

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЗАЛІЗНИЧНОГО ТРАНСПОРТУ ІМЕНІ АКАДЕМІКА В. ЛАЗАРЯНА

А. М. БАБАЄВ, С. С. ДОВГАНЮК,
В. Ю. ШАПОШНИК

Утримання рухомого складу залізниць на стоянках

Монографія

ДНІПРО
2016

УДК 629.4.077-792(075.8)
1.1.1 – 19.06
1.1.1

Рецензенти:

д-р техн. наук, проф. С. В. Мямлін

д-р техн. наук, проф. Г. К. Гетьман

Головний конструктор Дніпродзержинського вагонобудівного заводу
(ПАО «Дніпровагонмаш») В. М. Худина

Рекомендовано до друку вченою радою Дніпропетровського
національного університету залізничного транспорту
імені академіка В. Лазаряна
(протокол № 11 від 01 липня 2013 р.)

УДК 629.4.077-792(075.8)

Утримання рухомого складу залізниць на стоянках [Текст] :
монографія / А. М. Бабаєв, С. С. Довганюк, В. Ю. Шанюшник;
Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. –
Дніпро, 2016. – 144 с.

ISBN 978-966-8471-93-3

У монографії розглянуті питання економічної конструкції гальмових базисних та особливості їх експлуатації. Основна увага приділена конструкціям ручних стояночних гальм рухомого складу, шляхам їх удосконалення. Монографія може бути корисна інженерно-технічним працівникам залізниць, які беруть участь у всіх стадіях життєвого циклу вагонів і локомотивів – при проектуванні й експлуатації, експлуатації, їх експлуатації й ремонті, а також студентам транспортних ВНЗ.

Л. 83. Габл. 11. Бібліогр.: 148 назв.

А. М. Бабаєв, С. С. Довганюк,
В. Ю. Шанюшник, 2016

Дніпропетр. нац. ун-т залізн.
трансп. ім. акад. В. Лазаряна,
редагування, 2016

ISBN 978-966-8471-93-3

Безпека руху поїздів - комплекс організаційних і технічних заходів, спрямованих на забезпечення безаварійної роботи й утримання у справному стані залізничних споруд, колій, рухомого складу, обладнання, механізмів і пристроїв.

[Закон України «Про залізничний транспорт» № 273/96, затверджений ВР від 02.07.1996 р.]

Локомотиви, пасажирські вагони, моторвагонний і спеціальний самохідний рухомий склад обладнуються **ручними гальмами**...

[Правила технічної експлуатації залізниць України, п. 11.3.]

ВСТУП

Методика рішення завдання - засіб, який мобілізує Ваші знання, але їх не заміняє.

Дж. Діксон «Проектування систем»

Технічною основою забезпечення безпеки руху поїздів, поряд із автоматичними гальмами, є також засоби утримання одяганиць рухомого складу на станціях, перегонах, на сортувальних гірках. До останніх відносяться гальмові бандажі й різні пристрої аналогічного типу, ручні й стоянкові гальма, тобто колісні підшори. При цьому, якщо за багато років експлуатації конструкції бандажів і пристроїв піддалися численним змінам і продовжують удосконалюватися, то конструкції ручних і стоянкових гальм перебувають практично в за- консервованому стані з часу їх створення.

Тому метою роботи є постановка перед фахівцями з гальм завдань знаходження нових конструкторських і технічних рішень на базі представленого аналізу наявних конструкцій і принципів з урахуванням реальних умов експлуатації. Як показують дослідження «ВІШНЖТа» (1979 р.), надійність, наприклад, стоянкових гальм вагонів становить 18 %. На підставі цього можна порушувати питання про доцільність подальшого використання таких гальм, що йде врозріз із вимогами нормативно-технічної документації до обладнання вагонів, або ж необхідно вдосконалювати їх конструкцію. З позиції **забезпечення безпеки руху** - перевага за другим. Обґрунтуванням такого висновку є питома вага самовільного виходу вагонів на перегін, що склав 25,5 % серед типових причин подій, які відбуваються з вини працівників служби перевезень [1].

Приклади різних розв'язків проблемних завдань представлені в монографії. При цьому, як найбільш широко розповсюдженому на залізничних засобу утримання рухомого складу, приділена увага гальмовому балансу. Розглянуті варіанти його конструкції, вимоги, умови експлуатації, судження фахівців про методи розрахунків їх необхідної кількості, результати експериментів при накопчуванні на балансу.

Об'єктом розгляду основної частини роботи є ручні й стоянкові гальма вагонів і локомотивів. Із позиції системного підходу до конструкції цих гальм (як об'єкта із трьох взаємозалежних вузлів) розроблена класифікація колісних підпорів, акцентована увага на визначенні термінів ручного й стоянкового гальма. Окремо розглянуті конструкції ручних і стоянкових гальм вантажних вагонів; запропоноване технічне рішення з модернізації одного з вузлів, що зазнає вандалізму. Висвітлені типові конструкції ручних гальм пасажирських вагонів при колісно-колодкових і дискових автогальмах, наведені приклади розрахунків. Представлені окремі конструкції колісних підпорів тягового рухомого складу, у тому числі закордонного рухомого складу – США, Чехії, Німеччини, Польщі.

Відображені сучасні тенденції в розвитку перспективних автоматичних гальм (АСГ). Представлений ряд конструкцій АСГ, що перебувають на різних стадіях реалізації.

При написанні монографії автори використовували матеріали сучасних українських і закордонних періодичних видань, чинні нормативні акти, інструкції, положення й інші офіційні документи, енциклопедії, проспекти закордонних і вітчизняних фірм, що стосуються конструкцій, розрахунків і експлуатації колісних підпорів.

Матеріал супроводжується таблицями, схемами, малюнками, прикладами, а також розглядом випадків, в основу яких покладені реальні залізничні події.

Загальні відомості про колісні підпори

1.1. Класифікація технічних засобів утримання рухомого складу й вимоги до них

При тих або інших зупинках поїзда або складу його необхідно надійно закріпити від можливого самовільного виходу. Застосовувані в цих випадках автоматичні гальма успішно реалізують цю вимогу, але не при тривалих стоянках. Через витіки стисненого повітря автоматичні гальма піддаються виснаженню. Виходячи із цього, сформулюємо *основну вимогу до засобів утримання – це забезпечення стабільної утримуючої сили, що не залежить від тривалості закріплення вагонів.*

Функціонування таких засобів зумовлене також певними вимогами до них:

- мінімальна залежність утримуючої сили від пори року й погодних умов;
- зручна ергономіка, конструкція, що не вимагає спеціального навчання обслуговуючого персоналу;
- при необхідності максимально швидке приведення в дію;
- швидке розгальмовування коліс рухомого складу;
- можливість застосування утримуючих засобів як на станції, так і на перегоні;
- тим самим технічним засобом повинні закріплюватися різні типи рухомого складу, а також порожні й навантажені вагони;
- можливість використання декількох різних засобів закріплення одночасно;
- мати можливість візуального контролю над закріпленням вагона;
- мати захист від демонтажу при вандалізмі;
- мінімальна маса й габарити;
- забезпечення тривалого терміну служби й надійності дії.

Враховуюючи ці вимоги, для утримання рухомого складу на місці застосовують, по відношенню до нього, *зовнішні* або *внутрішні* засоби закріплення. Класифікація таких засобів наведена на схемі 1.

У зв'язку з тим, що вивченню зовнішніх засобів на станційних коліях [2-4] і сортувальних гірках [5-7] у технічній літературі приділено значна увага, то в цій роботі більш детально розглянуті внутрішні технічні засоби утримання рухомого складу при його стоянках. До таких засобів утримання відносять гальма, розташовані безпосередньо *в* або *на* кузові вагона (локомотива), його рамі або візках. По місцю розташування цих гальм їх можна розділити на ручні й стоянкові.

Найбільш простим є ручне гальмо, що приводиться в дію гальмівником. Таке гальмо з'явилося задовго до виникнення залізничного транспорту й застосовувалось на поштових каретах і різних візках [8, 9]. До цих пір ручні гальма ще застосовуються якщо не самостійно, то як допоміжний резервний засіб на випадок неусування й відмови автоматичних гальм.

Ручним гальмом називається гальмо, привід якого розміщений всередині в кузові одиниці рухомого складу (у тамбурі, у кабіні, на гальмовій площадці). Установка такого типу гальма передбачена вимогами ПЛЗ ПТЗ залізниць України. При вимушеній зупинці поїзда на перегоні, якщо рух поїзда не може бути відновлено протягом 20 хв і більше, і немає можливості утримувати поїзд на місці на автогальмах, необхідно привести в дію ручне гальмо локомотива й подати сигнал провідникам, кондукторам для приведення в дію ручних гальм складу.

Стоянковим гальмом називається гальмо, привід якого має зовнішнє розміщення стосовно кузова вагона, але є його частиною. При цьому привід цього гальма повинен забезпечувати швидкий відгук і блокування гальма у віднушеному стані.

Загальним для ручних і стоянкових гальм є те, що вони приводяться в дію *через гальмову важільну передачу автоматичного гальма одиниці рухомого складу*. Основною функцією їх є утримання рухомого складу на місці. У конструктивному відношенні (див. рис. 1) умовно ручні або стоянкові гальма включають три складові: джерело механічної сили — *привід* (штурвал, важіль), механізм реалізації цієї сили — *підсилювач* (черв'ячна або гвинтова пара), вузол *передачі зусилля* (трос, пруток, ланцюг). Разом з тим ручне гальмо, у порівнянні з стоянковим, має функціональну перевагу. У випадку відмови авто-

матичних гальм на шляху прямування по сигналу машиніста ручні гальма можуть бути приведені в дію (наприклад, провідниками), усуваючи загрозу безпеки руху.

Таким чином, незважаючи на наявності загального призначення їх вузлів, вони мають функціональну відмінність.

Варто зазначити, що іноді в практиці через відсутність гальмових площадок на вантажних вагонах, при наявності стоянкових гальм на них, для підсилення гальмування на крутих спусках застосовують *переносні ручні гальма*. Установлюють їх тимчасово й приводяться вони в дію гальмівниками, що перебувають на вагоні в процесі руху. Після проходження ділянки вони демонтуються.

На вагоні в місці установки ручного або стоянкового гальма повинні бути нанесені трафарети із вказівкою напрямку обергання штурвала, фіксації його в транспортному й робочому положенні й інша інформація.

На тяговому рухомому складі, крім ручних, застосовують автоматичні стоянкові гальма (АСГ). Активно ведуться роботи зі створення й впровадження автоматичних стоянкових гальм для вагонів. За принципом дії ці гальма можна розділити на дві групи – активної й пасивної дії.

В основу конструкції активних АСГ покладений принцип дії з використанням пружної сили спеціальних пружин, що автоматично створюють гальмову силу при виснаженні пневматичної гальмової системи вагона. АСГ пасивного типу використовують пружну деформацію вузлів гальмової важільної передачі вагона, створену попередньо дією типового автоматичного гальма вагона. У цьому випадку різним способом блокується вихід штока гальмового циліндра. На надійність дії такого гальма суттєво впливає характеристика жорсткості гальмової важільної передачі.

Для оцінки різних технічних засобів утримання складемо табл. 1.

Користуючись цією таблицею можна оцінювати різні засоби закріплення й підібрати оптимальний для заданих умов.

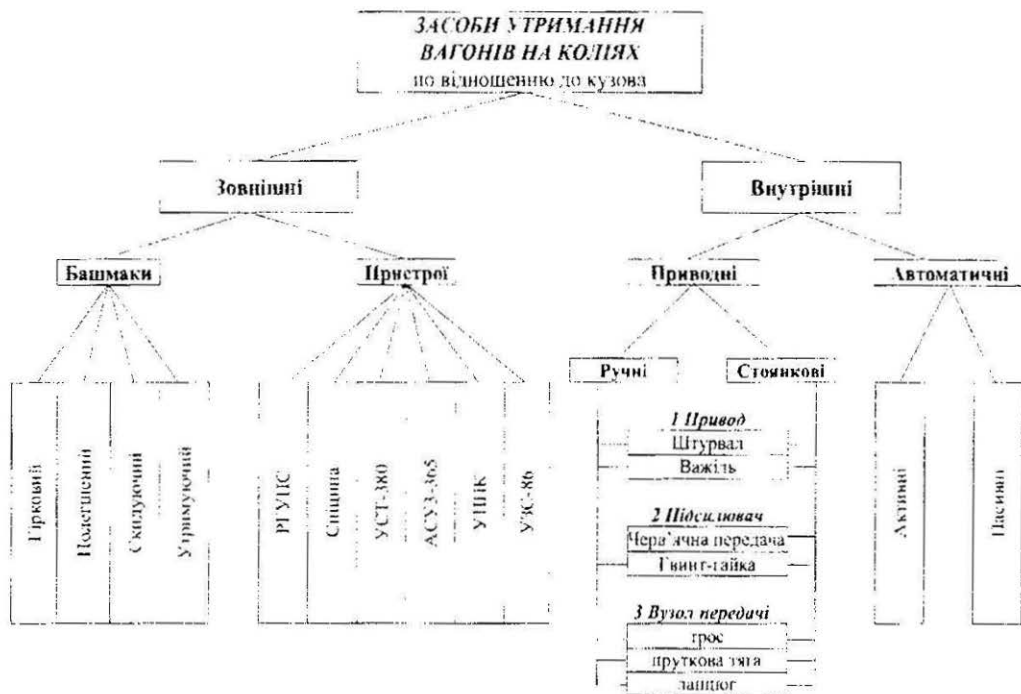


Рис. 1. Класифікація технічних засобів утримання

Відповідність вимогам різних засобів закріплення

Засоби утримання	Різний рухомий склад	Можливість використання на березі	Точність утилізації складу	Взаємозамінність	Візуальний контроль	Вплив зовнішнього середовища на утримуючу силу	Можливість використання на училі
Ручні й стоянкові гальма	Так	Є	Будь-яка	Є	По виходу штока гальмового циліндра й притисненню гальмових колодок до поверхні кочення коліс	Утримуюча сила зменшується при утворенні на рейках масляної плівки, іноді, і т.д.	До 20 % включно*
Автоматичне стоянкове гальмо (АСГ)	Так	Є	Будь-яка	Є	Те саме	Те саме	Залежить від моделі
Башмак	Так	Є	Будь-яка	Є	По пакату колеса на башмак	»»»»	До 40 % включно*
Статійний засоби утримання (див. рис. 1)	Так	Немає	Від $\pm 0,15$ м до $\pm 0,5$ м у залежності від моделі [2]	При закріпленні нижніми засоби не застосовуються	Залежить від моделі, як правило, по притисненню закріплюючих балок засобів до коліс	Не залежить	

* згідно з табл. 1.1.2 дод. 2 Інструкції для експлуатації гальм № ПБ-ІД-0015.

1.2. Приклади самовільного виходу вагонів

Від надійності засобів закріплення рухомого складу прямо залежить безпека руху поїздів. Так, у травні 1993 р. група з 26 вагонів [10] самовільно вийшла з перегону Металургійна–Баландіно (Росія) через те, що їх не закріпили достатньою кількістю гальмових башмаків і забули про існування стоянкових гальм, якими обладнані вантажні вагони. У результаті кілька вагонів зійшли з рейок і отримали важкі пошкодження, які привели до вилучення їх з інвентарного парку.

У листопаді 1995 р. на станції Решети (Росія) допущений вихід чотиривагонного електропоїзда, оскільки бригада не привезла в дію ручні гальма. Наслідки – проїзд забороняючого сигналу й зріз стрілки.

У травні 1996 року на перегоні Тальменка–Літвиново Тайгінської залізниці Кемеровської залізниці [11] відбулося лобове зіткнення електропоїзда із групою навантажених вагонів, що самовільно вийшли зі станції Літвиново. У цей день дев'ять вагонів хопер-дозаторів були виставлені на шосту колію станції Літвиново. Потім чотири з них переставили на четверту колію. Маневри робив головний кондуктор разом зі старшим кондуктором. Вони грубо порушили технічно-розпорядчий акт (ТРА) станції й залишили ці вагони на 66 тисячному ухилі, недостатньо закріпивши їх гальмовими башмаками. Вагони, не маючи достатньої утримуючої сили, після відпуску екіпажем мимовільно прийшли в рух і, зрізавши стрілки, вийшли на перетин назустріч електропоїзду. Локомотивна бригада електропоїзда, отримавши по поїзному радіозв'язкові повідомлення про це, екстремним гальмуванням зупинила поїзд, оголосила пасажирам про небезпеку й, відкривши двері вагонів, порадила стрибати з вагонів. Зробити це, на жаль, встигнули не всі. У результаті зіткнення 17 людей загибли, 44 отримали травми різного ступеня важкості.

У травні 2000 року на станції Пумново Горьківської залізниці «зіпшло» 36 вагонів [11], які зрізали стрілки. Зійшла з рейок цистерна. Був порушений габарит сусідньої колії станції, на яку прибував вантажний поїзд. При зіткненні в поїзді зійшло чотири піввагони, які втратили опору контактної мережі, пошкодили три стрілочні пересводи й 10 метрів колії. Причина в тому, що цю групу вагонів після маневрових операцій складач поїздів закріпив від «виходу» всього чотирма гальмовими башмаками. Шлях, на якому були залишені вагони, мав

ухил 2,6 тисячних і по ТРА для закріплення вагонів потрібно було укласти 9 гальмових башмаків. Залишена група через недостатнє закріплення й несприятливої погоди почала рухатися.

На жаль, при аналізі стану безпеки руху на залізницях України [12] відомостей про самовільний вихід рухомого складу через його ненадійне закріплення автори не виявили.

Фактори, що викликають вихід закріпленої групи вагонів. При втриманні на місці складу або окремих вагонів [13], особливо при тривалих стоянках на ухилах, слід пам'ятати, що в порівнянні з підшипниками ковзання роликові підшипники зменшують опір рухомого складу при русі, а особливо знижують необхідну силу рушання поїзда з місця в 7-10 разів. Під впливом різних факторів (виснаження автогальм на стоянках, сили вітру, вібрації підрейкової основи від рухомого складу, який рухається по сусідніх коліях, при наявності ухилу тощо) незакріплені вагони піддаються самовільному скоочуванню. Наслідками цього може бути зіткнення, схід вагонів, зріз стрілки і т.д.

Детально розглянемо вплив найбільш характерних факторів, які впливають на самовільне скоочування групи вагонів, виставленої на спуску, а саме: ухилу колії й вітрового навантаження.

Визначимо максимальне фактичне значення зрушуючої сили незагальмованого автоматичними гальмами складу, яка діє на нього і викликає його зрушення при різних кутах нахилу колії з урахуванням можливого вітрового навантаження несприятливого напрямку. Вплив цих факторів на зрушуючу силу видно з формули (1.1), схема сил наведена на рис. 2.

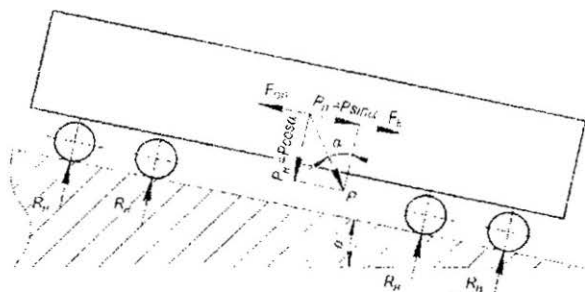


Рис. 2. Сили, які діють на вагон на ухилі

$$F_{\text{зр}} = P_{\text{н}} + F_{\text{в}} + F_{\text{оп}} \quad (1.1)$$

- де $F_{\text{зр}}$ – результуюча зрущуюча сила;
 $P_{\text{н}}$ – горизонтальна складова ваги;
 $P_{\text{в}}$ – вертикальна складова ваги;
 $F_{\text{оп}}$ – сила опору зрушенню складу;
 P – вага вагона, брутто;
 $F_{\text{в}}$ – складова зрущуючої сили, яка залежить від сили вітру.

Сила опору зрушенню складу залежить від маси складу й середньому статичному навантаженню.

Вітрове навантаження дуже нестійке в часі за значенням і напрямком й описується імовірнісними законами, але його рівень може бути досить значним і навіть у кілька раз перевершувати постійно діючу складову. Найнебезпечніший кут атаки повітряного потоку становить 40–45° [2].

Детальний опис зрущуючої сили наведений у роботах [2, 6], звідки одержимо:

$$F_{\text{в}} = P \left[i - \left(\frac{28}{q_0 + 7} + 0,0036q_0 + 12 \right) \right] + 4,6r^2 n \sin \beta \cos \beta, \quad (1.2)$$

- де i – ухил колії;
 P – маса складу;
 q_0 – середнє статичне навантаження;
 r – швидкість повітряного потоку, що набігає;
 n – кількість осей у складі;
 β – кут атаки повітряного потоку.

Зрущуюча сила може привести до виходу закріпленої групи вагонів. Для утримання вагонів їх необхідно надійно закріплювати, а для цього треба знати утримуючу силу технічних засобів закріплення [14–18].

Особливий інтерес представляє наведений у роботі [2], графік порівняння утримуючої сили різних закріплюючих пристроїв від зрущуючої сили при різних ухилах, з урахуванням і без урахування вітрового навантаження, для порожніх і навантажених вагонів. Даний графік дозволяє порівняти різні технічні засоби утримання між собою. Однак у ньому не відображені ручні й стоянкові гальма вагонів.

Побудуємо колонкову діаграму (рис. 3) і відповідну їй таблицю (табл. 2) для порівняння утримуючих сил ручних, стоянкових, автоматичних стоянкових гальм і дискових ручних гальм. У якості еталонного значення приймемо утримуючу силу гальмового башмака, покладеного під порожнім вагоном.



Рис. 3. Утримуюча сила засобів закріплення

Експериментальне визначення утримуючої сили гальмових башмаків було проведено на станції Нижньодніпровськ-Вузол Придніпровської філії ПАТ «Українська залізниця» співробітниками ГПДІ «Вагони» і кафедри «Вагони та вагонне господарство» ДНУЗТу (колишній ДПТ) при яскравій погоді, температурі 5°C і відносній вологості повітря 32 %. Рейки сухі, без слідів масляної плівки, ілею й т.п. Ухил шляху 2,6 ‰. Визначалася поздовжня сила, яка передавалася від локомотива через автотягін першого вагона поїзда. У результаті випробувань була отримана середня утримуюча сила на одну вісь 3,75 тс при укладанні башмаків під навантажені вагони з вагою бруто 80 т і 0,965 тс при укладанні башмаків під порожні вагони вагою 20,4 т.

Значення утримуючих сил для ручних, стоянкових, ручних дискових гальм для побудови діаграми розраховуються за прийнятою методикою у відповідних розділах цієї роботи, з урахуванням передаточного відношення гальмової важільної передачі.

Результати випробувань гальмових башмаків також показали, що **при зволоженні поверхні башмаків і рейок утримуюча сила фактично залишається на тому ж рівні.**

Як показує аналіз таблиці стосовно сталонного значення (гальмовому башмаку, покладеному під порожнім вагоном) найбільшою утримуючою силою вогодіс автоматичне стоянкове гальмо, а найменшою – ручні гальма пасажирського вагона [146].

Таблиця 2

Утримуюча ефективність різних типів підпорів

Тип підпору	Утримуючі сили відносно сталонної, %
Башмак гальмовий	
порожній вагон	100
пасажирський вагон	391
Стоянкове гальмо вантажного вагона	
чавунні гальмові колодки	489
композиційні гальмові колодки	288
Ручне гальмо старотипного пасажирського вагона	
чавунні гальмові колодки	64
композиційні гальмові колодки	26
Ручне гальмо сучасного пасажирського вагона	
чавунні гальмові колодки	61
композиційні гальмові колодки	22
Дискове гальмо старотипного пасажирського вагона	203
Дискове гальмо сучасного пасажирського вагона	760
Автоматичне стоянкове гальмо	1771

1.3. Аналіз вимог нормативно-технічної документації

Згідно п. 11.3 Правил технічної експлуатації (ПТЕ) локомотиви, пасажирські вагони, моторвагонний і спеціальний самохідний рухомий склад обладнають *ручними гальмами*. Частина вантажних ваго-

нів згідно норм Державної адміністрації залізничного транспорту України обладнуються перехідними площадками зі стоп-краном і ручним гальмом [19].

ІТЕ передбачають порядок дій при змушеній зупинці поїзда на станційних коліях і закріплення складів на перегоні. **У першому випадках** (п. 15.21) ІТЕ состави, що стоять на станційних коліях без локомотива, локомотиви та моторвагонний рухомий склад у неробочому стані, вагони й спеціальний рухомий склад повинні бути надійно закріплені від виходу гальмовими башмаками, ручними гальмами або іншими засобами закріплення, що визначаються Державною адміністрацією залізничного транспорту України. **У другому випадку** ІТЕ (п. 16.43) указують, що якщо рух поїзда не може бути відновлено протягом 20 і більш хвилин, і немає можливості утримувати поїзд на місці на автогальмах, машиніст зобов'язаний привести в дію ручне гальмо локомотива й подати сигнал (три довгі гудки) для приведення в дію наявних у складі ручних гальм (провідниками пасажирських вагонів, кондукторами, керівником робіт у господарському поїзді). У поїздах, де таких працівників немає, помічник машиніста повинен підкласти під колеса вагонів наявні на локомотиві гальмові башмаки, а якщо їх не вистачає, крім того, привести в дію ручні гальма вагонів у кількості та у відповідності з порядком, визначеним начальником залізниці.

Порядок закріплення вагонів і складів визначається Інструкцією з руху поїздів і маневровій роботі на залізницях України № ІЦД-0058. Згідно із цією інструкцією [20] склади поїздів, групи або окремі вагони, що залишаються на станційних коліях, у всіх випадках мають закріплюватися гальмовими башмаками до відцеплення локомотива за нормами, передбаченими у технічно-розпорядчому акті станції (п. 16.4.2).

На коліях з ухилами, що не перевищують 2,5 ‰, дозволяється при зміні локомотивів пасажирських поїздів використовувати для закріплення складу автогальма поїзда протягом не більш 15 хв. Якщо змінити локомотиви протягом зазначеного часу неможливо, склад повинен бути закріплений гальмовими башмаками по встановлених нормах (дод. 2 Інструкції № ІЦД-0001). Вагони, що прибули на станцію для тривалої стоянки (більше 24 годин, у резерві, в очікування подачі на ВРЗ, тощо), повинні бути виставлені на колію з ухилом, що не перевищують 2,5 ‰, ізольовані від маршрутів проходження поїздів.

Закріплення таких вагонів повинно проводитись з **накатом вагонних коліс на гальмові башмаки** (п. 16.4.4). При тимчасовому перебуванні вантажних поїздів на проміжній станції без локомотива їх закріплення здійснюється згідно норм, передбачених у технічно-розпорядчому листі станції для відповідної колії з накатом вагонних коліс на гальмові башмаки (п. 16.4.5). На перегоні у випадку роз'єднання (розриву) поїзда, коли операції по його з'єднанню не можуть бути виконані протягом 20 хв, машиніст локомотива зобов'язаний вжити заходів по закріпленню гальмовими башмаками й ручними гальмами частини поїзда, що залишилась без локомотива (п. 11.9).

Згідно із правилами закріплення рухомого складу, викладеним у п. 2 Інструкції з руху поїздів і маневровій роботі на залізницях України № ІЦД-0058, необхідно керуватися наступними мінімальними нормами.

На коліях з ухилами при укладенні башмаків під *порожні вагони* кількість гальмових башмаків K визначається за формулою (п. 1.1):

$$K = \frac{n}{200}(4i + 1), \quad (1.3)$$

де n — число осей у закріпленій групі вагонів;

i — величина ухилу в тисячних.

Над вагони з *осередним навантаженням не менше 15 тс* (п. 1.2):

$$K = \frac{n}{200}(1,5i + 1). \quad (1.4)$$

При одержанні дробового значення кількість башмаків округляється в більшу сторону.

Приклад:

а) для закріплення 80 осей групи вагонів на ухилі 2,5 ‰ і укладення гальмових башмаків під *порожні вагони* (або вагони з невідомим навантаженням на вісь) буде потрібно:

$$\frac{80(4 \cdot 2,5 + 1)}{200} = 4,4 \approx 5 \text{ гальмових башмаків};$$

тієї ж групи вагонів і при укладенні гальмових башмаків під вагони з навантаженням на вісь не менше 15 т (якщо таких вагонів у групі нема під вагони з максимальним навантаженням на вісь даної групи)

$$\frac{80(1,5 \cdot 2,5 + 1)}{200} = 1,9 \approx 2 \text{ гальмових башмаки.}$$

При закріпленні моторвагонних поїздів і локомотивів у недіючому стані, а у виняткових випадках іншого рухомого складу, якщо відсутня достатня кількість башмаків, можуть бути використані ручні гальма рухомого складу з розрахунку: **5 гальмових осей замінюють 1 гальмовий башмак**. На горизонтальних шляхах або інших шляхах з ухилом 0,5 ‰ і менше допускається приводити в дію ручне гальмо одного вагона (локомотива) у будь-якій частині зчепленої групи рухомого складу замість гальмових башмаків з обох його сторін (п. 11).

У дод. 2 (п. 12) Інструкції з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 зазначено, що необхідна кількість ручних гальм вагонів або ручних гальмових башмаків для утримання складу вантажного, вантажно-пасажирського й поштово-багажного поїзда на місці, у випадку псування автоматичних гальм, визначається на кожні 100 т ваги складу залежно від крутизни спуску за таблицею дод. Д. 2.4 [21].

Таблиця 3

Необхідна кількість ручних гальм і гальмових башмаків для утримання на місці після зупинки на перегоні у випадку псування автогальм на кожні 100 т ваги складу вантажного, вантажно-пасажирського і поштово-багажного поїздів (без локомотива й тендера) залежно від крутизни спуску

Показник		Крутизна спуску						
		0	0,002	0,004	0,006	0,008	0,010	0,012
Кількість гальмівних башмаків	гальмівних	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4
		0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0
Кількість осей	гальмівних	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,8	1,0

Продовження табл. 3

Показник		Крутізна спуску						
		0,014	0,016	0,018	0,020	0,022	0,024	0,026
Кількість вагончиків	гальмованих	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8
	башмаків	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4
Кількість осей	гальмованих	1,2	1,4	1,6	1,8	—	—	—
	башмаків	—	—	—	—	—	—	—

Закінчення табл. 3

Показник		Крутізна спуску						
		0,028	0,030	0,032	0,034	0,036	0,038	0,040
Кількість вагончиків	гальмованих	0,9	1,0	1,0	1,1	1,2	1,2	1,3
	башмаків	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	3,6	3,8

Примітка: У чисельнику - при навантаженні на вісь 10 тс і більше; у знаменнику - при навантаженні на вісь менше 10 тс. При підрахунку кількості осей ручного гальмування враховувати ручні гальма вагончиків і спеціальних вагонів, які мають бічний приєднання з пересічкою гальмової площини.

• інша найменша кількість ручних гальм на кожні 100 тс ваги складу вантажного, вантажопасажирського й поштово-багажного поїзда, що прямує в межах двох або більш залізниць, приймається 0,6 гальмової вісі.

При потребі наявності ручних гальм більше встановленого по УЗ єдиної найменшої кількості 0,6 вісі на кожні 100 тс ваги поїзда, а також у виняткових випадках, передбачених УЗ, якщо у складі вантажного поїзда не може бути забезпечена єдина найменша кількість гальм, то кількість віс, що не вистачає, може замінятися ручними гальмовими башмаками.

Для поїздів, що прямують у межах однієї залізниці, а також при терміних ухилах крутіше 12 ‰ потреба в ручних гальмах і гальмових вагончиках на кожні 100 тс ваги складу встановлюється начальником залізниці, відповідно до нормативів зазначених в табл. дод. Д.2.4 [21].

Рухливості вище вимоги ПТЕ, Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України № ЦД-0058 та Інструкції з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України ЦТ-ЦВ-ЦД-0015, виринують одне спільне завдання - закріплення рухомого складу від виходу. Основні відмінності у підходах до закріплення рухомого складу наведено в табл. 4.

Основні відмінності у підходах до закріплення рухомого складу

Критерії порівняння	Джерело	
	Інструкції з руху поїздів і маневровій роботі на залізницях України ЦД-0058 [20]	Інструкції з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України ЦТ-ЦВ-ЦД-0015 [21]
Розрахункова база закріплення	200 осей	100 тс
Граничні значення осьового навантаження	15 тс	10 тс
Засоби закріплення	Башмаки	Ручні й стоянкові гальма

Розглянуті інструкції не тільки не сумісні між собою, але й містять внутрішні протиріччя й неточності. Так, наприклад, для закріплення складу 200 осей вагою 1700 тс (вантажні вагони) на ухилі 5 ‰ при укладенні башмаків під порожні вагони потрібно згідно Інструкції ЦТ-ЦВ-ЦД-0015 $(1700/100) \cdot 0,4 = 7$ башмаків, а по Інструкції ЦД-0058 $(200/200) \cdot (4 \cdot 5 + 1) = 21$ башмак. Як видно, значення дуже різняться і не зрозуміло яке з них приймати.

У ПТЕ (п. 16.43) при вимушеній зупинці вантажного поїзда, помічник машиніста повинен підкласти під колеса вагонів наявні на локомотиві башмаки, а при недостатній їх кількості привести у дію ручні гальма вагонів у кількості й відповідно до порядку, встановленого начальником залізниці (п. 16.43). У додатку Д.2.4 Інструкції ЦТ-ЦВ-ЦД-0015 навпаки – якщо число ручних гальм «єдиної найменшої кількості» менше, то може доповнюватись башмаками (п. 12).

Наведені порівняння ПТЕ й двох інструкцій свідчать про істотну відмінність нормативів закріплення рухомого складу, що неприпустимо. У роботі [10] даються рекомендації з розробки єдиних нормативів закріплення. Необхідну кількість засобів закріплення на перегоні й станційних коліях треба визначати по універсальній табл. 5, складеній для пасажирського й вантажного рухомого складу.

**Необхідна кількість гальмових засобів для утримання
на місці складу або групи вагонів**

Гальмові багмаки (ГБ)	Пасажи́рські ЦМВ	$N_1/N = 0,5i$
	Вантажні вагони	$Q_3/Q = 0,5i$
Гальмівні вагони (ГВ)	Пасажи́рські ЦМВ	$N_1/N = i$
	Вантажні порожні вагони	$N_2/Q = 0,030i$
	Вантажні навантажені вагони	$N_3/Q = 0,025i$

Примітка: Q_3 – загальна вага вагонів, під які повинні бути укладені багмаки; Q – вага складу або групи вагонів; N_1 – число закріплених вагонів під колеса яких укладаються багмаки; N_2 – загальне число вагонів у складі; i – величина ухилу.

Число виразити величину ухилу в тисячних [10], а відношення Q_3/Q в відсотках, то можна одержати **умову утримання складу на місці** при закріпленні його за допомогою багмаків: $Q_3/Q \geq 0,5i$. Іншими словами, **вага вагонів у відсотках, під які закладаються багмаки, повинна бути не менше половини ухилу в тисячних від загальної ваги складу, що закріплюється** (або не менше половини ухилу в тисячних на 100 тс загальної ваги складу, що закріплюється). Якщо в складі однорідні вагони з однаковим навантаженням, то число вагонів, що закріплюються у відсотках повинно бути не менш $0,5i$ від загальної кількості вагонів незалежно від ступеня їх завантаження.

У пасажирських вагонів тара не має значних відхилень. Тому для них за аналогією можна виразити умову у вагонах (або осях) у вигляді $N_1/N \geq 0,5i$ (%).

Отриману умовою утримання складу (групи) вантажних вагонів можна досить зручно користуватися для розрахунків. Наприклад, якщо величина ухилу $i = 12$ ‰, то вага вагонів, що закріплюються, повинна становити 6 ‰ від ваги Q усього складу або групи. При вазі $Q = 1000$ тс Q_3 складає 60 тс. Якщо багмаки укладають під порожні вагони з тарою 20 тс, то необхідна кількість багмаків складе $(60/20) \cdot 4 = 12$. Якщо ж багмаки укладають під навантажені вагони вагою по 40 тс, то число вагонів, що закріплюються, буде складати $60/40 = 1,5$, а необхідне число багмаків $1,5 \cdot 4 = 6$.

При закріпленні вантажних вагонів ручним гальмом необхідно виконати умову утримання складу (групи вагонів) з урахуванням мінімальної гальмової сили ручного гальма одного навантаженого вагона, рівної 4 тс: $Q_i \leq 4N_3$, тобто $N_3/N = 0,025i$ (%).

Для правильного вибору кількості засобів закріплення необхідно перевірити їхню надійність по силі зчеплення B_c порожніх вагонів яка, виходячи з розрахункових значень, складе 3,4 тс. Тоді при загальмовуванні складу, приведеними в дію ручними гальмами порожніх вагонів, слід застосовувати вираз $N_3/N = 0,030i$ (%).

Натиснення на гальмові колодки пасажирських вагонів регулюється зміною співвідношення плечей горизонтальних важелів. Тому натиснення ручного гальма буде пропорційно тарі вагона у встановлених діапазонах. Це означає, що при дії всіх ручних гальм у пасажирському поїзді кожен вагон забезпечується закріпленням однакової ефективності. При закріпленні пасажирського складу ручними гальмами необхідне їх число розраховується по середній гальмовій силі вагонів 5 тс (композиційні колодки) з умови $i \sum N_j T_j \cdot 10^{-3} \leq 5N_3$. При середній тарі вагона $T = 50$ тс отримаємо $N_3/N = i$ (%).

Пропозиції доктора технічних наук М. І. Глушко заслуговують, на наш погляд, технічної апробації на залізницях України, з метою коректування вимог згаданих інструкцій.

Зовнішні засоби утримання

2.1. Гальмовий башмак (конструкція, експлуатація, розрахунки)

Основним засобом закріплення складів і окремих транспортних засобів на станціях є гальмовий башмак, винайдений у Німеччині ще в 18-му столітті [22].

Гальмовий башмак (рис. 4) - пристрій для гальмування груп вагонів, що рухаються (відчеплень) та інших видів рухомого складу, використовується в якості гальмових засобів на сортувальних коліях під час сортувальних гірок, **для закріплення вагонів** на станційних і сортувальних коліях [23-27].

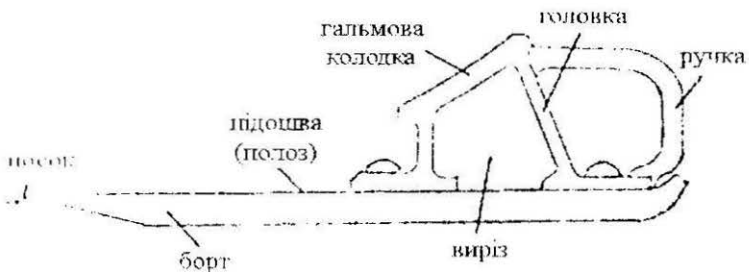


Рис. 4. Гальмовий башмак

За роки розвитку [28] сортувальної техніки були створені десятки різних моделей башмаків (дерев'яні, металеві, одnobортні, двобортні, вигляді однієї монолітної конструкції або зібраний з декількох

вузлів, з ребрами жорсткості або без них, з різними типами закленок і т.д.), але головні конструктивні особливості залишилися незмінними: наявність полоза, на який наочується колесо, колодки, у яку впирається його круг кочення, і ручки. Одним із таких башмаків, який пізніше став застосовуватися й у СНД, був німецький башмак системи Бюссінга (одно і двобортний). Добре зарекомендували себе також башмаки системи Ширенко й деякі інші конструкції. Двобортні башмаки більш стійкі й можуть застосовуватись на станціях для гальмування відчеплень на будь-якій по ходу руху рейці.

Сучасні гіркові гальмові башмаки виготовляються згідно креслення 8739.00СБ по ТУ 35.2-00165998-015:2005 [29, 148]. Полоз штампується зі сталей [30] 09Г2, 09Г2С, 17Г1С за ДСТ 19281. Колодка опорна виготовляється зі сталевих виливків марки 20ЛН, 25ЛН, 20ГЛ, 20ФЛ, 20ГФЛ за ДСТ 977. Маса башмака становить $7,3 \pm 0,5$ кг.

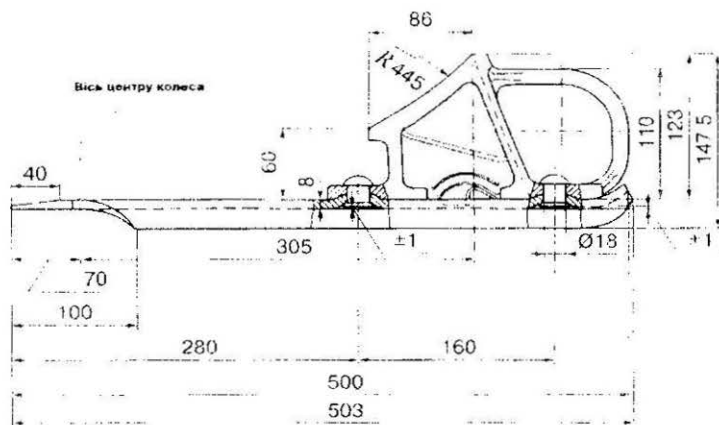


Рис. 5. Геометричні розміри гальмового башмака

Гальмовий ефект гальмового башмака [14, 23, 31] заснований на заміні тертя кочення коліс вагона (коефіцієнт тертя 0,002) тертям ковзання гальмового башмака по рейці (коефіцієнт тертя 0,15-0,2) другого колеса колісної пари, загальмованої гальмовим башмаком, по рейці. Ковзання вагона з гальмовим башмаком прийнято називати **юзом**. Довжина шляху ковзання залежить від стану поверхонь тертя

при башмак рейка й рейка-колесо вагона, осьового навантаження, швидкості входу вагона на башмак, погодних умов та інших факторів.

Процес контакту колеса із башмаком при гальмуванні вагона, що рухається, складається із двох етапів [5]. На першому - колесо, обертаючись, входить на башмак і фіксується, а на другому етапі колісна пара із башмаком починає рухатися як єдина система. З колесом гальмовий башмак має фрикційний контакт по поверхні полоза й колоди, а з рейкою - по зворотній стороні полоза. Інше, невідбашмачене колесо контактує безпосередньо з поверхнею другої рейки.

Рівняння рівноваги сил рухомого складу, що знаходиться на колії зухом α і закріпленого гальмовими башмаками

$$D_{\text{гр}}^b + F_C = F_B + Q, \quad (2.1)$$

- де $D_{\text{гр}}^b$ - сила тертя башмака об рейку;
- F_C - сила тертя кочення складу при русанні з місця;
- F_B - складова сили повітряного напору уздовж колії;
- Q - тангенціальна складова сили ваги складу.

Гальмування вагонів [3, 120] проводиться шляхом підкладання під колеса гальмових башмаків, вага якого перевищує 7 кг. Чим важчий вагон і крутіше ухил колії, тим більше потрібно таких башмаків. Забезпечення необхідної кількості гальмових башмаків від довжини (ваги) навантаженого складу, обладнаного роликовими підшипниками показано на рис. 6. Аналіз показує, що навіть при невеликих нахилах 1,0-1,5 ‰, характерних для багатьох станцій, при закріпленні навантаженого складу в 240-300 осей (60-70 вагонів) потрібно 4-5 вагонів вапальною вагою 30-40 кг, які переносяться вручну. Для складу в 240 осей (60 вагонів) на ухилі 3 ‰ треба вже 7 башмаків.

Установка гальмових башмаків на рейку. Гальмові башмаки [14, 14] повинні укладатися на рейки під різні колеса рухомого складу таким чином, щоб носок полоза торкався обола колеса. Недотримання даної вимоги приводило в деяких випадках до того, що закріплені склади починали рухатися на станційних коліях незважаючи на те, що загальна кількість башмаків відповідала нормі. **У місцях постійного укладання гальмових башмаків повинні бути в наявності чашки з піском.** Пісок слід застосовувати при утворі на рейках іскої та т.п. Забороняється використовувати несправні гальмові

башмаки, а також гальмові башмаки зі зледенілим або замасленим полозом. Вони повинні бути справними й відповідати вимогам пункту 16.6.6 інструкції [20].

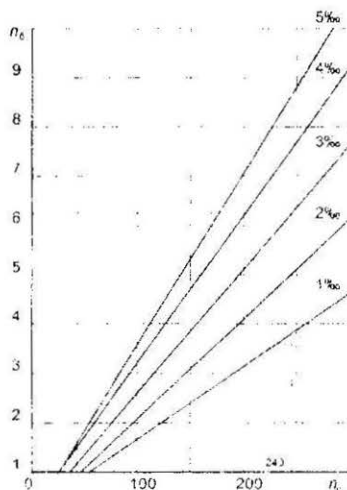


Рис. 6. Залежність необхідного числа гальмових башмаків від довжини (в осях) навантаженого складу, об'єднаного роз'їзновими пісочинниками качення:

n_b – кількість башмаків; n_c – кількість осей у складі

Гальмові башмаки, які перебувають на коліях під вагонами, при відсутності безперервного спостереження за ними з боку чергових робітників, повинні бути затиснуті колесами вагонів. Не задіяні для закріплення вагонів гальмові башмаки повинні перебувати в ящиках або стійках, які закриваються на замок.

Вагони, що заходяться на під'їзній колії [36–40] під вантажними операціями або в їхній очікуванні надійно закріплюють від виходу гальмовими башмаками *з накатом колеса на його полоз*. Гальмові башмаки на горизонтальних ділянках шляху укладають по обидва боки закріплених вагонів. **Категорично забороняється застосовувати для закріплення вагонів сторонні предмети** (дошки, каміння, цеглу, металопрокат тощо).

Гальмові башмаки й інші переносні засоби закріплення рухомого складу є інвентарем суворого обліку.

Облік гальмових башмаків, одержаних підприємствами (структурними підрозділами) залізничного транспорту зі складів постачальників, технічного забезпечення, з ремонту й виданих для сортування, ведуть у книзі інструменту строгого обліку ф. ДУ-67, що перебуває в місці постійного зберігання гальмових башмаків (коморі, особі, уповноважені керівниками підприємств для виконання цієї роботи). У книзі вказується, яка кількість гальмових башмаків перебуває в пічому по станції й на кожному пості окремо із вказівкою їх номерів і місця знаходження (під вагонами на коліях, на станціях на мішкової).

Про вилучення гальмових башмаків з комори в цій книзі роблять запис, у якому вказують число й номери виданих гальмових башмаків, дату їх використання, дату видачі, що засвідчується розписом працівника, що отержав гальмові башмаки.

процес чергування кожний працівник відповідно до своїх обов'язків несе особисту відповідальність за збереження гальмових башмаків, закріплених за постом, що обслуговується, пунктом, маневровим рапоном, колією сортувального парку, локомотивом (іншими рухомими об'єктами).

Гальмові башмаки, які прийшли в непридатність у процесі роботи, повинні бути вилучені з експлуатації й вилучені з інвентаря. Про вилучення непридатних гальмових башмаків у книзі інструмента строгого обліку роблять запис, у якому вказують число й номери гальмових башмаків, дату пограблення їх у комору й місце використання, а в графі «Примітка» робиться відмітка «Несправний».

Про вилучення гальмових башмаків з інвентаря складають акт, у якому вказують їхню кількість і маркування. Акт підписує керівник підприємства або інша матеріально відповідальна особа, уповноважена для виконання роботи з обліку, маркування, видачі й зберігання гальмових башмаків.

При вилученні гальмових башмаків з реманенту їх маркування повинно бути вилучено. Здачу гальмових башмаків у ремонт або металургію оформляють установленим порядком.

При втраті гальмового башмака складають акт, у якому вказують маркування (квасимо), дату, час і місце виявлення його втрати. Акт підписує керівник зміни, (маневровий диспетчер, ДСП, майстер, бри-

гадир), на ділянці якого допущена втрата, а також працівник, безпосередньо відповідальний за збереження гальмових башмаків. Значений акт передається керівникові підприємства для розслідування й притягнення винних до відповідальності.

Про втрату гальмового башмака керівник залізничного підприємства дає телеграму на адреси всіх підприємств своєї дирекції й на адресу УРБ і повідомляє в правоохоронні органи для вживання оперативних заходів по розшуку.

Про втрату гальмового башмака на під'їзних коліях промислових підприємств і організацій аналогічна телеграма дається через начальника станції, до якої примикає дана під'їзна колія, по письмовій заяві керівників цих підприємств і організацій.

У книзі інструмента строгого обліку проти запису про видачу загубленого гальмового башмака в графові «Примітка» робиться відмітка «Загублений» із вказівкою дати складання акту. Після цього дозволяється замість загубленого видати новий гальмовий башмак з тим же маркуванням, що й загублений гальмовий башмак.

Гальмові башмаки, які використовують для закріплення рухомого складу, мають чорний колір і клеймо, а також чотири поперечні смуги білого кольору, які наносяться на горизонтальній площині й обох бортах полоза гальмового башмака олійною фарбою [41].

Вагони на коліях підприємства закріплює складач поїздів підприємства до відцеплення локомотива з обов'язковим накатом колеса на полоз гальмового башмака. Вилучення гальмових башмаків робить складач поїздів після причеплення локомотива. Після закріплення вагонів складач доповідає машиністові маневрового локомотива про закріплення вагонів і число укладених гальмових башмаків. Складач вагонів підприємства при закріпленні вагонів зобов'язаний:

- установити під групу вагонів, що відчіплюється, гальмові башмаки відповідно до норм закріплення;

- дати команду машиністові накатити колеса вагона на полоз гальмових башмаків;

- після затиснення полоза гальмового башмака колесом вагона дати команду машиністові локомотива на зупинку;

- перекрити кінцеві крани гальмової магістралі (першим перекривають кінцевий кран від локомотива, чим проводиться гальмування групи вагонів, що відчіплюється);

- докласти машиністові локомотива про зроблене закріплення й число укладених гальмових башмаків;

дати команду машиністові на відчеплення локомотива й розчепити вагони за допомогою розчіпного важеля, переконалися в розчіпленні автоцистern по виходу червоного відростка замка автозчіпа в повний і частини, а потім дати команду машиністові локомотива на остаточний рух.

Необхідна пильність та правильність і надійність закріплення вагонів гальмовими башмаками при проведенні маневрової роботи, а також об'єднання маневрів несе складач поїздів підприємства.

Необхідність за зберігання гальмових башмаків несе майстер об'єкту навантаження транспортного цеху.

Башмаки встановлюються [32, 42, 43] під крайню вісь із боку з'їзду, а на кривих ділянках шляху – на внутрішню рейку кривої.

Необхідність укладення башмаків під різні вісі складу пояснюється тим, що гальмова дія від одного башмака практично дорівнює гальмовій дії двох башмаків, укладених на обидві рейки один проти одного під ту саму колісну пару. Тому часто парні башмаки, які встановлюють на станціях, зварені металевим прутком, використовують тільки з метою підвищення надійності знаходження башмаків на рейках. Вони не сходять з рейок від випадкових зовнішніх впливів: наприклад, вібрацій колії, і значно рідше вибиваються з-під коліс вагонів при гальмуванні. Але по силі впливу на рухомий склад вони не порівнювати одному башмаку.

Необхідність укладення башмаків безпосередньо під колесами вагонів з боку можливого виходу має пряме відношення до надійності зберігання. Якщо башмак буде покладений на якійсь відстані від колеса вагона, то при наїзді на цей башмак група вагонів, що закріплюється, буде мати додаткову зрущуючу силу, яка не входить у розрахунок норми закріплення. Ця обставина може привести до того, що група вагонів, що закріплюється, буде рухатися разом із башмаком. *При укладенні башмаків безпосередньо під колеса вагонів перший вагон складу в перший момент після відчеплення локомотива від вагонів автозалом буде незначним, і башмаки відповідно до розрахункової норми забезпечать надійне закріплення складу.*

В [11, 11, 45] вказується, що *1 гальмовий башмак заміняє 3 гальмові вісі при установці його під навантажені вагони, а 1 башмак заміняє 1 гальмову вісь при укладанні його під порожні вагони.*

Згідно з інструкції з експлуатації гальм ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 такої форми немає, а для вибору необхідної кількості башмаків, або

гальмових осей, необхідно користуватися таблицею Д.2.4 дод. 2 цієї інструкції.

Інструкція з руху поїздів і маневровій роботі на залізницях України № ІЦІ-0058 (п. 11) указує, що *5 гальмових осей замінюють 1 гальмовий башмак*.

Розрахунки необхідного числа гальмових башмаків. Визначення необхідного числа гальмових башмаків може проводитися по одній із двох інструкцій: Інструкції з руху поїздів і маневровій роботі на залізницях України № ІЦІ-0058 та Інструкції з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України, ІЦТ-ЦВ-ІЦІ-0015, які мають ряд протиріч (докладніше дивись табл. 4).

Приклад 1. Вантажний поїзд, що складається з 60 повністю завантажених чотиривісних вагонів повинен прямувати по керівному спуску 10 ‰. У дев'ятох вагонах є стоянкове гальмо. Перевірити забезпеченість поїзда засобами утримання (стоянковими гальмами й гальмовими башмаками).

Варіант № 1.

Перевірка забезпеченості поїзда засобами утримання по Інструкції ІЦТ-ЦВ-ІЦІ-0015.

Розв'язок: Вага складу Q при максимальному навантаженні на вісь дорівнює:

$$Q = 60 \cdot 4 \cdot 23,5 = 5\,640 \text{ т.}$$

Згідно з вимогами інструкції з гальм (дод. 2 п. 12), у поїзді повинно бути не менш 0,6 гальмових осей на кожні 100 т ваги складу для поїзда, який рухається в межах двох або більше залізниць.

Перевіримо фактичну забезпеченість поїзда стоянковими гальмами: реальна кількість гальмових осей:

$$n = 9 \cdot 4 = 36 \text{ осей;}$$

дійсна кількість гальмових осей, що приходить на 100 т ваги складу

$$N = 0,63 \text{ осі.}$$

Отримане значення 0,63 перевищує мінімальне значення необхідне за інструкцією – не менш 0,6 гальмових осей на кожні 100 т ваги складу для поїзда, який рухається в межах двох або більше залізниць.

Визначимо необхідну кількість осей стоянкового гальма для складу, що розуміє на спуску.

Тягоподатка 10 т/т на кожні 100 т ваги складу потрібно 0,8 вісі ручного гальма [14] доп. 2 табл. Д.2.4), тоді для всього складу:

$$N_{\text{осей}} = \frac{0,8 \cdot 5640}{100} = 45,12 \approx 46 \text{ осей ручного гальма.}$$

Після вирахунок кількість осей ручного гальма, яких не вистачає:

$$N^{\text{недост}} = 46 - 36 = 10 \text{ осей.}$$

Незважаючи на нормативів на локомотиві повинна бути необхідна кількість різних башмаків для заміни недостатньої кількості осей ручного стоянкового гальм. У цьому випадку башмаків повинно бути 10 шт.

$$N^{\text{б}} = 10 \cdot 0,3 = 3 \text{ башмаки;}$$

Кількість гальмових башмаків при навантаженні на вісь 10 т (таблиця), визначається по табл. Д.2.4 додатка 2 [21].

Продовжимо, що для закріплення даного складу будуть використані тільки гальмові башмаки, тоді їх кількість складе

$$N^{\text{башмаків}} = \frac{5640}{100} 0,3 = 17 \text{ башмаків.}$$

Варіант № 2.

Визначимо кількість гальмових башмаків по Інструкції П 100.2.

Розв'язок. Визначимо кількість осей у складі - $60:4 = 240$ осей.

Продовжимо, що для закріплення гальмових башмаків під вагони з навантаженням на вісь вагону 15 т, необхідна кількість башмаків складе

$$\frac{240(10-1,5+1)}{200} = 19,24 \approx 20 \text{ башмаків.}$$

Визначивши кількість башмаків, отриманих по гальмовій [21] і по вагонах [20] інструкціях, можна зробити висновок, що при одна-

кових вихідних даних отримана кількість башмаків відрізняється. Так, по гальмовій інструкції кількість башмаків склала 17 шук, а по мансировій – 20 башмаків. Тобто в останньому варіанті кількість башмаків на 17,65 % більше відносно першого варіанта.

Приклад 2. На локомотиві перебуває 9 ручних гальмових башмаків. Найбільший керівний ухил на ділянці 10 ‰. Визначити, яка маса складу може бути утримана на місці цими башмаками на ухилі 10 ‰ за умови, що башмаки будуть підкладатися під вагони з осьовим навантаженням більше 10 тс.

Розв'язок: для спуску 0,010 потрібно на кожні 100 т ваги складу 0,3 гальмових башмака, [21] (додаток 2 табл. Д. 2.4), тоді:

$$\frac{M \cdot 0,3}{100} = 9 \text{ башмаків}$$

де M – маса складу, яка визначається.

Обчислимо значення M :

$$M = \frac{9 \cdot 100}{0,3} = 3\,000 \text{ т.}$$

Таким чином, 9-ма гальмовими башмаками на ухилі 10 ‰ можна утримати на місці склад масою 3 000 т при укладанні башмаків під вагони з осьовим навантаженням 10 тс і більше.

Приклад 3. Потяг вагою 5 000 т при електровозі ВЛ80 зустрівся на 12 ‰ ухилі. Визначити необхідну кількість гальмових башмаків для утримання складу, за умови дії гальма локомотива (8 гальмових осей) і постановки башмаків під навантажені вагони.

Розв'язок: для спуску 12 ‰ потрібно на кожні 100 т ваги складу 0,4 гальмових башмака при укладанні їх під вагони з осьовим навантаженням 10 тс і більш, [21] (додаток 2 табл. Д.2.4), тоді

$$\frac{5\,000 \cdot 0,4}{100} = 20 \text{ башмаків.}$$

При діючих гальмах локомотива, фактично необхідно:

$$20 - 8 = 12 \text{ башмаків.}$$

Іноді вистачає заміняється застосуванням ручних гальм вагонів, з реверсних і гальмовий башмак заміняє 3 гальмові вісі – при установі його під навантажени вагони, і 1 башмак заміняє 1 гальмову вісь – при установі його під порожні вагони.

1.2. Полегшені й утримуючі гальмові башмаки

Полегшений башмак. На станції Нікітовка Донецької філії ПАТ «Донецька залізниця» залізничні пройшов випробування полегшений порожнистий дисконансний гальмовий башмак [46], рис. 7. Він легше порожнистого гальмового башмака на цілих два кілограми. Модернізація вистачає обдичення башмака спеціальними антифрикційними вставками. Підкладки виконані з особливих композиційних матеріалів – за допомогою нанотехнологій [7] (порошковий композит [5, 7] складається з двох матеріалів – міднографіт МГ1 і міднографіт МГ2). У складі цих матеріалів включені Fe, Al_2O_3 , C, Sn, Cu. Кількість графіту в композиті обмежується 5 %, тому що при більшому вмісті він зменшує пориноквого матеріалу різко знижується. Легування порошкової міді дозволяє отримати композит із високою міцністю і тривалістю (міцністю). Це дозволяє помітно зменшити силу гартя протекти в вагони вагона. Вставка з порошкового композита [7] являє собою пластину товщиною 5-7 мм, виготовлену за технологією порошкової металургії [47, 48]. При в'їзді колеса на колодку башмака відбувається деформація вставок з видавлюванням з них мідної матриці графіту і інших елементів композита. Наявність графіту на поверхні колеса приводить до утворення парів графіту на поверхні поклади башмака. Вставка 4 з композита дає можливість підвищити ефективність взаємодії колеса з башмаком і поліпшує працездатність вагонів 1 і подорож 2 башмака.

Головні єловами, у вагонних колесах при таких башмаках набагато менше ймовірності «об'їзвистися» нерівностями – повзунами, напливами і т.п. – що прямо впливають на безпеку руху. При укладанні гальмового башмака на рейку й вкочуванні колісної пари на башмачний полотно вагона варто звернутися й, тим самим, зберігати цілісність робочої поверхні колеса.

Гальмові башмаки полегшеної ваги призначені для використання на станціях з гірками малої потужності з ручними гальмовими позиціями, тобто без гіркових сповільнювачів.

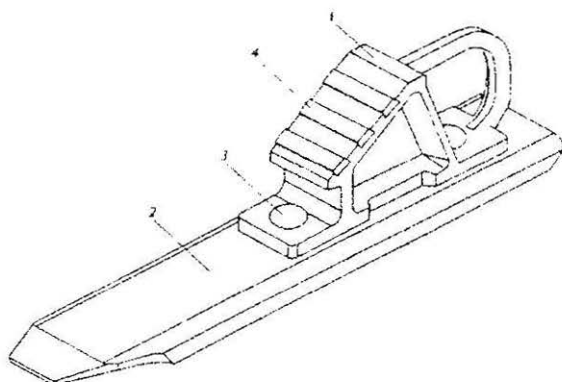


Рис. 7. Полегшений і вдосконалений гальмовий башмак з антифрикційними властивостями:
1 – колодка; 2 – полоз; 3 – заклепка; 4 – комбіновані вставки

Механізм роботи гальмової пари «колесо-удосконалений башмак» [5]: колесо наїжджає на полоз башмака, упирається в його колодку й, попередньо, за рахунок сил інерції, прокручується на $60-90^\circ$. При цьому колесо взаємодіє з антифрикційними вставками, які мають низький коефіцієнт тертя, і переносять їхні частки на полоз. Сила тертя між колесом і башмаком за рахунок наявності антифрикційного матеріалу стає меншою, ніж сила тертя між невідбавлячаним колесом і рейкою. Колісна пара здатна прокручуватися.

Утримуючий башмак. У ЦННІ МНС спроектований утримуючий башмак (рис. 8), який має ті ж основні розміри, що і той, який застосовується зараз [32]. Опорна колодка 1 башмака має можливість повертатися на валику 2 у пружині 3. Нижня частина опорної колодки виконана у вигляді роздвоєного ущору з розташованими під кутом поверхнями 7 і 8. Ці поверхні можуть бути виготовлені із фрикційного матеріалу, що має високий коефіцієнт тертя при ковзанні по рейковій сталі. Можливий варіант виконання з ріжучого матеріалу висо-

зміцненості та твердості, який здатний урізатися в місця сполучення верхньої і бічних поверхонь головки рейки. В обох випадках такий головний болт має більшу утримуючу силу, ніж існуючий.

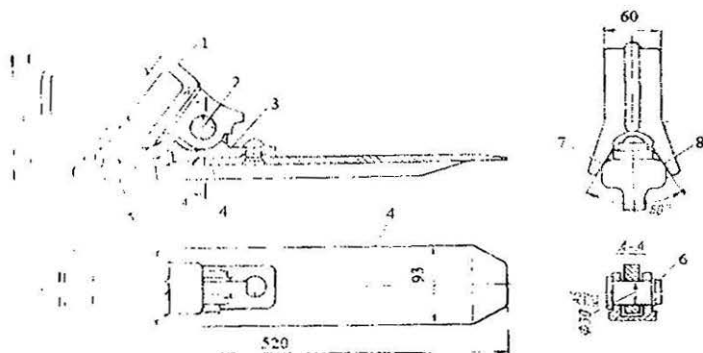


Рис. 8. Утримуючий банімак:

1 – болт, 2 – шпилька, 3 – пружина, 4 – полоз, 5 – захисна, 6 – кільце заїрпе;
7 і 8 – робочі поверхні

Для рухомого банімака пред'являються вимоги, відповідно до яких повинні поводити:

– мати робочі поверхні, твердість яких перевищує максимальну твердість рейок (400 НВ), що забезпечують змицання верхньої поверхні металу в області сполучення бічної і верхньої поверхонь головки рейки при дії навантаження від колеса вагона, витримувати до 4000 імпульсних навантажень протягом одного року служби без зносу поверхонь;

– мати закріплення всіх типів рухомого складу з будь-яким навантаженням на вісь від 5 до 25 тс;

– мати розходження робочих поверхонь головки банімака, що дозволяє використовувати з рейками типу Р38, Р43, Р50, Р65 і Р70 при їхніх різних формах і деформаціях (можливе виготовлення двох варіантів банімака типу Р38, Р43, Р50 і для рейок типу, Р65, Р70);

– мати високу стійку працездатність у межах будь-яких діючих нормативних діапазонів у різних кліматичних і метеорологічних зонах з урахуванням можливостей утворення іною або обледеніння,

а також за умови попадання води, мастила, залишків сипучих або наливних вантажів у зону дії пристрою;

– займати стійке положення на рейці при відсутності колеса вагона, вібраціях шляху із частотою 40–50 Гц і прискоренням коливань до $0,3 \text{ м/с}^2$ у вертикальному напрямку;

– допускати установку на рейку як безпосередньо за ручку, так і за допомогою спеціальної вишки, яка застосовується на сортувальних коліях.

Таким чином, розвиток зовнішніх засобів утримання, а саме гальмових башмаків, пішов шляхом полегшення гальмового башмака збільшення його утримуючої сили.

Внутрішні засоби утримання

4.1 Засоби утримання вантажних вагонів

4.1.1 Ручне гальмо старотипних вантажних вагонів

На вагонах старотипних вантажних вагонів застосовувалося ручне гальмо із середньою площадкою (рис. 9).

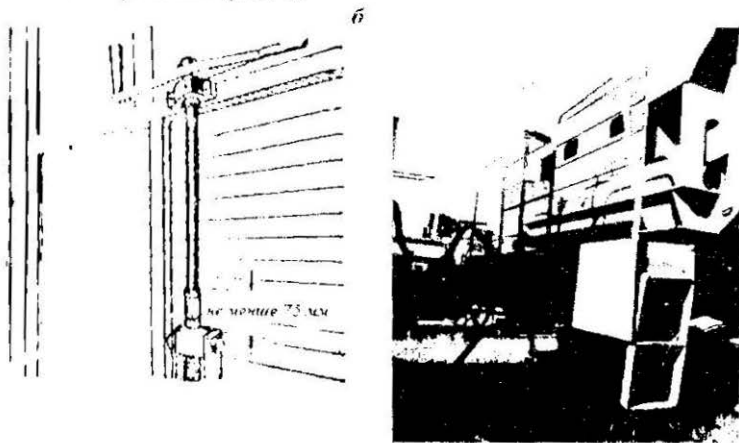


Рис. 9 Ручне гальмо вантажних вагонів:
а) гальмо зі середньою площадкою і рєзтапованим на ній ручним гальмом;
б) вагон-думікар з ручним гальмом
(продовження рис. 9 на с. 38)