

О.М. Сафронов*

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-03-24

А.О. Сулим

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-03-54

Ю.Я. Водянніков

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
вул. І. Приходька 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-02-50

О.Г. Макеєва

Державне підприємство «Український науково-дослідний інститут вагонобудування»
вул. І. Приходька, 33, м. Кременчук, Полтавська обл., 39621, Україна
Телефон: (05366) 6-02-50

ШВИДКІСНИЙ ВАНТАЖНИЙ ПОЇЗД ДЛЯ ПЕРЕВЕЗЕННЯ КОНТЕЙНЕРІВ ЗІ ШВИДКІСТЮ 200 КМ/ГОД

Стаття присвячена створенню вантажних поїздів для перевезення контейнерів залізничним транспортом зі швидкістю 200 км/год. В статті розглянуто досвід створення швидкісних вантажних поїздів для перевезення контейнерів зі швидкістю руху до 350 км/год. Проаналізовано основні технічні характеристики рухомого складу, який задіяно у вантажних швидкісних залізничних перевезеннях іноземних країн. Мета цієї статті полягає у розкритті конструктивних особливостей рухомого складу для здійснення вантажних перевезень зі швидкістю 200 км/год та моделюванні гальмівних процесів під час здійснення електропневматичного і пневматичного гальмування рухомим складом зі швидкості 200 км/год та 160 км/год.

Запропоновано концепцію гальмівної системи рухомого складу для здійснення швидкісних перевезень контейнерів. В якості рухомого складу використовується спеціалізована платформа, на якій встановлено візки з дисковим гальмом і ресорним пневмопідвішуванням. Наведено короткий опис гальмівної системи, показано основні її особливості. Наведено пневматичну схему контейнерного блоку гальмівного обладнання та загальний вигляд контейнерного блоку. Запропоновано для швидкісних перевезень маршрутний вантажний потяг, який складається з 30 вагонів-платформ і має два локомотиви з кожного боку. Розраховано гальмівні шляхи під час електропневматичного та пневматичного гальмування зі швидкості руху вантажного поїзда 160 км/год.

© Сафронов О.М., Сулим А.О., Водянніков Ю.Я., Макеєва О.Г., 2021

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Наведено результати розрахункових досліджень гальмівної ефективності поїзда, які показали, що при швидкості руху вантажного поїзда 200 км/год гальмівні шляхи при електронпневматичному і пневматичному гальмуваннях складають відповідно 1472 м і 1571 м, що відповідає Технічним вимогам Євросоюзу TSI.

Ключові слова: високошвидкісні вантажні поїзди, контейнер, швидкість, гальмівний шлях, дискові гальма.

А.М. Сафронов

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

А.О. Сулим

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-03-24

Ю.Я. Водяников

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-02-50

Е.Г. Макеева

Государственное предприятие «Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения»

ул. И. Приходько 33, г. Кременчуг, Полтавская обл., 39621, Украина

Телефон: (05366) 6-02-50

СКОРОСТНОЙ ГРУЗОВОЙ ПОЕЗД ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ КОНТЕЙНЕРОВ СО СКОРОСТЬЮ 200 КМ/Ч

Статья посвящена созданию грузовых поездов для перевозки контейнеров железнодорожным транспортом со скоростью 200 км/ч. В статье рассмотрен опыт создания скоростных грузовых поездов для перевозки контейнеров со скоростью движения до 350 км/ч. Проанализированы основные технические характеристики подвижного состава, который используется в грузовых скоростных перевозках зарубежных стран. Цель этой статьи состоит в описании конструктивных особенностей подвижного состава для осуществления грузовых перевозок со скоростью 200 км/ч и моделировании тормозных процессов при осуществлении электронпневматического и пневматического торможения подвижным составом со скорости 200 км/ч и 160 км/ч.

Предложено концепцию тормозной системы подвижного состава для осуществления скоростных перевозок контейнеров. В качестве подвижного состава используется специализированная платформа, на которой установлены тележки с дисковым тормозом и рессорным пневмоподвешиванием. Приведено

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

краткое описание тормозной системы, показано основные ее особенности. Приведена пневматическая схема контейнерного блока тормозного оборудования и внешний вид контейнерного блока. Предложено для скоростных перевозок маршрутный грузовой поезд, который состоит из 30 вагонов-платформ и имеет два локомотива с каждой стороны. Рассчитаны тормозные пути при электропневматическом и пневматическом торможениях со скоростью движения грузового поезда 160 км/ч. Приведены результаты расчетных исследований тормозной эффективности поезда, которые показали, что при скорости движения грузового поезда 200 км/ч тормозные пути при электропневматическом и пневматическом торможениях составляют соответственно 1472 м и 1571 м, что соответствует Техническим требованиям Евросоюза TSI.

Ключевые слова: высокоскоростные грузовые поезда, контейнер, скорость, тормозной путь, дисковый тормоз.

Вступ. Світовим трендом є інтеграція залізниць. Досвід створення швидкісних вантажних поїздів для перевезення контейнерів зі швидкістю руху до 350 км/год [1], [2]. Держави будують спільні транспортні коридори і розробляють нові маршрути [3]. Причому транспортні міжнародні маршрути вибудовують не тільки для пасажирських поїздів, а й для вантажних. Вантажні транспортні коридори призначені в основному для перевезення контейнерів. Це обумовлено тим, що перевезення вантажів у контейнерах - найбільш безпечна, екологічна, економічно вигідна транспортування.

Доставка вантажів в контейнерах об'єднує всі типи перевезень за рахунок мультимодальних, додатково мають технічні та сервісні плюси:

Універсальність. Підходять для перевезення харчових, хімічних продуктів, всіх класів небезпечних вантажів, зріджених газів.

Мультимодальні. Перевезення вантажів в контейнерах здійснюється автомобільним (рис. 1), водним (рис. 2) або залізничним транспортом (рис. 3).



Рис. 1. Перевезення контейнерів автомобільним транспортом

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 2. Перевезення контейнерів морським транспортом



Рис. 3. Перевезення контейнерів залізничним транспортом

Економічність. Оренда контейнера обходиться дешевше закупівлі/оренди традиційної авто або залізничної цистерни. Відсутність необхідності роботи перевалку в портах і на залізничних станціях значно скорочує тривалість перевезення і транспортні витрати.

Екологічна безпека. Завдяки своїй конструкції і сучасних матеріалів, використовуваних при виробництві контейнерів, ризик аварійних ситуацій при

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

перевезеннях вантажів поїздом, морем або автотранспортом скорочується до мінімуму.

Гарантія збереження вантажу. Мають чинний сертифікат огляду на справність і герметичність і відповідають вимогам ISO.

Щоб прийти до нової концепції високошвидкісного вантажного руху, одним з основних напрямків є створення високошвидкісного рухомого складу. Такі поїзди дозволять значно знизити час перевезення, особливо на далекі відстані.

Аналіз існуючих досліджень. Так, у китайській провінції Хубей створили швидкісний вантажний поїзд. Його максимальна швидкість сягає 350 км/год. Транспорт оснащений 2,9-метровими дверима. Це сприятиме його швидкому завантаженню та розвантаженню. Вантажний відсік можна завантажити до 85 % (рис. 4).



Рис. 4. Високошвидкісний вантажний поїзд китайського виробництва

Італійський вантажний оператор Mercitalia - дочірня компанія залізниць Італії (FS Group) - почав виконувати високошвидкісні вантажні перевезення між терміналами в Казерте (поруч з Неаполем) і Болоньї [4]. Поїзд, призначений для перевезень, складається з 12 вагонів і переобладнаний під горизонтальну навантаження контейнерів розміром 70 × 80 × 180 см. Цей поїзд зможе проходити маршрут протяжністю приблизно 600 км за 3,5 години зі швидкістю 180 км/год. У сфері вантажних перевезень, на стадії розробки знаходяться нові вантажні вагони з максимальною швидкістю понад (140-160) км/год.

Наприклад, в Росії, на стадії розробки знаходяться нові вантажні вагони з максимальною швидкістю понад (140-160) км/год. Одним із прикладів є швидкісна платформа моделі 13-6954 [5]. Швидкісна вагон-платформа моделі 13-6954 призначення для перевезення одного контейнера 40/45 футів. Вагон розроблено з використанням ходової частини і вузлів пасажирського рухомого складу (рис. 5), включаючи швидкісний візок [6] з люлечно-центральною підвішуванням моделі 18-6960.

Експлуатаційна швидкість платформи становить 160 км/год. Вагон обладнаний електропневматичною гальмівною системою.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД



Рис. 5. Вагон-платформа моделі 13-6954 (з візками моделі 18-6960)

Основні технічні характеристики: вантажопідйомність - 36 т; маса тари - 24 т; довжина по осях зчеплення автозчепів не більше 15270 мм. Передбачається, що вагони будуть використовуватися для формування швидкісних контейнерних поїздів в транзитному сполученні Китай-ЄС по Транссибірській магістралі.

Функціональна схема гальмівної системи платформи представлена на рис. 6. У даній схемі застосований блок гальмівного обладнання, що представляє собою контейнер-кожух (рис. 7) з високим ступенем захисту, в якому розташоване обладнання, що виконує функції пневматичного і електропневматичного гальм.

У блоці гальмівного обладнання застосований новий пневматичний повітророзподільник вантажопасажирського типу з поліпшеними технічними характеристиками, що забезпечує необхідну сумісність швидкісних вагонів-платформ в складі не тільки вантажних, а й пасажирських поїздів, незалежно від місця розташування в складі поїзда.

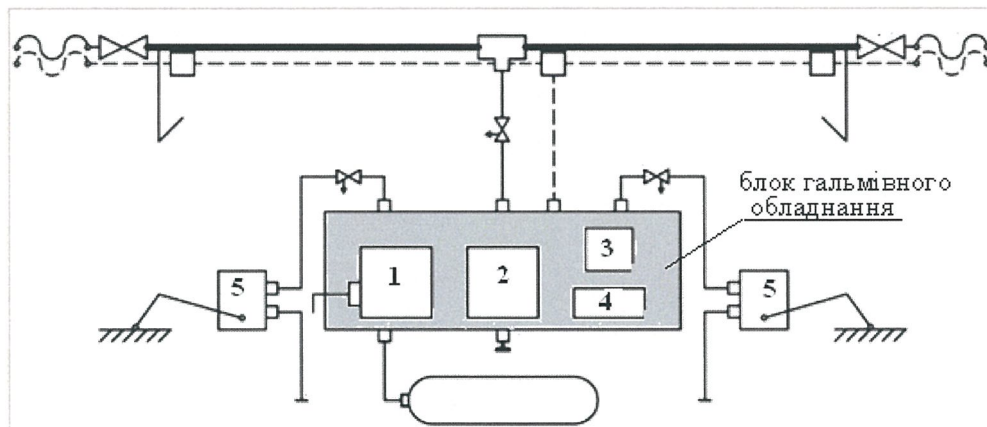


Рис. 6. Функціональна схема гальмівної системи платформи на швидкість 160 км/год

- 1 - пневматичне гальмо; 2 - електропневматичне гальмо; 3 - прискорювач екстреного гальмування;
4 - електронний блок управління; 5 - автоматичний режим безінерційний

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

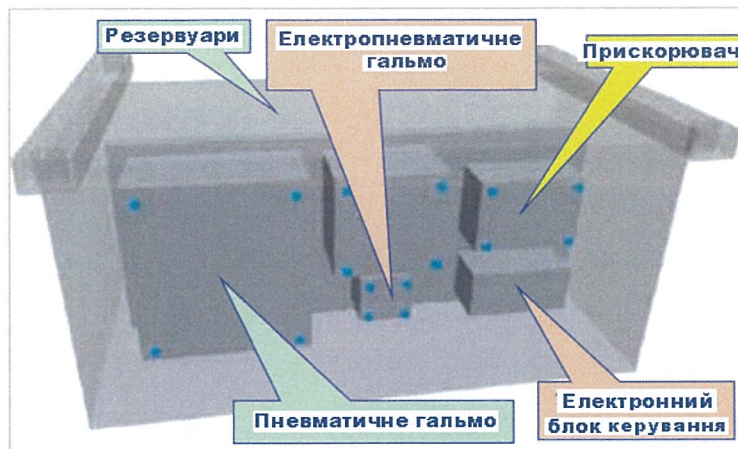


Рис. 7. Блок гальмівного обладнання в контейнері-кожусі

Новий повітророзподільник має ступінчастий або безступінчатий відпуск як на вантажному, так і на пасажирському режимах, а також відключається прискорювач екстреного гальмування.

Разом з тим, колодкове гальмо не дозволяє реалізувати швидкість вище 160 км/год., тому для досягнення більш високих швидкостей необхідно використовувати дискові гальма.

Дискові гальма мають істотні переваги перед колодковими з точки зору компактності гальмівного обладнання та стабільності робочих характеристик. При дисковому гальмі поверхню катання коліс вільна від посиленого нагріву і зносу при цьому усуваються перегріву коліс, ненормальні виробки на поверхні кочення та ін.

Тому для високошвидкісної платформи пропонується використовувати пасажирський візок з дисковим гальмом і ресорним пневмопідвішуванням (рис. 8).

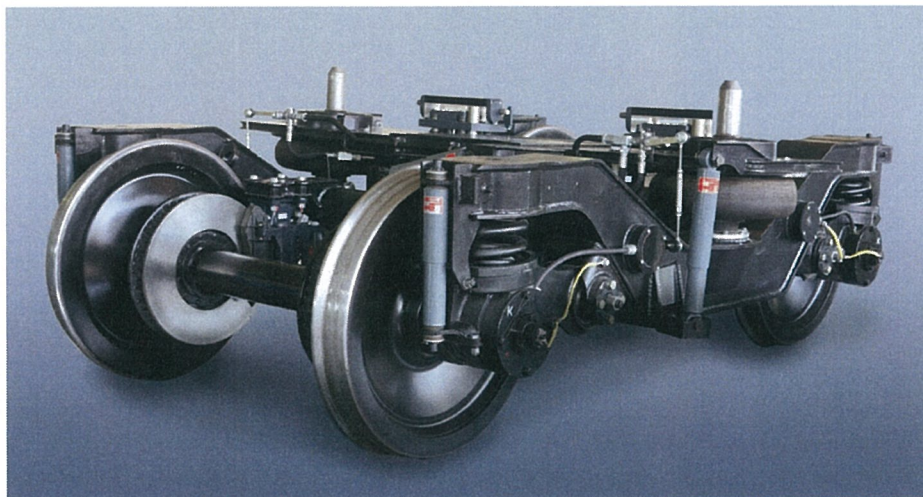


Рис. 8. Візок з дисковим гальмом і ресорним пневмопідвішуванням

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Пневматична схема гальма приведена на рис. 9. Пневматична ресора має гумокордову оболонку, заповнену стисненим повітрям, живлення стисненим повітрям здійснюється від живильної гальмівної магістралі.

Тиск повітря в пневморесорі визначається положенням важеля регулятора, один кінець якого шарнірно з'єднаний з кузовом вагона, а інший - з рамою візка (рис. 10).

Якщо важіль займає горизонтальне положення, то регулятор перекриває доступ повітря в ресору. Якщо кут повороту важеля виявляється більше деякого порогового значення (~ 20), регулятор впускає або випускає повітря з пневморесори в залежності від того, вниз або вгору змістився кузов. При невеликих (< 80) кутах повороту важеля повітря проходить через дросельний отвір, тому його витрата, а разом з ним і швидкість зміни тиску в ресорі, невеликі. При повороті важеля на більший кут (> 80) впуск (випуск) стисненого повітря відбувається в обхід дросельного отвору, яке призводить до істотного збільшення витрат.

Пневмобалони одного візка пов'язані перепускним клапаном, який спрацьовує, відкриваючи шлях повітря з однієї ресори в іншу, коли різниця тиску в них виявляється більшою деякого порогового значення.

Наведена на рис. 11 залежність витрати повітря від кута повороту важеля, має три характерні області: область «А» відповідає перекриття повітря в ресорі, «В» - випуск повітря через дросельний отвір і «С» - випуск повітря в обхід дросельного отвору. Гілки а) і в) відповідають регуляторам відповідно з одним або двома пропускними отворами.

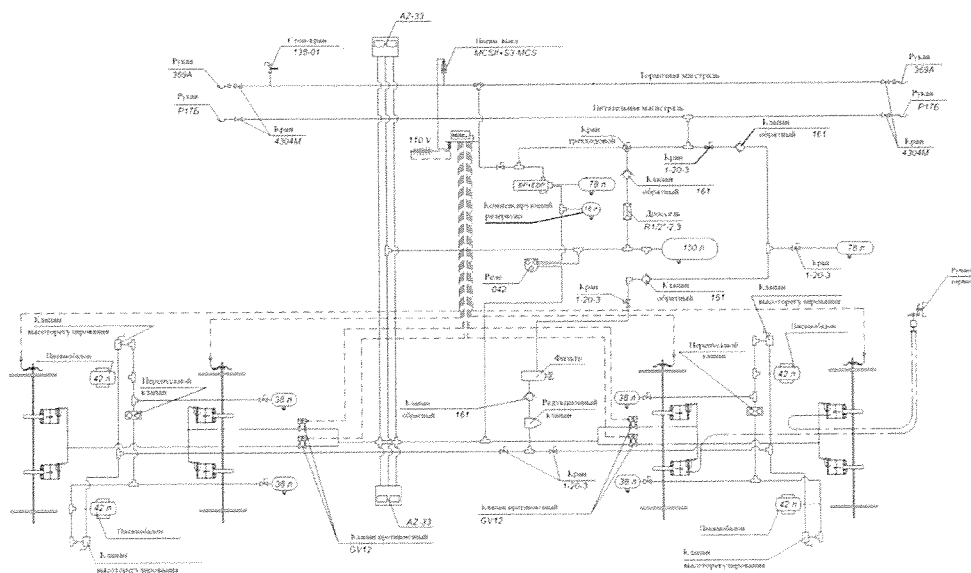


Рис. 9. Пневматична схема пасажирського вагона з ресорним пневмодвішуванням

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

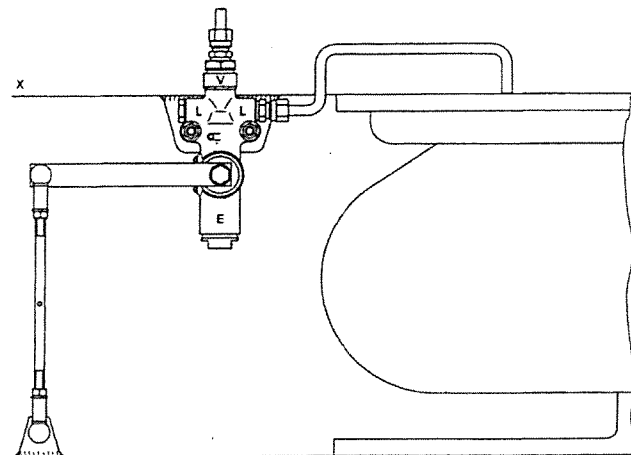


Рис. 10. Схема регулятора тиску в пневморессорі

Пневмопідвішування вагона дозволяє в значній мірі знизити навантаження на залізничне полотно і підвищити плавність ходу.

Для усунення запобігання повного блокування (заклинювання) колісних пар на вагоні використовується протизюзний пристрій з мікропроцесорними блоками-аналізаторами, безконтактними імпульсними сенсорними датчиками і регулятором тиску.

Клапани протиковзання встановлені на кожній колісній парі, а на торцях осі - датчики швидкості обертання.

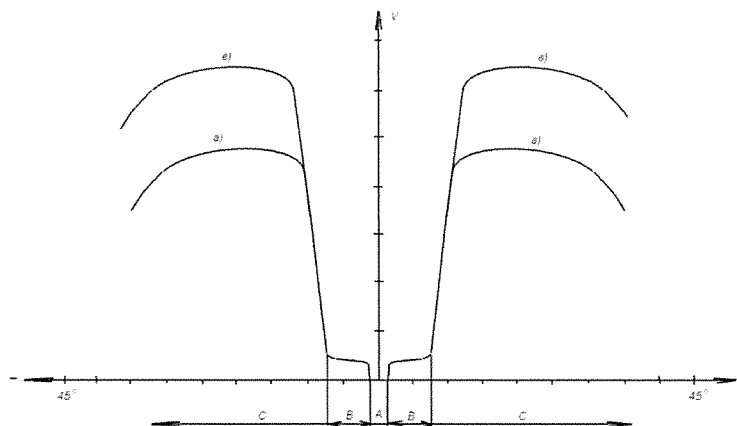


Рис. 11. Залежність витрат повітря (л/с) від кута повороту важелю

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Противозний пристрій включає:

- аналізатор електронного типу (комутаційний апарат);
- датчики швидкості обертання кожної колісної пари, що передають електричні сигнали аналізатору;
- клапани електромагнітні, призначені для швидкого випуску повітря з гальмівних циліндрів в атмосферу;
- регулятори тиску, служать для включення протвоюзного пристрою.

Живильний резервуар, в залежності від команди реле тиску (при спрацьовуванні противозного пристрою), забезпечує наповнення стисненим повітрям гальмівні циліндри дискових гальм, які встановлені на візках. На запасному і живильному резервуарах передбачені випускні клапани.

На кожній осі візка вагонів жорстко закріплені по 2 чавунних гальмівних диска з пластинчастим графітом діаметром 610 мм, товщиною 110 мм і радіусом тертя 233 мм, до яких при гальмуванні з двох сторін притискаються гальмівні накладки зі зносостійких композитних матеріалів.

Управління гальмами здійснюється контейнерним блоком (рис. 12), який розташовується в підвагонному просторі і містить функціонально ув'язані між собою блоки (модулі).

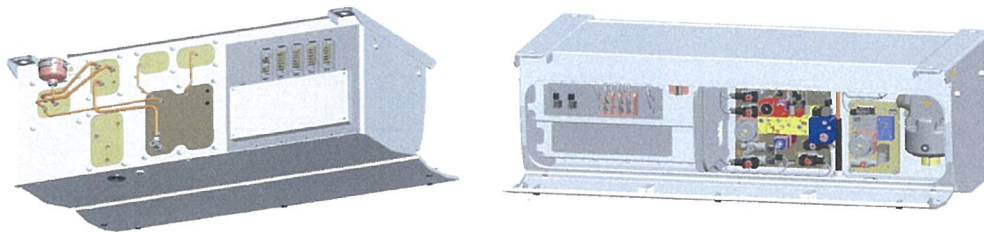


Рис. 12. Контейнерний блок

Кожен з блоків в свою чергу може складатися з набору електропневматичних і інших пневматичних приладів, покликаних виконувати певні функції, наприклад, таких як: електропневматичні клапани; редукційні, зворотні клапани; датчики тиску; реле тиску; фільтри; роз'єднувальні крани та ін. Пневматична схема контейнерного блоку гальмівного обладнання, зображено на рис. 13. Крім того, в контейнері знаходиться повітророзподільник типу КЕ і обладнання прямодіючим електропневматичним гальмом.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

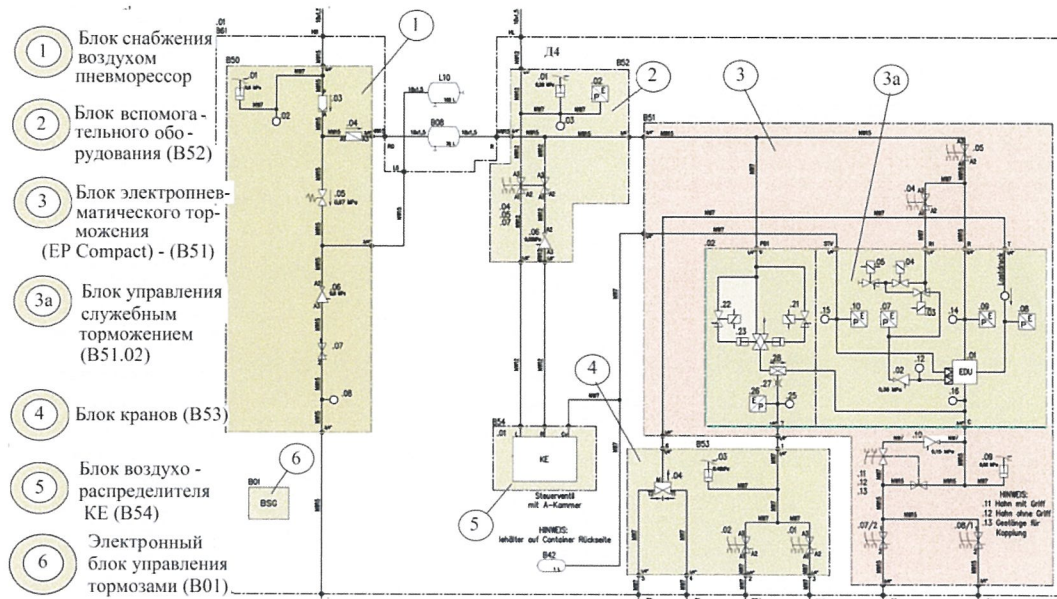


Рис. 13. Пневматична схема контейнерного блоку гальмівного обладнання

Поїзд для перевезення контейнерів складається з 30 платформ і двох головних моторних вагонів з кожного боку (рис. 14).



Рис. 14. Схема поїзда для перевезення контейнерів

Гальмівна система поїзда оснащена наступними видами гальм:

- рекуперативним-реостатним електродинамічним гальмом (тільки для головних моторних вагонів);
- електропневматичним прямодіючим фрикційним дисковим гальмом, який є основним - робочим;
- пневматичним не прямодіючим фрикційним дисковим гальмом (резервний, автоматичний);
- автоматичним стоянковим гальмом з пружинним акумулятором, який впливає на накладки фрикційного дискового гальма вагона.

Поїзд повинен бути обладнаний:

- ✓ двома пневмоприводами - гальмівним і поживним;
- ✓ спеціальним контейнером для розміщення гальмівного обладнання кожного вагона;
- ✓ автозчепами напівжорсткого типу.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Розрахунок гальмівного шляху поїзда виконувався методом комп'ютерного моделювання [7] при наступних умовах: для швидкості руху 200 км/год і додатково - 160 км/год вантажопідйомність - 36 т; маса тари - 24 т; осьове навантаження 15 тс; довжина вагона по осях зчеплення - 16 м; швидкість поширення гальмівної хвилі - 250 м.

Для реалізації швидкості 200 км/год, коефіцієнт сили натиснення накладки на диск, приведений до поверхні кочення колеса, був прийнятий 3,42 кН/т, що відповідає питомій гальмівній силі 1,2 кН/т при коефіцієнті тертя 0,35.

Результати моделювання показали, що гальмівний шлях вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні при швидкості 200 км/год склав 1482 м (рис. 15), а при пневматичному - 1571 м (рис. 16).

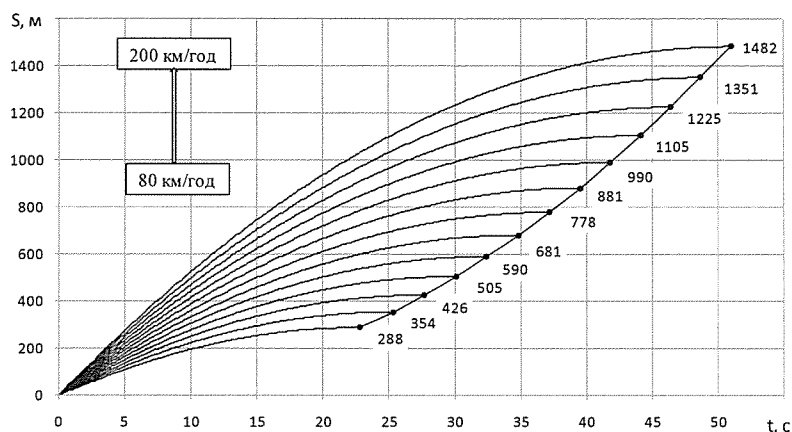


Рис. 15. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні при швидкості 200 км/год

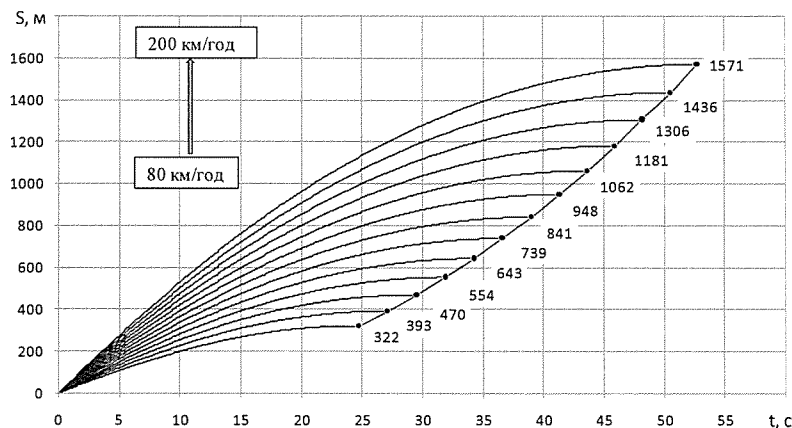


Рис. 16. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при пневматичному гальмуванні при швидкості 200 км/год

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

При конструкційній швидкості платформи 160 км/год коефіцієнт сили натиснення накладки на диск, приведений до поверхні кочення колеса, приймався рівним 2,57 кН/т, що відповідає питомій гальмівній силі 0,9 кН/т при коефіцієнті тертя 0,35.

Результати дослідження показали, що гальмівний шлях вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні за швидкості 160 км/год склав 1257 м (рис. 17), а при пневматичному - 1329 м (рис. 18).

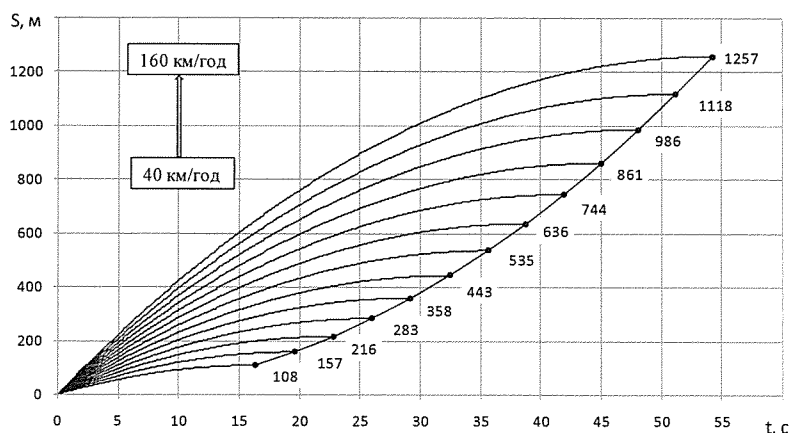


Рис. 17. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при електропневматичному гальмуванні при швидкості 160 км/год

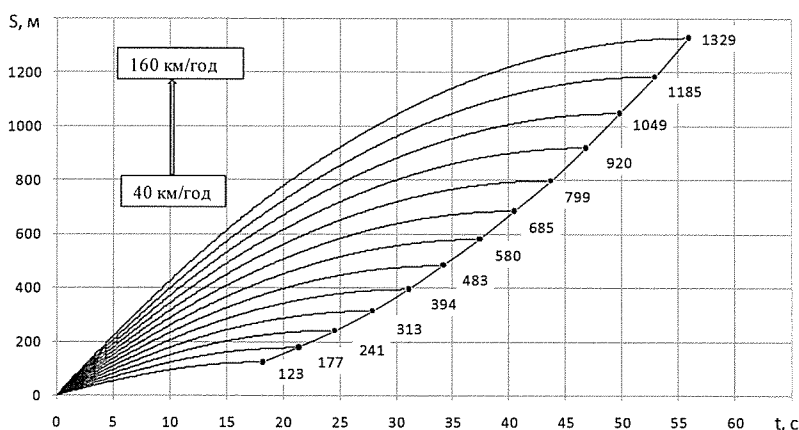


Рис. 18. Гальмівні шляхи вантажного поїзда при пневматичному гальмуванні при швидкості 160 км/год

Висновки.

1. Розкрито конструктивні особливості рухомого складу для здійснення швидкісних вантажних перевезень. Представлено схеми та зовнішній вигляд комплектуючого обладнання для цього рухомого складу.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

2. Результати розрахунків досліджень гальмівної ефективності поїзда показали, що при гальмуванні зі швидкості руху вантажного поїзда 200 км/год гальмівні шляхи при електропневматичному і пневматичному гальмуваннях складають відповідно 1472 м і 1571 м; при гальмуванні зі швидкості руху вантажного поїзда 160 км/год. - відповідно 1257 м і 1329 м.

3. Запропонована концепція вантажного поїзда, а також гальмівна система, дозволяє реалізувати перевезення контейнерів зі швидкістю 200 км/год. При цьому гальмівна ефективність поїзда відповідає Технічним вимогам Євросоюзу TSI.

ЛІТЕРАТУРА

1. В Италии собираются запустить скоростные грузовые поезда. [Електронний ресурс] / ЦТС, 2017. Режим доступу до ресурсу. https://cfts.org.ua/news/2018/04/23/v_italii_sobirayutsy_zapustit_skorostnye_gruzovye_poezda_46887.

2. РЖД и китайцы проектируют грузовой поезд со скоростью 350 км/ч. [Електронний ресурс] / Ведомости, 2017. Режим доступу до ресурсу. <https://www.vedomosti.ru/business/news/2017/02/01/675754-rzhd-gruzovoi-poezd>.

3. Дикань В.Л., Корнилова И.В., Скоростное движение железнодорожного транспорта в мире и перспективы его развития в Украине / Вісник економіки транспорту і промисловості, Харків 2010 № 32, – 344 с.

4. В Италии запустили скоростные грузовые поезда между Неаполем и Болоньей. [Електронний ресурс] / Гудок, 2018. Режим доступу до ресурсу. <https://gudok.ru/news/?ID=1441816>.

5. С.Г. Чуев, Тормозные системы для грузового скоростного движения с цифровым управлением / Популовский С.А., Тагиев П.М. // «Вагоны и вагонное хозяйство» Российские железные дороги, Москва. 2018 № 4 (56). С.82-90.

6. Тележка для скоростного грузового движения. [Електронний ресурс] / МИИТ, 2009. Режим доступу до ресурсу. <https://www.miiit.ru/news/54883>.

7. Водяников Ю.Я. Методология расчетных и экспериментальных исследований тормозной эффективности пассажирских вагонов с применением математических моделей и компьютерного моделирования (монография):/// Ю.Я. Водяников, А.М. Сафронов, Е.Г. Макеева – Кременчуг Украинский научно-исследовательский институт вагоностроения (УкрНИИВ) 2017 г. – 287 с.

O.M. Safronov

State enterprise «Ukrainian Scientific Railway Car Building Institute»
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
Tel.: (05366) 6-03-24

A.O.Sulim

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
Tel.: (05366) 6-03-24

YU.YA. Vodiannikov

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
Tel.: (05366) 6-02-50

O.G. Makeieva

State Enterprise «Ukrainian Research Railway Car Bulding Institute»
33 I. Prikhodka Str, Kremenchuk, Poltava region, 39621, Ukraine
Tel.: (05366) 6-02-50

HIGH SPEED FREIGHT TRAIN FOR TRANSPORTATION OF CONTAINERS AT SPEED OF 200 KM/H

The article is devoted to building of freight trains for transportation of containers with railway transport at speed of 200 km/h. The article considers building experience of the high speed freight trains for transportation of containers at speed of 350 km/h. Main technical characteristics of the rolling stock, involved in freight high speed railway transportation in foreign countries are analyzed. The purpose of the article is to discover design features of the rolling stock for freight transportations at speed of 200 km/h and in modeling of the braking processes during electro pneumatic and pneumatic braking of the rolling stock from speed of 200 km/h to 160 km/h.

The concept of the rolling stock for high speed freight transportation of containers is proposed. A specialized platform with bogies, disc brake and air-spring suspension

Installed on it is used as a rolling stock. A brief description of the brake system is given; its main features are shown. A pneumatic scheme of the container block of the braking equipment and the general view of container block is given. Classified freight train, which consists of 30 platform cars and has two locomotives on each side is proposed for high speed transportation. Brake distance during electro pneumatic and pneumatic braking at freight train speed of 160 km/h is calculated. The results of calculated studies of the trains braking efficiency are given, which showed that at the speed of the freight train of 200 km/h, the brake distances at electro pneumatic and pneumatic braking are represented by 1472 m and 1571 m respectively, which corresponds to the technical requirements of the European Union TSI.

Key words: high-speed freight trains, container, speed, brake distance, disc brakes.

REFERENCES

1. V Italii sobirayutsia zapustit skorostnye gruzovye poezda. [Elektronnyi resurs] /TTS, 2017. Access mode to the resource. https://cfts.org.ua/news/2018/04/23/v_italii_sobirayutsya_zapustit_skorostnye_gruzovye_poezda_46887.
2. RZD i kitaytsi proektiruyut gruzovoi poezd so skorostyu 350 km/c. [Elektronnyi resurs] / Vedomosti, 2017. Access mode to the resource. <https://www.vedomosti.ru/business/news/2017/02/01/675754-rzhd-gruzovoi-poezd>.
3. Dikan V.L., Kornilova I.V., Skorostnoe dvizhenie zheleznodorozhnogo transporta v mire i perspektivy ego razvitiya v Ukraine / Visnyk ekonomiky transportu i promyslovosti, Kharkiv 2010 № 32,-344 s.
4. V Italii zapustili skorostnye gruzovye poezda mezhdru Neapolem I Boloniei [Elektronnyi resurs] / Gudok, 2018. Access mode to the resource. <https://gudok.ru/news/?ID=1441816>.
5. S.G. Chuev_ Tormoznye sistemy dlya gruzovogo skorostnogo dvizheniya s tsifrovym upravleniem / Populovskii S.A._ Tagiev P.M. // «Vagony i vagonnoe hozyaistvo» Rossijskie zheleznye dorogi_ Moskva. 2018 №4 _56,. S.82_90.
6. Trolley for high-speed freight traffic. [Electronic resource] / MIIT, 2009. Access mode to the resource. <https://www.miit.ru/news/54883>.
7. Vodyannikov Yu. Ya. Metodologiya raschetnyh i eksperimentalnyh issledovaniy tormoznoi effektivnosti passazhirskikh vagonov s primeneniem matematicheskikh modelei i kompyuternogo modelirovaniya _monografiya, /// Yu.Ya. Vodyannikov_ A.M. Safronov_ E.G. Makeeva – Kremenchug Ukrainskii nauchno_issledovatel'skii institut vagonostroeniya (UkrNIIV) 2017.-287 s.