин, що призводять до самовільного скочування вагонів електропоїздів розроблено 2 варіанти модернізації автогальмівного обладнання для електропоїздів серій EP2 (в/і) та EP9 (в/і). При виконанні модернізації з застосуванням на відростках повітропроводів між повітропроводом гальмівної магістралі та стоп-кранами електропневматичних вентилів аналогічних за конструкцією та принципом дії електропневматичним вентилям типу ВВ-32, але зі збільшеними внутрішніми повітряними каналами, призводить до не уможливлення повного знеживлення гальмівної магістралі сторонніми особами при зриві стоп-крану. При модернізації автогальмівного обладнання з додатковим встановленням електропневматичних вентилів на трубопроводах зі стисненим повітрям до гальмівних циліндрів моторних вагонів створюється аналог стоянкового гальма для запобігання скочування вагонів електропоїзду на несприятливому профілю колії.

Ключові слова: електропоїзд, автогальмівне обладнання, модернізація, безпека руху.

Актуальність дослідження. Основними причинами скочування вагонів електропоїздів є незнання роботи автогальмівного обладнання, а саме роботи пасажирських повітророзподільників ум. №292 та №242, незнання плану та профілю колії, несправність електричного та/або пневматичного обладнання електропоїздів. Дані порушення в роботі обладнання та халатне відношення до своїх службових обов'язків призводить до порушення графіку руху поїздів, виходу з ладу обладнання електропоїздів, які в свою чергу тягнуть за собою значні фінансові втрати. Також важливо зазначити, що несправне автогальмівне обладнання призводить до порушення безпеки руху поїздів та може призвести до травмування пасажирів.

Постановка проблеми. Сформувані необхідність проведення модернізації автогальмівного обладнання електропоїздів EP2 (в/і) та EP9 (в/і).

Проведені дослідження автогальмівного устаткування електропоїздів EP2 (в/і) та EP9 (в/і) з подальшою розробкою модернізації їх пневматичних схем.

Теоретичний аналіз дослідження.

На даний час проблемі з оцінки та визначення показників гальмівної ефективності та конструювання автогальмівного обладнання присвячено низку кількості наукових праць.

У роботі [1] розглянуто ключові поняття та визначення теорії надійності, проведений комплексний аналіз особливостей виникнення дефектів у несучих елементах напіввагонів на етапах їх виробництва та експлуатації, що в тому числі можна застосувати до вагонів електропоїздів. В [2, 3] встановлюють вимоги до міцності і динамічних якостей при виконанні розрахунків і оцінці результатів випробувань для несучих конструкцій кузова вагона, кріплення підвісного обладнання вагона, несучої конструкції і кріплення підвісного обладнання візків, складових частин гальмової важільної передачі. В публікації [4] представлені теоретичні основи викоистання математичних моделей складових вантажних вагонів, які частково можна прийняти для моделювання окремих елементів конструкції електропоїздів. В [5] представлена концепція оптимізації проектування кузовів залізничних напіввагонів, запропоновані підходи до їх проектування. В роботах [6, 7, 8] наведені принципи та

методи розрахунку гальмівної ефективності пасажирських вагонів та визначення гальмівного шляху. Інструкції [9, 13] встановлюють експлуатаційні норми, методологію та правила користування автогальмівним обладнанням електропоїздів. В роботах [10, 11, 12] наведені більш розширені відносно [6, 7, 8] методи визначення гальмівної ефективності вагонів з внесенням корегуючих факторів. Нормативний документ [14] встановлює вимоги до ремонту автогальмівного обладнання. Стандарт [15] описує вимоги до проектування та правил розрахунку автогальмівного обладнання. В [16] представлено методологію розрахунку гальмівної ефективності з використанням комп'ютерного моделювання. Враховуючи вищесказане можна зробити висновок, що в результаті аналізу інформаційних джерел з досліджуваного питання свідчить про відсутність достатніх методичних і практичних матеріалів для створення та впровадження на електропоїздах системи попередження самовільного скочування вагонів з місця.

Мета статті.

Вирішення науково-практичної задачі зі створення обґрунтувань модернізації автогальмівного обладнання електропоїздів EP2 (в/і) та EP9 (в/і), з впровадженням системи попередження самовільного скочування вагонів електропоїздів з місця після самовільно-повторювального зриву стоп-крану.

Основними чинниками які впливають на безпеку руху при управлінні гальмами є незнання роботи автогальмівного обладнання, а саме роботи пасажирських повітродозподільників ум. №292 та №242, незнання плану та профілю колії та порушення посадових інструкцій.

Задачі дослідження. Для досягнення поставленої мети визначені та вирішені наступні питання:

- дослідження роботи пневматичних гальм електропоїздів EP2 (в/і) та EP9 (в/і) ;
- розробка схем модернізації автогальмівного обладнання електропоїздів EP2 (в/і) та EP9 (в/і);
- виконання аналізу отриманих результатів моделювання.

Викладення основного матеріалу дослідження.

Об'єктами досліджень обрано електропоїзди EP2 (в/і) (рис.1) та EP9 (в/і) (рис.2).



Рис. 1 Електропоїзд EP2т



Рис. 2 Електропоїзд EP9м

Розглянемо пневматичні схеми гальмівного обладнання електропоїздів серії EP2 (рис.3-5). Електропоїзди EP2 (в/і) та EP9 (в/і) в своїй основі аналогічні електропоїзду EP2.

Під кожним вагоном електропоїзда прокладені живильна (ПМ) і гальмівна (ТМ) магістралі, обладнані кінцевими кранами 1 № 190 (рис.3-5) і сполучними рукавами. Повітропроводи під вагонами перехрещуються, тому в кінці вагона поживна магістраль розташована зліва, а гальмівна - справа. Міжвагонні рукава обох магістралей повинні з'єднуватися навхрест.

Прилади гальмування й прилади постачання стисненим повітрям розміщені на головному(рис.3) і причіпному вагонах (рис.5). Вони включають в себе мотор-компресори (К) типу ЕК-7Б, по два головних резервуари (ГР) об'ємом по 170 л кожен, повітророзподільник (ВР) № 292 (в комплекті з електроповітророзподільника № 305-001), запасні резервуари (ЗР) об'ємом 78 л і гальмівні циліндри (ТЦ) № 501Б діаметром 14".

Управління роботою мотор-компресора здійснюється регулятором тиску (РГД) типу АК-11Б, встановленим на головному вагоні.

Регулятор включає компресори при тиску в ПМ $6,5 \text{ кгс/см}^2$ а вимикає - при тиску $8,0 \text{ кгс/см}^2$.

Прилади управління гальмами розташовані тільки на головному вагоні (рис.3) електропоїзда. Ця група приладів включає в себе кран машиніста (КМ) № 395-000-5 (або № 334Е на електропоїздах EP-2 до № 1028) та роз'єднувальні крани 4 № 377. Прилади контролю, розташовані на головному вагоні, включають в себе електропневматичний клапан автостопа (ЕПК) № 150І, швидкостемір (СЛ), встановлений на відводі трубопроводу гальмівних циліндрів, і манометри (МН1 - МН3).

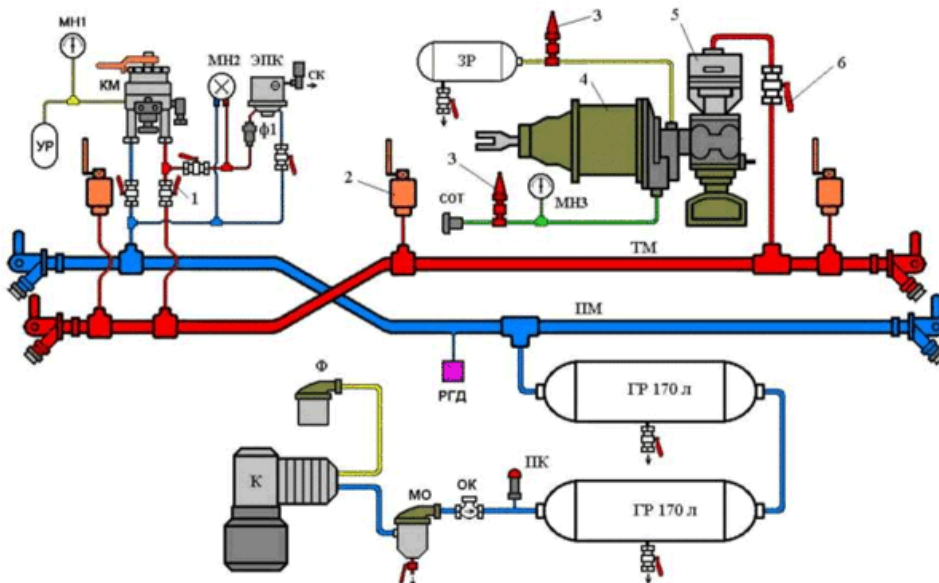


Рис. 3 Схема гальмівного обладнання головного вагона електропоїзда EP2

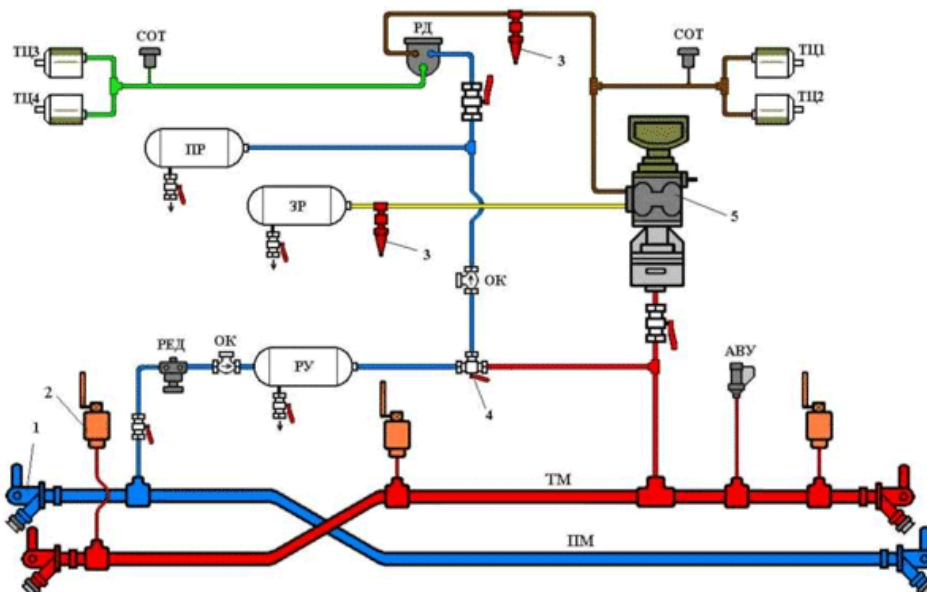


Рис. 4 Схема гальмівного обладнання моторного вагона електропоїзда EP2

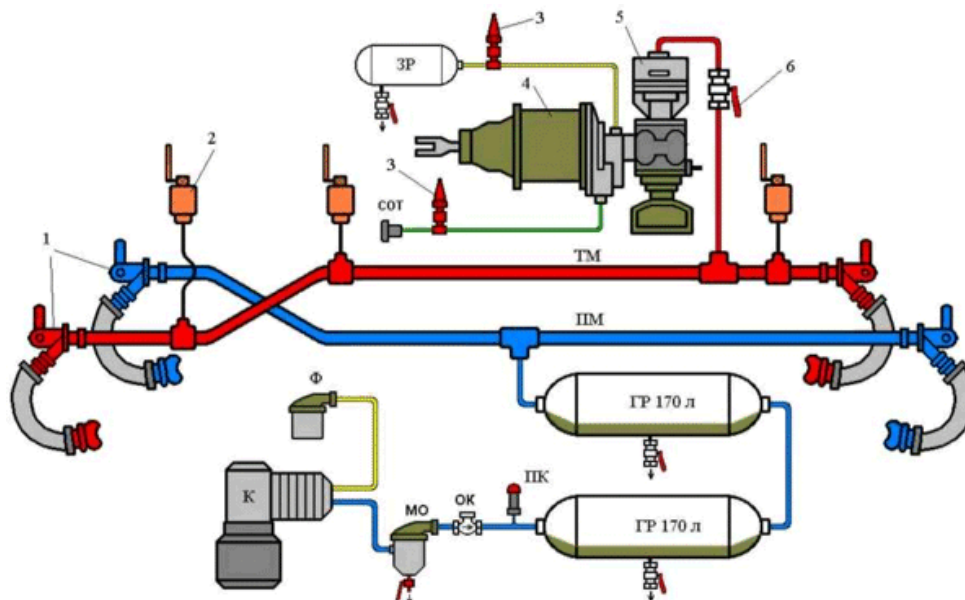


Рис.5 Схема гальмівного обладнання причіпного вагона електропоїзда ЕР2

На моторному вагоні (рис.4), крім повітрянорозподільника (ВР) та запасного резервуара (ЗР), встановлені чотири гальмівних циліндра № 507Б діаметром 10" (по два на кожному візку), реле тиску (РД) № 304, живильний резервуар (ПР) об'ємом 78 л, пневматичний вимикач управління (АВУ) № Е-119Б (або ПВУ-2) та резервуар управління (РУ) об'ємом 55 л.

На кожному вагоні на відводах гальмівної магістралі встановлені стоп-крани 2 № 163, на трубопроводах від повітрянорозподільника до запасного резервуару, а також на трубопроводах від ВР до ТЦ (на моторних вагонах від ВР до РД) встановлені випускні клапани 3 № 31 та сигналізатори відпустки гальм (СОТ) № 352 А.

Компресори всмоктують атмосферне повітря через фільтр (Ф1) № УФ-2 та нагнітають його через змійовик, масляний віддільник (МО) № Е-120 і зворотний клапан (КО1) № Е-155 в головні резервуари ГР і далі в живильну магістраль. Масляні віддільники та головні резервуари забезпечені водоспускними кранами для видалення конденсату і масла. На трубопроводі між компресором і ГР встановлений запобіжний клапан (КП) № Е-216, відрегульований на тиск спрацювання 9,0 кгс / см².

На головних вагонах (рис. 3) стиснене повітря з ПМ через роз'єднувальний кран 4 підходить до крану машиніста КМ, через який відбувається зарядка зрівнювального резервуара (УР) об'ємом 20 л (на електропоїздах ЕР2 обладнаних кранами машиніста № 334 Е, об'єм УР становить 12 л). Повітря з ПМ через роз'єднувальний кран 5 та фільтр (Ф) № Е-114 підходить до ПК, який з'єднаний зі зривним клапаном (СК). Зривний клапан представляє собою електропневматичний вентиль ВВ-32 і забезпечує автоматичну дію пневматичних гальм в разі розриву електричної мережі ЕПГ при всіх режимах управління ЕПГ. Зривний клапан встановлюється на електропоїздах ЕР2 з № 1028.

На електропоїздах ЕР2 з кранами машиніста № 334Е зривний клапан відсутній, а стиснене повітря по відведенню ПМ надходить до вентилу перекриші № ВП-47.

На моторних вагонах (рис.4) повітря з ПМ через редуктор тиску (РЕД) № 348, відрегульований на тиск 5,0 кгс/см², і зворотний клапан (КО2) № Е-175 надходить в резервуар управління РУ і далі через трьохходовий кран 4 № Е-220 та зворотний клапан (КО3) № 3700 у живильний резервуар ПР і до реле тиску РД.

Через кран машиніста КМ (рис.3) і роз'єднувальний кран 4 стиснене повітря з ПМ на головних вагонах (рис.3) надходить в гальмівну магістраль. Через відведення від гальмівної магістралі ТМ через роз'єднувальний кран 6 повітря підходить до ЕПК, а через роз'єднувальний кран 7 і повітрянорозподільник (ВР) відбувається зарядка запасного резервуара (ЗР). На моторних вагонах (рис.4) повітря з ТМ підходить також до АВУ, який призначений для розриву ланцюга управління електропоїзда, якщо тиск в ТМ стане нижче 2,7 - 2,9 кгс/см².

При електропневматичному або пневматичному гальмуванні краном машиніста повітрянорозподільники (електроповітрянорозподільники) всіх вагонів спрацьовують на гальмування. При цьому на головних та причіпних вагонах повітрянорозподільники з'єднують запасний резервуар з гальмівним циліндром. На моторному вагоні повітрянорозподільник наповнює з запасного резервуара гальмівні циліндри (ТЦ1, ТЦ2) першого візка і керуючу камеру реле тиску. Реле тиску РД спрацьовує як повторювач і наповнює гальмівні циліндри (ТЦ3, ТЦ4) другого візка стисненим повітрям з ПР.

Відпуск гальм виконують постановкою ручки КМ в положення І або ІІ. При цьому повітрянорозподільники спрацьовують на відпуск і через свою клапанну систему з'єднують ТЦ з атмосферою (на головних і причіпних вагонах). На моторних вагонах розподільник повітря з'єднує з атмосферою ТЦ1, ТЦ2 першого візка і керуючу камеру реле тиску (РД), яке, в свою чергу, теж спрацьовує на відпуск і сполучає ТЦ3, ТЦ4 другого візка з атмосферою. Відпуск гальма вручну на окремому вагоні можна виконати за допомогою випускних клапанів 3.

При слідуванні електропотягу в неробочому («холодному») стані, коли в живильній магістралі повітря відсутнє, зарядка живильного резервуара на моторному вагоні (рис.4) здійснюється з гальмівної магістралі через трьохходовий кран 4 і зворотний клапан КОЗ. Попередньо трьохходовий кран 4 необхідно встановити в положення «холодного резерву», а в обох кабінах перекрити роз'єднувальні крани до ЕПК і роз'єднувальні крани на ПМ і ТМ до крана машиніста. При цьому, якщо електропоїзд обладнаний кранами машиніста № 334Е, то ручки кранів необхідно встановити в положення I, а при кранах машиніста № 395 - в положення VI.

Розробка модернізації з встановленням електропневматичного вентиля на відросток від гальмівної магістралі до стоп-крану.

Для наглядності за основу модернізації беремо пневматичну схему гальмівного обладнання моторного вагону електропоїзду ЕР2 (рис.6). Головний та причіпний вагон, а також електропоїзди ЕР2(в/і) та ЕР9(в/і) модернізуємо за аналогічним способом. Для виконання модернізації використовуємо електропневматичний вентиль аналогічний за конструкцією та принципом дії електропневматичному вентилю типу ВВ-32, але зі збільшеними внутрішніми повітряними каналами.

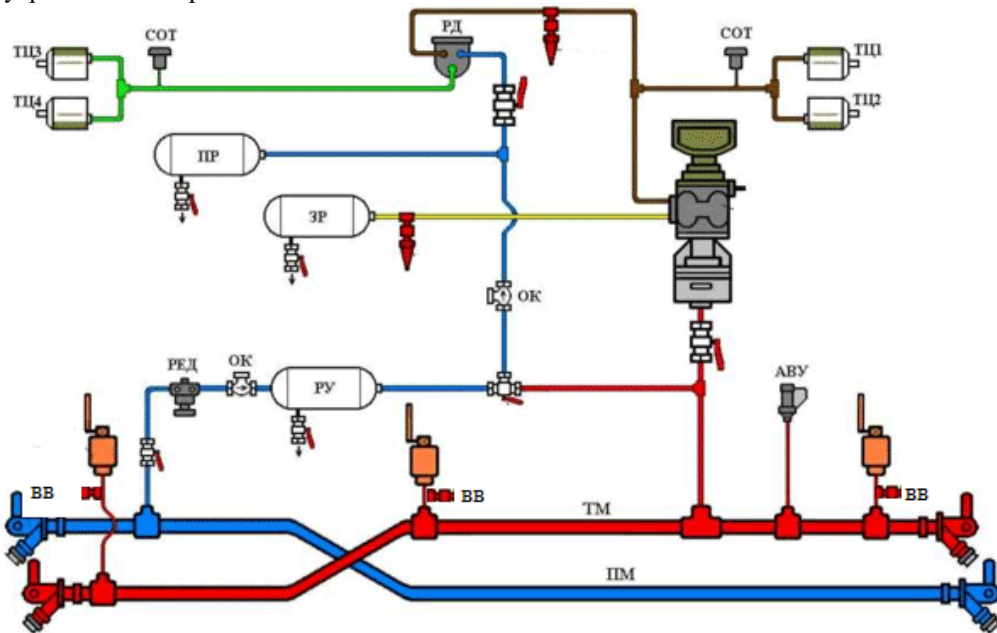


Рис. 6 Схема гальмівного обладнання моторного вагону електропоїзда ЕР2 після модернізації

Під час модернізації ми використовуємо вже наявний автоматичний вимикач управління (АВУ) типу ПВУ-2. Також додатково на кожен відросток трубопроводу від гальмівної магістралі (ТМ) до стоп-крану умовний №163 встановлюємо електропневматичний вентиль типу ВВ.

При зарядному тиску в гальмівній магістралі контакти АВУ нормально замкнуті тим самим через додатковий ланцюг він подає живлення на котушку електропневматичного вентиля. При отриманні живлення котушка електропневматичного вентиля типу ВВ притягує якор до сердечника, пересуваючи вниз верхній клапан, який закриває верхній отвір. Нижній клапан відповідно опускається вниз, відкриваючи нижній отвір. Стиснене повітря поступає під клапан стоп-крану. Стоп-кран отримав живлення від гальмівної магістралі.

Під час зривання стоп-крану в його конструкції повертається кулачок піднімаючи клапан тим самим з'єднує гальмівну магістраль з атмосферою. Тиск в гальмівній магістралі знижується, повіторозподільник умовний №292-001 (або умовний №242) спрацьовує на гальмування. В цей час при тиску 4,0 – 4,2 кгс/см² спрацьовує автоматичний вимикач управління (АВУ) розмикаючи свої контакти тим самим знеструмлюючи котушку електропневматичного вентиля. При втраті живлення котушки електропневматичного вентиля його верхній та нижній клапани переміщуються вгору тим самим сполучаючи клапан стоп-крану з атмосферою і не даючи тиску з гальмівної магістралі поступати під його клапан. В момент зриву стоп-крану машиніст переводить ручку крана машиніста умовний №395 в VI положення тим самим застосовуючи екстренне гальмування. Стоп-кран отримає живлення лише після замикання контактів АВУ.

В випадку проведення такої модернізації у пасажирів не буде змоги повністю знежирити гальмівну магістраль. Також можливе знеструмлення електропневматичного вентиля за допомогою додаткового тумблера на пульті керування тим самим виключивши можливість повторного несанкціонованого зривання стоп-крану.

Також розроблена модернізація з додатковим встановленням електропневматичного вентиля на гальмівних циліндрах моторного вагону для попередження скочування вагонів електропоїздів з місця на несприятливому профілю колії після самовільно-повторювального зриву стоп-крану або ризику знеживлення гальмівної магістралі

Дана модернізація проводиться лише на моторних вагонах (рис.7). В цьому випадку електропневматичний вентиль встановлений на магістраль гальмівних циліндрів повинен працювати у зворотньому порядку відносно принципу дії електропневматичного вентиля типу ВВ-32.

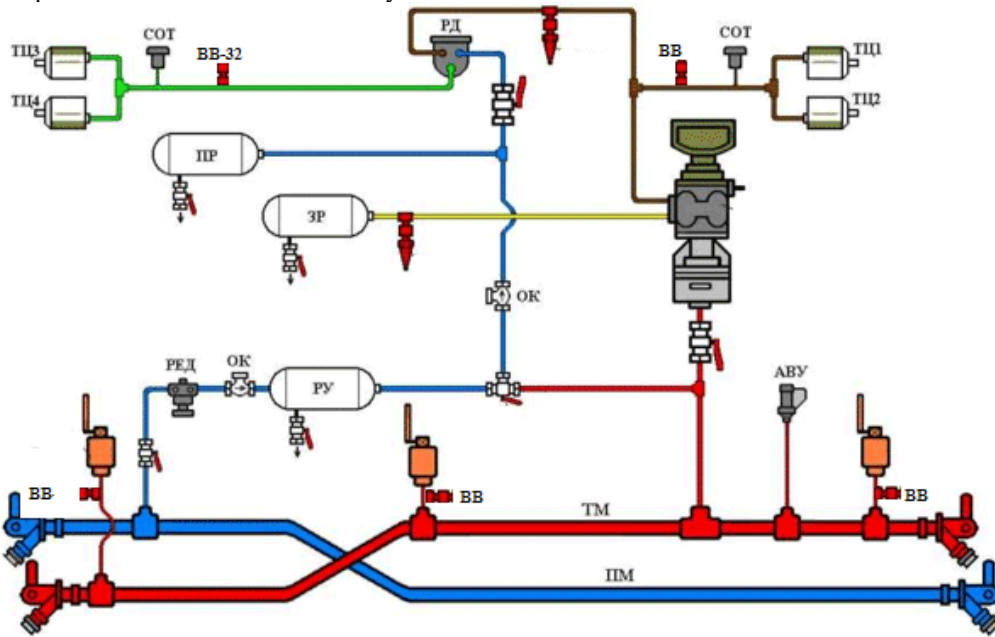


Рис. 7 Схема гальмівного обладнання моторного вагона електропоїзда EP2 після 2-го типу модернізації

У даному випадку ми встановлюємо електропневматичний вентиль таким чином, щоб при знеструмленій котушці повітря поступало по повітряній магістралі в самі гальмівні циліндри, а при подачі живлення на котушку вентиля не давала змогу повітря з гальмівного циліндру вийти в атмосферу навіть при тиску в гальмівній магістралі 5,0-5,2 кгс/см².

Опишемо принцип роботи даної системи. Після зупинки, в тому числі на несприятливому профілі колії машиніст через тумблер на пульті керування подає живлення на котушку електропневматичного вентиля. При отриманні живлення котушка притягує свій якір тим самим роз'єднуючи повітряний канал між гальмівними циліндрами та пневматичною магістраллю. Таким чином при відпуску гальм на головних та причіпних вагонах електропоїзду, моторні вагони залишаються загальмованими та утримують електропоїзд. Наповненість гальмівних циліндрів машиніст контролює за допомогою сигналізатору відпуску гальм (СОТ).

Після зарядки гальмівної магістралі та відпуску гальм на головних та причіпних вагонах за допомогою постановки крана машиніста умовний №395 у I або II, машиніст тумблером на пульті вимикає живлення електропневматичних вентилів. При втраті живлення котушка більше не в змозі тримати якір притягнутим, тим самим з'єднуючи гальмівні циліндри з їх повітряною магістраллю. Гальма відпущені.

Висновки. При розробці модернізації автогальмівного обладнання електропоїздів EP2 (в/і) та EP9 (в/і) досліджені схеми та принцип дії їх автогальмівного обладнання, розроблено схеми модернізації, а також описано принцип дії модернізованої частини

При виконанні модернізації з застосуванням на відростках повітропроводів між повітропроводом гальмівної магістралі та стоп-кранами електропневматичних вентилів аналогічних за конструкцією та принципом дії електропневматичним вентилям типу ВВ-32, але зі збільшеними внутрішніми повітряними каналами, уможливується повне знеживлення гальмівної магістралі сторонніми особами при зриві стоп-крану. При модернізації автогальмівного обладнання з додатковим встановленням електропневматичних вентилів на трубопроводах зі стисненим повітрям до гальмівних циліндрів моторних вагонів створюється аналог стоянкового гальма для запобігання скочування вагонів електропоїзду на несприятливому профілю колії.

Література

1. Фомін, О.В. Дослідження дефектів та пошкоджень несучих систем залізничних напіввагонів: монографія / О.В. Фомін. – Київ: ДЕТУТ, 2014. – 299 с.
2. Нормы расчета и проектирования вагонов железных дорог МПС колеи 1520 мм (несамоходных) с изменениями и дополнениями. – ГосНИИВ – ВНИИЖТ. Москва, 1996
3. ДСТУ ГОСТ 33211:2017 Вагони вантажні. Вимоги до міцності та динамічних якостей.
4. Фомін О.В. Теоретичні основи програмного комплексу визначення та використання математичних моделей складових вантажних вагонів / О.В. Фомін // Науковий журнал «Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського». – Кременчук: КДПУ, 2013. - Вип. 6(83). – С. 87-91.
5. Фомін О.В. Концепція ідеальних кузовів напіввагонів / О.В. Фомін // Вісник Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля: науковий журнал. – Луганськ: СХУ ім. В. Даля, 2013. – № 4(193). – С. 267–271.

6. Гребенюк П.Т., Долганов А.Н., Скворцова А.И. Тяговые расчеты : Справочник под ред. П. Т. Гребенюка. Москва: Транспорт, 1987. 272 с.
7. В.Г. Иноземцев, П.Т.Гребенюк. Нормы и методы расчета автотормозов : Москва: Транспорт, 1971. 57 с.
8. Гребенюк П. Т. Правила тормозных расчетов: Москва: «Интекст», 2004. 112 с.
9. ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України. Київ: Транспорт України, 2002. 143 с.
10. Водяников Ю.Я. Методология пересчета тормозной эффективности одиночного вагона на тормозную эффективность поезда/ Ю. Я. Водяников, С. М. Свистун, Е. Г. Макеева // Залізн. трансп. України. - 2014. - № 2. - С. 27-37;
11. Водяников Ю.Я. Влияние времени наполнения тормозного цилиндра сжатым воздухом на тормозную эффективность пассажирского вагона / Ю. Я. Водяников, А. М. Сафронов, С. М. Свистун // Залізн. трансп. України. - 2014. - № 5. - С. 3-8;
12. Водяников Ю. Я. Силы инерции при торможении пассажирского вагона / Ю. Я. Водяников, Т. В. Шелейко, Е. Г. Макеева //Залізн. трансп. України. - 2014. - № 4. - С. 3-8;
13. №ЦВ-0011. НОРМАТИВИ по гальмам.
14. ЦВ-ЦЛ-0013 Інструкція з ремонту гальмівного обладнання вагонів. Київ: 2005. 160 с.
15. ГОСТ 34434-2018. ТОРМОЗНЫЕ СИСТЕМЫ ГРУЗОВЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНОВ. Технические требования и правила расчета. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации (МГС), принят 30 октября 2018 г. (протокол № 113-П), Москва: «Стандартинформ», 2018.
16. Сафронов А. М., Водяников Ю.Я., Макеева Е.Г. Тормозная эффективность грузовых вагонов. Методология расчетных и экспериментальных исследований с использованием математических моделей и компьютерного моделирования: монография. Кременчуг: ГП «УкрНИИВ», 2018. 173 с.

Reference

- 1 Fomin, O.V. Doslidzhennja defektiv ta poshkodzen' nesuchih sistem zaliznichnih napivvagoniv [Investigation of defects and damage bearing systems ry gondola]: Monograph / O.V. Fomin. - Kyiv: DETUT, 2014. - 299 p.
- 2 Normy rascheta i proektirovanija vagonov zheleznyh dorog MPS kolei 1520 mm (nesamohodnyh) s izmenenijami i dopolnenijami [Norms calculating and designing railways carriages IPS gage railway 1520 mm (nesamohodnuh) s Changes and additions]. - HosNYYV - VNYYZHT. Moscow, 1996.
- 3 DSTU GOST 33211:2017 (2017) Vagoni vantazhni`. Vimogi do mi`cznosti` ta dinami`chnikh yakostej [Freight cars. Requirements for strength and dynamic qualities]. Ukraine [in Ukrainian].
- 4 Fomin O.V. Teoretychni osnovy prohramnoho kompleksu vyznachennya ta vykorystannya matematychnykh modeley skladovykh vantazhnykh vahoniv / O.V. Fomin // Naukovyy zhurnal «Visnyk Kremenchuts'koho natsional'noho universytetu imeni Mykhayla Ostrohrads'koho». – Kremenchuk: KDPU, 2013. - Vyp. 6(83). – S. 87-91.
- 5 Fomin, O.V. Koncepcija ideal'nih kuzoviv napivvagoniv [The concept of ideal bodies gondola] [Text] / O.V. Fomin // Journal of East Ukrainian National University named after Vladimir Dal, a scientific journal. - Lugansk: EUNU. Dal, 2013. - № 4 (193). - S. 267-271
- 6 Grebenyuk, P. T., Dolganov, A. N., Skvortsov, A. I. (1987) Traction calculation: A handbook ed. PT Grebenyuk. Moscow: TransportPubl. p. 272. [in Russian].
- 7 Inozemtsev, V.G., Grebenyuk, P.T. (1971) Norms and methods of calculation of automatic brakes. Moscow: TransportPubl. p.57. [in Russian].
- 8 Grebenuk, P.T. (2004) Rules brake calculations. Moscow: Intekst. p.112. [in Russian].
- 9 The CT-CV-CL-0015 (2002) Instruktziya of ekspluatatsii Galmier Rukh warehouse on zaliznitsyah Ukraine. Kiev: Transport of Ukraine. p.143.
- 10 Vodiannikov Y. Methodology of braking efficiency recalculation of a car on braking efficiency of a train / Y.Y. Vodiannikov, S.M. Svistun, E.G. Makeeva // Railway transport of Ukraine. — 2014. — Iss. 2. — P. 27—37;
11. Vodiannikov Y. Effect of the brake cylinder filling time with compressed air on the braking efficiency of a passenger car / Y.Y. Vodiannikov, A.M. Safronov, S.M. Svistun, E.G. Makeeva // Railway transport of Ukraine. – 2014. – № 5. – P. 3-8;
12. Vodyannikov Y. Inertial force at braking of a passenger car / Vodyannikov Y.Y., Sheleiko T.V., Makeeva E.G. // Railway transport of Ukraine. – 2014. – №4. – P. 3-8
13. №TSV-0011. Regulations on Galmier;
14. CV-CL-0013 (2005) Instruktziya of repair galmivnogo obladnannya vagoniv. Kiev:Transport of Ukraine. p.160.
15. GOST 34434-2018 (2018) BRAKING SYSTEMS Cargo rail WAGO-NOV. Specification and calculation rules. Interstate Council for standardization-tion, Metrology and Certification (EASC). Moscow: Standartinform. [in Russian].
16. Safronov, A. M., Vodyannikov, Y. YA., Makeeva, E. G. (2018) Brake efficiency of freight vago-new. The methodology of calculation and experimental studies using mathematics-matic models and computer simulations: a monograph. Kremenchuk: DP “UkrNIIV”. p. 173. [in Russian].

Обеспечение безопасности движения поездов является одним из важнейших требований к работе железных дорог Украины. Среди факторов, приводящих к авариям и катастрофам на железнодорожном

транспорте является неисправность или неправильная работа автотормозного оборудования, что в свою очередь может привести к тяжелым последствиям, в том числе травмирования людей, а также значительных финансовых затрат. Основные причины самовольного скатывания вагонов электропоездов связанные с неисправностями тормозного оборудования и не идеальностью работы пассажирских воздухораспределителей усл. №292 или усл. №242, а именно невозможность после начала торможения подпитывать потери воздуха в запасном резервуаре. Зарядка запасных резервуаров сжатым воздухом происходит только при полном отпуске тормозов. Также причинами, приводящие к самопроизвольному скатывания вагонов электропоездов являются неисправности систем безопасности, некачественный ремонт автотормозного оборудования, халатное отношение локомотивных и ремонтных бригад к своим служебным обязанностям, незнание особенностей работы автотормозного оборудования, что приводит к истощению тормозной магистрали, незнание профиля пути локомотивными бригадами и несанкционированное вмешательство в работу автотормозного оборудования посторонними лицами, в т.ч. пассажирами. По результатам проведенного анализа конструкции автотормозного оборудования электропоездов, изучение причин и обстоятельств, приводящих к самовольному скатывания вагонов электропоездов разработано 2 варианта модернизации автотормозного оборудования для электропоездов серий ЭР2 (в/и) и ЭР9 (в/и). При выполнении модернизации с применением на отрезках воздухопроводов между воздухопроводом тормозной магистрали и стоп-кранами электропневматических вентилей аналогичных по конструкции и принципу действия электропневматическим вентилям типа ВВ-32, но с увеличенными внутренними воздушными каналами, приводит к невозможности полного истощения тормозной магистрали сторонними лицами при срыве стоп-крана. При модернизации автотормозного оборудования с дополнительным установлением электропневматических вентилей на турбопроводах подводящим сжатый воздух к тормозным цилиндрам моторных вагонов создается аналог стояночного тормоза для предотвращения скатывания вагонов электропоезда на неблагоприятном профиле пути.

Ключевые слова: электропоезд, автотормозное оборудование, модернизация, безопасность движения.

Ensuring train safety is one of the most important requirements for the operation of Ukrainian railways. Factors that lead to accidents and catastrophes in railway transport are malfunctions or incorrect operation of self-braking equipment, which in turn can lead to serious consequences, including injuries, as well as significant financial costs. The main reasons for unauthorized rolling of electric train cars are connected with malfunctions of the brake equipment and imperfection of work of passenger air distributors mind. №292 or mind. №242, namely the inability after the start of braking to feed the air loss in the spare tank. Spare tanks are charged with compressed air only when the brakes are fully released. Also the reasons leading to unauthorized rolling of cars of electric trains are malfunctions of safety systems, poor-quality repair of autobraking equipment, negligent attitude of locomotive and repair crews to the official duties, ignorance of features of work of autobraking equipment leading to dehydration of a brake highway, ignorance of a profile of a track. crews and unauthorized interference in the operation of braking equipment by unauthorized persons, including passengers. Based on the results of the analysis of the design of electric braking equipment of electric trains, study of the causes and circumstances leading to unauthorized rolling of electric train cars, 2 variants of modernization of automatic braking equipment for electric trains of series ER2 and ER9 When performing modernization with the use of air ducts between the air lines of the brake line and stop valves of electropneumatic valves similar in design and principle of operation to electropneumatic valves type BB-32, but with increased internal air ducts, leads to failure of complete degreasing of the brake stopcock. When upgrading auto-braking equipment with additional installation of electropneumatic valves on compressed air pipelines to the brake cylinders of motor cars, an analogue of the parking brake is created to prevent the electric train cars from rolling on an unfavorable track profile.

Key words: electric train, self - braking equipment, modernization, traffic safety.

Фомін О.В. – д.т.н., проф. кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДУІТ, м. Київ.

Туровець Д.А. – Інженер 1 категорії науково-дослідного відділу динаміки і міцності, філія «Науково-дослідний та конструкторсько-технологічний інститут залізничного транспорту» АТ «Українська залізниця», м Київ.