

О.В. Фомін

Кафедра «Вагони та вагонне господарство», Національний транспортний університет, Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту, вул. Івана Огієнка, 19, м. Київ, Україна, 02000

Телефон: 067-81-397-88, E-mail: fomin_ov@gsuite.uit.edu.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2387-9946>

В.М. Іщенко

Кафедра «Вагони та вагонне господарство», Національний транспортний університет, Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту, вул. Івана Огієнка, 19, м. Київ, Україна, 02000

Телефон: 067-836-59-07, E-mail: ischenko_vm@gsuite.uit.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5559-4251>

В.В. Обуховський

Кафедра «Вагони та вагонне господарство», Національний транспортний університет, Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту, вул. Івана Огієнка, 19, м. Київ, Україна, 02000

Телефон: 096-91-93-333, E-mail: obyhovskyy_vv@gsuite.uit.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0922-7861>

Д.А. Туровець

Кафедра «Вагони та вагонне господарство», Національний транспортний університет, Навчально-науковий Київський інститут залізничного транспорту, вул. Івана Огієнка, 19, м. Київ, Україна, 02000

Телефон: 093-988-38-90, E-mail: turovecd1520mm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2405-4065>

СТЕНДОВІ ВИПРОБУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ ПОВІТРОРІЗПОДІЛЬНИКІВ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ ПРИ ВПЛИВІ ГРАНИЧНИХ ЗНАЧЕНЬ ТЕМПЕРАТУР

На сьогодні в Україні гостро стоїть питання виробництва власних повітро-розподільників для пасажирського і вантажного рухомого складу та деяких типів локомотивів. При постановці на виробництво гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу одним з ключових етапів є випробування при впливі критично низьких та критично високих температур (-50 °C та +50 °C). Сьогодні в Україні існує лише один стенд для кліматичних випробувань лише однієї моделі вантажних повітророзподільників, при цьому кліматичного стенду для випробувань гальмівних повітророзподільників пасажирського рухомого складу не існує. Запропоновано рішення даної проблеми у вигляді окремого використання кліматичної камери та стендів для випробувань гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу.

© Фомін О.В., Іщенко В.М., Обуховський В.В., Туровець Д.А., 2025

В роботі описані теоретичні та практичні методи випробування при впливі критично низьких та критично високих температур повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу з можливістю використання стандартних стендів для випробувань гальмівних повітророзподільників окремо від кліматичної камери з контролюванням температури приміщення в якому встановлені дані стенди та температури дослідних гальмівних повітророзподільників, що пройшли витримку в кліматичній камері при впливі критично низьких та критично високих температур.

Ключові слова: випробування, вплив граничних температур, гальмівні повітророзподільники, технічний стан, безпека руху.

Вступ та постановка проблеми. Проведення випробування при впливі критично низьких та критично високих температур ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) нових гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу є важливим етапом для їхнього впровадження в український рухомий склад. Однак існують певні проблеми, що ускладнюють цей процес. Насамперед, відсутність в Україні ряду універсальних спеціалізованих стендів для випробувань гальмівних повітророзподільників залізничного рухомого складу, що мають в своїй конструкції кліматичну камеру для випробувань при впливі критично низьких та критично високих температур.

Також слід враховувати необхідність розробки уніфікованої методики проведення випробування при впливі критично низьких та критично високих температур ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу, яка б враховувала можливість проведення такого виду випробування окремо від кліматичної камери з застосування типових універсальних стендів та забезпечувала об'єктивність отриманих даних. Окрім того, важливим аспектом є забезпечення безпеки вантажних перевезень та персоналу під час проведення випробувань.

Нарешті, однією з проблем є необхідність залучення кваліфікованих фахівців та наявної матеріально-технічної бази для проведення якісних та всебічних випробувань. Вирішення цих проблем є ключовим для успішного впровадження нових гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу, що відповідатимуть сучасним вимогам безпеки та енергоефективності в українському рухомому складі. Згідно з чинним стандартом ДСТУ ГОСТ 33724.1 [1], випробування гальмівних повітророзподільників при впливі критично низьких та критично високих температур повинні проходити на спеціалізованому стенді у складі якого є кліматична камера. Такий стенд є вузькоспеціалізованим та розрахованим лише під одну модель гальмівного повітророзподільника. Дана робота присвячена опису теоретичних та практичних методів випробування гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу при впливі критично низьких та критично високих температур на спеціалізованому стенді окремо від кліматичної камери.

Аналіз останніх досліджень. На теперішній час питанню випробувань автогальмівного обладнання присвячено ряд праць. Стандарт [1] описує основні вимоги щодо безпеки та методи контролювання нових повітророзподільників, у тому числі гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу. В роботі [2] запропоновано методологію перерахунку гальмівної ефективності вагона на гальмівну ефективність поїзда, що базується на результатах гальмівних ходових випробувань одиночного вагона. При перерахунку використовуються факти-

чні характеристики гальмівної системи: час наповнення гальмівного циліндра, виміряні значення гальмівних шляхів у діапазоні швидкостей 40 - 120 км/год та відповідні гальмівні коефіцієнти, швидкість поширення гальмівної хвилі. Праця [3] присвячена дослідженню впливу часу гальмування, що не встановилося, на гальмівну ефективність пасажирського вагона з колодковими гальмами при екстреному пневматичному гальмуванні. В публікації [4] приведено методику розрахунку гальмівної ефективності вагона з колодковими гальмами, що базується на вирішенні диференціального рівняння руху при гальмуванні у часовій області. В публікації [5] представлено результати дослідження перехідних режимів гальмування вагонів з колодковими гальмами. Наведено математичні залежності для питомої гальмівної сили, що враховують перехідний період при гальмуванні. В [6] представлено методологію розрахунку гальмівної ефективності з використанням комп'ютерного моделювання. Стаття [7] аналізує асиметричне зношування гальмівних колодок вантажних вагонів, незважаючи на повний контакт між поверхнею колодки та колесом. Автори досліджують можливі причини такого нерівномірного зносу, розглядаючи фактори, пов'язані з конструкцією гальмівної системи, матеріалами колодок та умовами експлуатації. У роботі представлені результати експериментальних досліджень та моделювання, спрямовані на виявлення ключових факторів, що впливають на асиметричне зношування. Розуміння цих причин є важливим для розробки більш довговічних та ефективних гальмівних систем для вантажних вагонів. Дослідження сприяє підвищенню безпеки та зниженню витрат на обслуговування залізничного транспорту.

Стаття [8] присвячена прогнозуванню залишкового ресурсу зношування композитних гальмівних колодок модернізованої гальмівної системи вантажних вагонів. Автори розробляють методику оцінки терміну служби гальмівних колодок на основі аналізу їхнього зношування під час експлуатації. У роботі представлені моделі прогнозування, що враховують різні фактори, такі як навантаження, швидкість та умови гальмування. Точне прогнозування залишкового ресурсу дозволяє оптимізувати графіки технічного обслуговування та підвищити безпеку експлуатації вагонів. Дослідження є важливим для впровадження систем предиктивного обслуговування на залізничному транспорті. Робота [9] розглядає питання модернізації залізничних вагонів з метою підвищення задоволеності клієнтів та рівня безпеки. Автори аналізують різні аспекти модернізації, включаючи оновлення технічного обладнання, покращення комфорту пасажирів та впровадження сучасних систем безпеки. У роботі представлені приклади успішних модернізацій та їхній вплив на якість обслуговування та безпеку перевезень. Дослідження підкреслює важливість постійного оновлення рухомого складу для задоволення зростаючих вимог клієнтів та забезпечення високого рівня безпеки на залізниці. Стаття є актуальною для розвитку пасажирських та вантажних залізничних перевезень. Тематика роботи [10] пов'язана з екологічними науками, інженерією та сталим розвитком. Вона представляє результати досліджень авторів у цій галузі. Вона містить нові підходи, аналіз даних та практичні рекомендації. Публікація [11] досліджує фізичні, механічні, трибологічні, термічні характеристики та довговічність комерційного гальмівного матеріалу для залізничного транспорту. Автори проводять комплексне дослідження властивостей матеріалу, що використовується в гальмівних системах поїздів. У роботі представлені результати лабораторних випробувань та аналіз експлуатаційних характеристик. Отримані дані є важливими для вибору оптимальних гальмівних матеріалів, що забезпечують безпеку та довговічність залізничного транспорту. Дослідження сприяє покращенню

гальмівних систем поїздів. Наукова праця [12] присвячена оцінці вібрації дискових гальм під час експлуатації залізничного транспорту на основі гальмівного стенду. Автори досліджують вібраційні характеристики гальмівної системи в умовах, що імітують реальну експлуатацію. У роботі представлені результати експериментальних вимірювань вібрації та їхній аналіз. Отримані дані можуть бути використані для оптимізації конструкції гальмівної системи з метою зменшення вібрації та шуму. Дослідження є важливим для підвищення комфорту та безпеки залізничних перевезень. Робота [13] розглядає розробку структури інтелектуальної системи підтримки прийняття рішень для локомотивів та оцінку якості її функціонування. Автори пропонують концепцію системи, яка може допомагати машиністам приймати обґрунтовані рішення в різних експлуатаційних ситуаціях. У роботі описано основні компоненти системи та алгоритми її роботи. Результати оцінки якості функціонування можуть свідчити про потенційні переваги впровадження таких систем для підвищення ефективності та безпеки залізничних перевезень. Дослідження є внеском у розвиток інтелектуальних транспортних систем. У статті [14] розглядаються особливості випробувань на міцність авторегуляторів гальмівного обладнання вагонів. Автори аналізують методи та процедури, що застосовуються для оцінки надійності та довговічності цих важливих елементів гальмівної системи. У роботі представлені результати експериментальних досліджень або аналіз існуючих стандартів випробувань. Отримані дані можуть бути корисними для вдосконалення методик випробувань та підвищення безпеки перевезень. Стаття є важливим внеском у забезпечення надійної роботи гальмівного обладнання на залізничному транспорті.

Метою роботи є практичне доведення можливості проведення випробування при впливі критично низьких та критично високих температур ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу з можливістю використання стандартних стендів для випробувань гальмівних повітророзподільників окремо від кліматичної камери з контролюванням температури приміщення в якому встановлені дані стенди та температури дослідних гальмівних повітророзподільників, що пройшли витримку в кліматичній камері при впливі критично низьких та критично високих температур.

Матеріали та результати досліджень. Об'єктами дослідження є пасажирські (моделі 242-1У, 305У) та вантажний (модель 483МУ) гальмівні повітророзподільники, виробництва ТОВ «Укрнафтозапчастина», що зображені на рис. 1.

Для проведення випробування гальмівних повітророзподільників пасажирського та вантажного рухомого складу при впливі критично низьких та критично високих температур ($-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ та $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$) використовується наступне устаткування:

- Морозильник наднизької температури DW-70W 1000;
- Електропіч опору шахтна СШО-9.1,9/11
- Стенд для випробування повітророзподільників ПР0242 та електроповітророзподільників ЕПР-305, ЕПР-305-1;
- Стенд для перевірки функціонування повітророзподільників ВР-483 ИС-421.1

Вимірювальне обладнання складається з автоматичного аналого-цифрового перетворювача на базі контролера NI 9205 та датчиків тиску Honeywell MLH250PSB01A. Обробка та візуалізація первинних даних здійснюється на комп'ютері з використанням спеціалізованого програмного забезпечення для статистичної обробки отриманих результатів. Блок-схема обробки отриманих первинних даних показана на рис. 2.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

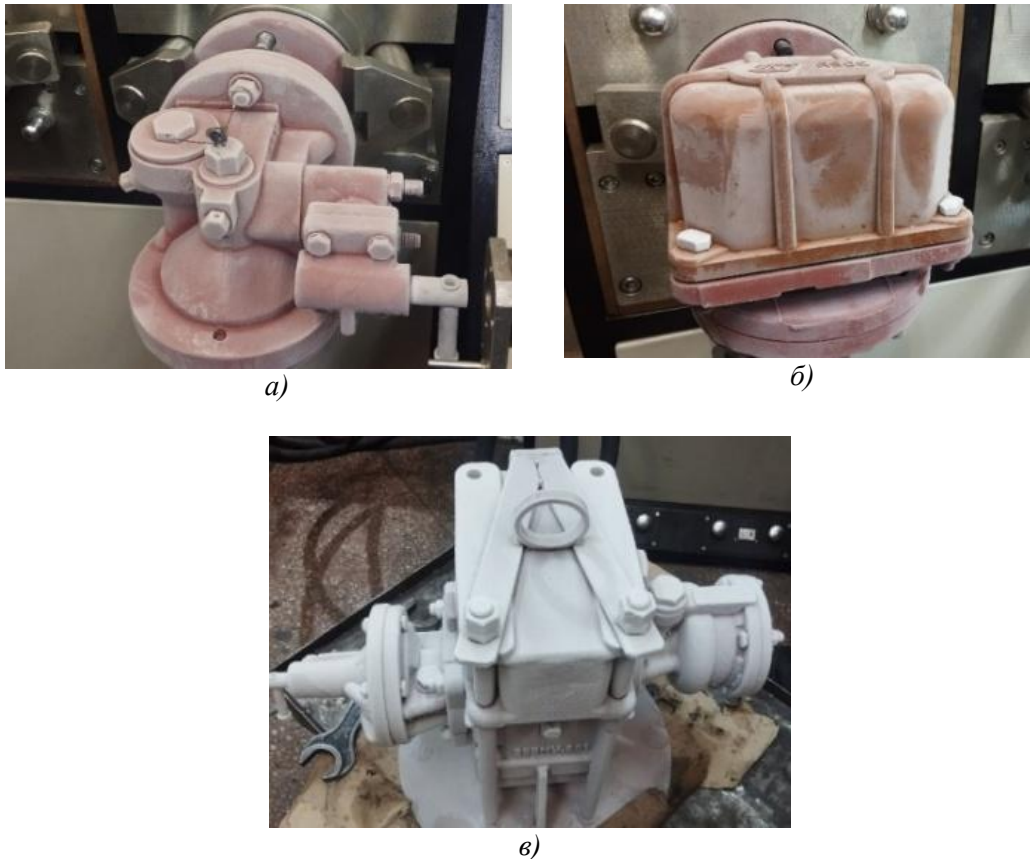


Рис. 1. Гальмівні повітророзподільники 242-1У (а), 305У (б) та 483МУ(в)

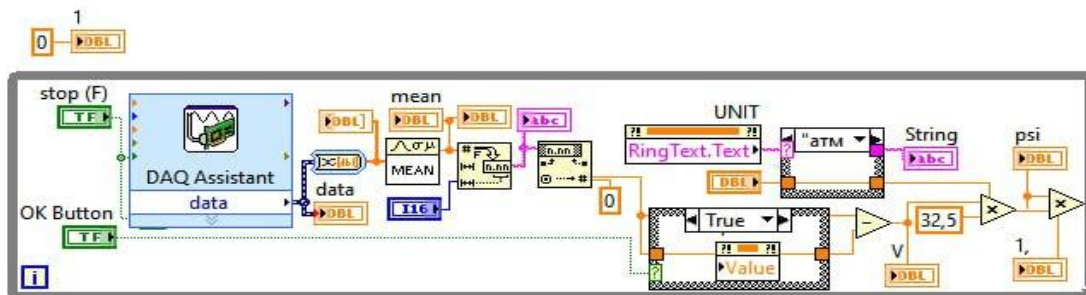


Рис. 2. Блок-схема первинної обробки даних

Перед встановленням дослідних гальмівних повітророзподільників кожен з них витримується в окремій кліматичній камері протягом не менше двох годин при заданих значеннях температури (-50 °C та +50 °C) з пониженням температури під час витримки на 5 °C нижче заданого граничного. Час з моменту виймання дослідних повітророзподільників з кліматичної камери до моменту встановлення їх на випробувальні стенди складало від 3 до 5 хв. Результати випробування при впливі критично низьких та критично високих температур (-50 °C та +50 °C) пасажирських та вантажних гальмівних повітророзподільників наведено в таблицях 1-3.

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 1 - Результати випробувань пасажирського повітророзподільника моделі 242-1У при впливі критично низьких та критично високих температур (-50 °С та +50 °С)

№ п/п	Контрольовані характеристики, параметри	Одиниця вимірювання	Значення параметра	
			Нормативне значення	Фактичне значення
Показники роботи повітророзподільника 242-1У при впливі граничного значення робочої температури - 50°C				
1	Зарядка ЗР до зарядного тиску	МПа (кгс/см ²)	Не регламентується	0,49 (5,0)
2	Тиск стисненого повітря в гальмівному резервуарі після ступеня гальмування	МПа (кгс/см ²)	не менше ніж 0,08 (0,8)	0,1 (1,1)
3	Зміна усталеного тиску стисненого повітря в гальмівному резервуарі протягом 60 с після ступені гальмування	МПа (кгс/см ²)	0,01 (0,1)	Зміна усталеного тиску не відбулась
4	Тиск стисненого повітря в гальмівному резервуарі після підвищення тиску стисненого повітря в магістральному резервуарі до зарядного тиску	МПа (кгс/см ²)	не більше ніж 0,005 (0,05)	0 (0)
5	Відсутність спрацювання повітророзподільника на екстрене гальмування під час зниження тиску в магістральному резервуарі темпом службового гальмування	-	Відсутність спрацювання на екстрене гальмування	повітророзподільник на екстрене гальмування не спрацював,
6	Тиск стисненого повітря в гальмівному резервуарі після підвищення тиску в магістральному резервуарі до 0,41 МПа (4,2 кгс/см ²)	МПа (кгс/см ²)	не більше ніж 0,005 (0,05)	0 (0)
7	Спрацювання повітророзподільника на екстрене гальмування у разі зниження тиску в магістральному резервуарі темпом екстреного гальмування	-	Спрацювання на екстрене гальмування	Повітророзподільник на екстрене гальмування спрацював
Показники роботи повітророзподільника 242-1У при впливі граничного значення робочої температури + 50°C				
8	Зарядка ЗР до зарядного тиску	МПа (кгс/см ²)	Не регламентується	0,49 (5,0)
9	Тиск стисненого повітря в гальмівному резервуарі після ступеня гальмування	МПа (кгс/см ²)	не менше ніж 0,08 (0,8)	0,1 (1,09)
10	Зміна усталеного тиску стисненого повітря в гальмівному резервуарі протягом 60 с після ступені гальмування	МПа (кгс/см ²)	0,01 (0,1)	Зміна усталеного тиску не відбулась
11	Тиск стисненого повітря в гальмівному резервуарі після підвищення тиску стисненого повітря в магістральному резервуарі до зарядного тиску	МПа (кгс/см ²)	не більше ніж 0,005 (0,05)	0(0)
12	Відсутність спрацювання повітророзподільника на екстрене гальмування під час зниження тиску в магістральному резервуарі темпом службового гальмування	-	Відсутність спрацювання на екстрене гальмування	Повітророзподільник на екстрене гальмування не спрацював,
13	Тиск стисненого повітря в гальмівному резервуарі після підвищення тиску в магістральному резервуарі до 0,41 МПа (4,2 кгс/см ²)	МПа (кгс/см ²)	не більше ніж 0,005 (0,05)	0 (0)
14	Спрацювання повітророзподільника на екстрене гальмування у разі зниження тиску в магістральному резервуарі темпом екстреного гальмування	-	Спрацювання на екстрене гальмування	Повітророзподільник спрацював на екстрене гальмування,

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Таблиця 2 – Результати випробувань пасажирського повітророзподільника моделі 305У при впливі критично низьких та критично високих температур (-50 °С та +50 °С)

№ п/п	Контрольовані характеристики, параметри	Одиниця вимірювання	Значення параметра	
			Нормативне значення	Фактичне значення
1	2	3	4	5
Показники роботи повітророзподільника 305У при впливі граничного значення робочої температури - 50°С				
1	Щільність з'єднань і манжети хвостовика живильного клапана	МПа (кгс/см ²)	не більше ніж 0,02 (0,2)	0,01 (0,11)
2	Щільність відпусного і гальмового клапанів (пропуск повітря не допускається), що визначається відсутністю бульбашок, с, не менше ніж	с	60	Після обмилування протягом 60 с. створення мильних бульбашок не виявлено
3	Напруга на котушках електромагнітних вентилів: – у момент притягання якорів, ніж – у момент відпадиння	В	не більша ніж 30 не менша ніж 6	29,88 8,86
4	Чутливість електроповітророзподільників на гальмування – зниження тиску в ГЦ (гальмовому резервуарі) повинно: – на першому ступені відповідати – при наступних ступенях збільшуватися	МПа (кгс/см ²)	не більше 0,05 (0,5) не більше ніж на 0,03 (0,3)	0,03 (0,31) 0,015 (0,16)
5	Чутливість електроповітророзподільників на живлення ГЦ (гальмового резервуара) і щільність клапанів гальмового і відпусного вентилів: – зміна тиску в робочій камері протягом 1 хв при ступені гальмування з тиском в ГЦ (гальмовому резервуарі) 0,25 ^{+0,05} МПа (2,5 ^{+0,5} кгс/см ²) - підтримання тиску електроповітророзподільником в ГЦ (гальмовому резервуарі) при витоку повітря з ГЦ (гальмового резервуара) через отвір діаметром 1 мм з коливаннями протягом 1 хв	МПа (кгс/см ²)	не більше ± 0,02 (± 0,2) не більше ± 0,02 (± 0,2)	0,004 (0,04) 0,003 (0,04)
6	Чутливість електроповітророзподільників на відпуск – зниження тиску в ГЦ (гальмовому резервуарі) при тиску в ГЦ (гальмовому резервуарі) 0,25 ^{+0,05} МПа (2,5 ^{+0,5} кгс/см ²) повинно: – на першому ступені відповідати – при наступних ступенях знижуватися	МПа (кгс/см ²)	не більше 0,05 (0,5) не більше ніж на 0,03 (0,3)	0,03 (0,33) 0,023 (0,24)

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5
7	При зарядному тиску в магістральному резервуарі: – час наповнення ГЦ до тиску 0,3 МПа (3,0 кгс/см ²) – час відпуску при зниженні тиску з 0,3 до 0,05 МПа (з 3,0 до 0,5 кгс/см ²) у гальмовому резервуарі	с	3 ± 0,5 4,5 ± 1	3,0 3,9
8	Спрацьовування клапанів електромагнітних вентилів При подачі на обмотки напруги 30 В тиск у робочій камері і ГЦ (гальмовому резервуарі) повинен підвищитися: – клапан гальмового вентиля повинен – клапан відпускнуго вентиля повинен – тиск повинен Після зменшення напруги до 10 В тиск у робочій камері і ГЦ повинен знизитися до нуля): – клапан гальмового вентиля повинен – клапан відпускнуго вентиля повинен – тиск повинен	-	Відкритися Закритися Підвищитися Закритися Відкритися Знизитись до 0	Відкрився Закрився Підвищився Закрився Відкрився Знизився до 0
Показники роботи повіторозподільника 305У при впливі граничного значення робочої температури + 50°C				
9	Щільність з'єднань і манжети хвостовика живильного клапана	МПа (кгс/см ²)	не більше ніж 0,02 (0,2)	0,0039 (0,04)
10	Щільність відпускнуго і гальмового клапанів (пропуск повітря не допускається), що визначається відсутністю бульбашок, с, не менше ніж	с	не менше ніж 60	Після обмилування протягом 60 с. створення мильних бульбашок не виявлено
11	Напруга на котушках електромагнітних вентилів: – у момент притягання якорів, не більша ніж – у момент відпадиння	В	не більша ніж 30 не менша ніж 10	29,88 12,53
12	Чутливість електроповіторозподільників на гальмування – зниження тиску в ГЦ (гальмовому резервуарі) повинно: – на першому ступені відповідати – при наступних ступенях збільшуватися	МПа (кгс/см ²)	не більше 0,05 (0,5) не більше ніж на 0,03 (0,3)	0,017 (0,18) 0,011 (0,12)
13	Чутливість електроповіторозподільників на живлення ГЦ (гальмового резервуара) і щільність клапанів гальмового і відпускнуго вентилів: – зміна тиску в робочій камері протягом 1 хв при ступені гальмування з тиском в ГЦ (гальмовому резервуарі) 0,25 ^{+0,05} МПа (2,5 ^{+0,5} кгс/см ²) – підтримання тиску електроповіторозподільником в ГЦ (гальмовому резервуарі) при витоку повітря з ГЦ (гальмового резервуара) через отвір діаметром 1 мм з коливаннями протягом 1 хв	МПа (кгс/см ²)	не більше ± 0,02 (± 0,2) не більше ± 0,02 (± 0,2)	0,003 (0,03) 0,0098 (0,01)

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5
14	Чутливість електроповітророзподільників на відпуск – зниження тиску в ГЦ (гальмовому резервуарі) при тиску в ГЦ (гальмовому резервуарі) $0,25^{+0,05}$ МПа ($2,5^{+0,5}$ кгс/см ²) повинно: – на першому ступені відповідати – при наступних ступенях знижуватися	МПа (кгс/см ²)	не більше 0,05 (0,5) не більше ніж на 0,03 (0,3)	0,03 (0,34) 0,022 (0,23)
15	При зарядному тиску в магістральному резервуарі: – час наповнення ГЦ до тиску 0,3 МПа (3,0 кгс/см ²) – час відпуску при зниженні тиску з 0,3 до 0,05 МПа (з 3,0 до 0,5 кгс/см ²) у гальмовому резервуарі	с	$3 \pm 0,5$ $4,5 \pm 1$	3,5 4,0
16	Спрацьовування клапанів електромагнітних вентилів При подачі на обмотки напруги 30 В тиск у робочій камері і ГЦ (гальмовому резервуарі) повинен підвищитися: – клапан гальмового вентиля повинен – клапан відпускнуго вентиля повинен – тиск повинен Після зменшення напруги до 10 В тиск у робочій камері і ГЦ повинен знизитися до нуля): – клапан гальмового вентиля повинен – клапан відпускнуго вентиля повинен – тиск повинен	-	Відкритися Закритися Підвищитися Закритися Відкритися Знизитись до 0	Відкрився Закрився Підвищився Закрився Відкрився Знизився до 0

Таблиця 3 – Результати випробувань пасажирського повітророзподільника моделі 483МУ при впливі критично низьких та критично високих температур (-50 °С та +50 °С)

№ п/п	Контрольовані характеристики, параметри	Одиниця вимірювання	Значення параметра	
			Нормативне значення	Фактичне значення
1	2	3	4	5
Показники роботи повітророзподільника 483МУ при впливі граничного значення робочої температури - 50°С Режим «Гірський» і «Навантажений».				
1	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після ступені гальмування	МПа (кгс/см ²)	Не менше ніж 0,04 (0,4)	0,08 (0,85)
2	Відсутність повного спуску (випуску) повітря з гальмового циліндра (резервуара) після ступені гальмування протягом часу	с	Не менше ніж 300	Протягом 300 с спуску (випуску) повітря з гальмового циліндра (резервуара) не відбулось

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Продовження таблиці 3

1	2	3	4	5
3	Зміна тиску в гальмовому циліндрі (резервуарі) при витоку з нього	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,05 (0,5)	0,01 (0,14)
4	Тиск стисненого повітря в гальмовому циліндрі (резервуарі) при відпуску після ступенів гальмування підвищеним тиском у магістральному резервуарі до 0,46 МПа (4,7кгс/см ²)	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,005 (0,05)	Відбувся повний випуск повітря з гальмового циліндра (резервуара)
5	Тиск стисненого повітря в гальмовому циліндрі (резервуарі) при відпуску після ступенів гальмування підвищеним тиском у магістральному резервуарі повільним темпом	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,005 (0,05)	Відбувся повний випуск повітря з гальмового циліндра (резервуара)
6	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після екстреного гальмування на режимі «Порожній»	МПа (кгс/см ²)	0,13 – 0,19 (1,3 – 1,9)	0,56 (1,59)
7	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після екстреного гальмування на режимі «Середній»	МПа (кгс/см ²)	0,29 – 0,34 (3,0 – 3,5)	0,33 (3,39)
8	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після екстреного гальмування на режимі «Навантажений»	МПа (кгс/см ²)	0,38 – 0,44 (3,9 – 4,5)	0,43 (4,4)
9	Зниження тиску в запасному резервуарі протягом 60 с після екстреного гальмування	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,01 (0,1)	Зниження тиску в запасному резервуарі не відбулось
Показники роботи повітророзподільника 483МУ при впливі граничного значення робочої температури + 50°С Режим «Гірський» і «Навантажений».				
10	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після ступені гальмування	МПа (кгс/см ²)	Не менше ніж 0,04 (0,4)	0,07 (0,76)
11	Відсутність повного спуску (випуску) повітря з гальмового циліндра (резервуара) після ступені гальмування протягом часу	с	Не менше ніж 300	Протягом 300 с спуску (випуску) повітря з гальмового циліндра (резервуара) не відбулось
12	Зміна тиску в гальмовому циліндрі (резервуарі) при витоку з нього	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,05 (0,5)	0,01 (0,14)
13	Тиск стисненого повітря в гальмовому циліндрі (резервуарі) при відпуску після ступенів гальмування підвищеним тиском у магістральному резервуарі до 0,46 МПа (4,7кгс/см ²)	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,005 (0,05)	Відбувся повний випуск повітря з гальмового циліндра (резервуара)
14	Тиск стисненого повітря в гальмовому циліндрі (резервуарі) при відпуску після ступенів гальмування підвищеним тиском у магістральному резервуарі повільним темпом	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,005 (0,05)	Відбувся повний випуск повітря з гальмового циліндра (резервуара)
15	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після екстреного гальмування на режимі «Порожній»	МПа (кгс/см ²)	0,13 – 0,19 (1,3 – 1,9)	0,16 (1,63)

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

Закінчення таблиці 3

1	2	3	4	5
16	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після екстреного гальмування на режимі «Середній»	МПа (кгс/см ²)	0,29 – 0,34 (3,0 – 3,5)	0,33 (3,37)
17	Тиск у гальмовому циліндрі (резервуарі) після екстреного гальмування на режимі «Навантажений»	МПа (кгс/см ²)	0,38 – 0,44 (3,9 – 4,5)	0,43 (4,34)
18	Зниження тиску в запасному резервуарі протягом 60 с після екстреного гальмування	МПа (кгс/см ²)	Не більше ніж 0,01 (0,1)	Зниження тиску в запасному резервуарі не відбулося

Висновки. Узагальнюючи результати випробування при впливі критично низьких та критично високих температур (-50 °С та +50 °С) пасажирських та вантажних гальмівних повітророзподільників було визначено наступне:

- Дослідні пасажирські та вантажні гальмівні повітророзподільники моделей 242-1У, 305У та 483МУ відповідають вимогам стандарту [1] та вимогам безпеки на АТ «Укрзалізниця»;
- реалізовано можливість проведення випробування при впливі критично низьких та критично високих температур гальмівних повітророзподільників для пасажирського та вантажного рухомого складу з використанням окремої кліматичної камери та стендів для випробувань гальмівних повітророзподільників;
- розроблено блок-схему для обробки та візуалізації первинних результатів, отриманих з датчиків тиску.

ЛІТЕРАТУРА

1. ДСТУ ГОСТ 33724.1:2017. Устаткування гальмівне пневматичне для рухомого залізничного складу. Вимоги безпеки та методи випробувань. Частина 1. Повітророзподільники, крани машиніста, блоки гальмівні, гумові вироби ущільнювальні (ГОСТ 33724.1-2016, IDT). 52 С.
2. Vodiannikov, Y., Svistun, S.M., Makeeva, E.G. Methodology of braking efficiency recalculation of a car on braking efficiency of a train. Railway transport of Ukraine. 2014. Iss. 2. P. 27–37.
3. Vodiannikov, Y., Safronov, A.M., Svistun, S.M., Makeeva, E.G. Effect of the brake cylinder filling time with compressed air on the braking efficiency of a passenger car. Railway transport of Ukraine. 2014. № 5. P. 3–8.
4. Vodyannikov, Y.Y., Sheleiko, T.V., Makeeva, E.G. Inertial force at braking of a passenger car. Railway transport of Ukraine. 2014. № 4. P. 3–8.
5. Водяников Ю.Я., Павлов С.А., Можейко А.Е., Донченко Д.А. Облік перехідних процесів гальмування пасажирських вагонів із колодковими гальмами. Збірник наукових праць «Рейковий рухомий склад». 2013. № 9. С. 63–70.
6. Safronov, A.M., Vodyannikov, Y.Y.A., Makeeva, E.G. Brake efficiency of freight wagon: the methodology of calculation and experimental studies using mathematical models and computer simulations: a monograph. Kremenchuk: DP «UkrNIIV». 2018. 173 p.
7. Panchenko S., Gerlici J., Lovska A., Ravlyuk V., Dižo J., Blatnický M. Analysis of asymmetric wear of brake pads on freight wagons despite full contact between pad surface and wheel. *Symmetry*. 2024. Vol. 16 (3). P. 346. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym16030346>
8. Panchenko S., Gerlici J., Lovska A., Ravlyuk V., Dižo J. Prediction of residual wear resources of composite brake pads of a modernized brake system of freight wagons. *Vehicles*. 2024. Vol. 6 (4). P. 1975–1994. DOI: <https://doi.org/10.3390/vehicles6040097>
9. Nedeliaková E., Valla M., Masár M. Modernization of railway wagons for customer satisfaction and safety. *Vehicles*. 2024. Vol. 6 (1). P. 374–383. DOI: <https://doi.org/10.3390/vehicles6010015>
10. Inagamov S., Djabbarov Sh., Abdullaev B., Ruzmetov Y., Inoyatov K., Hurmatov Y. E3S Web of Conferences. 2023. Vol. 401. P. 05036. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105036>

11. Budati S., Leman Z., Sulaiman M., Hanim M.A., Ghazali M. An investigation into the physical, mechanical, tribology, thermal and durability performance of commercial brake material for rail transportation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part J*. 2023. Vol. 237 (8). P. 1620–1631. DOI: <https://doi.org/10.1177/13506501231151719>

12. Sawczuk W., Merksiz-Guranowska A., Rilo Cañas A. Assessment of disc brake vibration in rail vehicle operation on the basis of brake stand. *Eksploracja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*. 2021. Vol. 23 (2). P. 221–230. DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2021.2.2>

13. Gorobchenko O., Fomin O., Gritsuk I., Saravas V., Grytsuk Y., Bulgakov M., Volodarets M., Zinchenko D. Intelligent locomotive decision support system structure development and operation quality assessment. IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS), Kharkiv, Ukraine. 2018. P. 239–243. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEPS.2018.8559487>

14. Боряк К.Ф., Лимаренко О.М., Перетяка Н.О. Особливості випробування на міцність авторегуляторів гальмівного обладнання пасажирських вагонів. *Збірник наукових праць Одеської державної академії технічного регулювання та якості*. 2020. 1(16). С. 20–27. DOI: <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2020-1-16-20-27>

O.V. Fomin

Department of «Wagons and wagon management», Kyiv Institute of Railway Transport, 19 M. Ogienko St., Kyiv, Ukraine, 03049

Tel: 067-836-59-07, E-mail: fomin_ov@gsuite.duit.edu.ua

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-2387-9946>

V. M. Ishchenko

Department of «Wagons and wagon management», Kyiv Institute of Railway Transport, 19 M. Ogienko St., Kyiv, Ukraine, 03049

Tel: 067-836-59-07, E-mail: ischenko_vm@gsuite.duit.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5559-4251>

V.V. Obukhovsky

Department of «Wagons and wagon management», Kyiv Institute of Railway Transport, 19 M. Ogienko St., Kyiv, Ukraine, 03049

Tel: 096-91-93-333, E-mail: obyhovskuy_vv@gsuite.duit.edu.ua

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-0922-7861>

D.A. Turovets

Department of «Wagons and wagon management», Kyiv Institute of Railway Transport, 19 M. Ogienko St., Kyiv, Ukraine, 03049

Tel: 093-988-38-90, E-mail: turovecd1520mm@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2405-4065>

BENCH TESTS OF BRAKE AIR DISTRIBUTORS OF RAILWAY ROLLING STOCK UNDER THE INFLUENCE OF LIMIT TEMPERATURE VALUES

Today, Ukraine is facing an urgent issue of producing its own air distributors for passenger and freight rolling stock and some types of locomotives. When putting brake air distributors for passenger and freight rolling stock into production, one of the key stages is testing under the influence of critically low and critically high temperatures (-50 °C and +50 °C). Today, in Ukraine, there is only one stand for climatic testing of only one model of freight air distributors, while there is no climatic stand for testing brake air distributors for passenger rolling stock. A solution to this problem is proposed in the form of separate use of a climatic chamber and stands for testing brake air

distributors for passenger and freight rolling stock.

The paper describes theoretical and practical methods of testing air distributors of passenger and freight rolling stock under the influence of critically low and critically high temperatures with the possibility of using standard stands for testing brake air distributors separately from the climatic chamber with monitoring of the temperature of the room in which these stands are installed and the temperatures of experimental brake air distributors that have been exposed in the climatic chamber under the influence of critically low and critically high temperatures.

Keywords: testing, influence of extreme temperatures, brake air distributors, technical condition, traffic safety.

REFERENCES

1. DSTU HOST 33724.1:2017 Ustatkuvannya hal'mivne pnevmatychne dlya rukhomoho zaliznychnoho skladu. Vymohy bezpeky ta metody vyprobuvan'. Chastyna 1. Povitrorozpodil'nyky, krany mashynista, bloky hal'mivni, humovi vyroby ushchil'nyuval'ni (HOST 33724.1-2016, IDT). 52 p.
2. Vodiannikov, Y., Svistun, S.M. & Makeeva, E.G. (2014). Methodology of braking efficiency recalculation of a car on braking efficiency of a train. *Railway transport of Ukraine*, 2, 27–37.
3. Vodiannikov, Y.Y., Safronov, A.M., Svistun, S.M. & Makeeva, E.G. (2014). Effect of the brake cylinder filling time with compressed air on the braking efficiency of a passenger car. *Railway transport of Ukraine*, 5, 3–8.
4. Vodyannikov, Y.Y., Sheleiko, T.V. & Makeeva, E.G. (2014). Inertial force at braking of a passenger car. *Railway transport of Ukraine*, 4, 3–8.
5. Vodyannikov, YU.YA., Pavlov, S.A., Mozheyko, A.E. & Donchenko, D.A. (2013). Oblik perekhidnykh protsesiv hal'muvannya pasazhyrs'kykh vahoniv iz kolodkovymy hal'mamy. *Zbirnyk naukovykh prats SE «UkrNDIV» "Reikovy rukhomiy sklad" - Collection of scientific papers of SE «UkrNDIV» Railroad rolling stock*, 9, 63-70. Kremenichuk: SE «UkrNDIV».
6. Safronov, A.M., Vodyannikov, Y.YA. & Makeeva, E.G. (2018) *Brake efficiency of freight vago-new. The methodology of calculation and experimental studies using mathematical models and computer simulations: a monograph*. Kremenichuk: DP «UkrNIIV», 173.
7. Panchenko, S., Gerlici, J., Lovska, A., Ravlyuk, V., Dižo, J. & Blatnický, M. (2024) Analysis of Asymmetric Wear of Brake Pads on Freight Wagons despite Full Contact between Pad Surface and Wheel. *Symmetry*, 16 (3), 346. DOI: <https://doi.org/10.3390/sym16030346>
8. Panchenko, S., Gerlici, J., Lovska, A., Ravlyuk, V. & Dižo, J. (2024) Prediction of Residual Wear Resources of Composite Brake Pads of a Modernized Brake System of Freight Wagons. *Vehicles*, 6 (4), 1975–1994. DOI: <https://doi.org/10.3390/vehicles6040097>
9. Nedeliaková, E., Valla, M., Masár, M. (2024) Modernization of Railway Wagons for Customer Satisfaction and Safety. *Vehicles*, 6, (1), 374–383. DOI: <https://doi.org/10.3390/vehicles6010015>
10. Inagamov, S., Djabbarov, Sh., Abdullaev, B., Ruzmetov, Y. & Inoyatov, K., Hurmatov Y. (2023) *E3S Web of Conferences*, 401, 05036. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202340105036>
11. Budati, S., Leman, Z., Sulaiman, M., Hanim, M.A., Ghazali, M. (2023) An investigation into the physical, mechanical, tribology, thermal and durability performance of commercial brake material for rail transportation. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers. Part J*, 237 (8), 1620–1631. DOI: <https://doi.org/10.1177/13506501231151719>
12. Sawczuk, W., Merksiz-Guranowska, A., Rilo Cañás A. (2021) Assessment of disc brake vibration in rail vehicle operation on the basis of brake stand. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 23 (2), 221–230. DOI: <https://doi.org/10.17531/ein.2021.2.2>
13. Gorobchenko, O., Fomin, O., Gritsuk, I., Saravas, V., Grytsuk, Y., Bulgakov, M., Volodarets, M. & Zinchenko, D. (2018) Intelligent Locomotive Decision Support System Structure Development and Operation Quality Assessment. *IEEE 3rd International Conference on Intelligent Energy and Power Systems (IEPS)*. Kharkiv, Ukraine, 239–243. DOI: <https://doi.org/10.1109/IEPS.2018.8559487>
14. Boryak, K.F., Lymarenko, O.M. & Peretyaka, N.O. (2020) Osoblyvosti vyprobuвання na mitsnist' avtorehulyatoriv hal'mivnoho obladnannya pasazhyrs'kykh vahoniv. *Zbirnyk naukovykh prats' Odes'koyi derzhavnoyi akademiyi tekhnichnoho rehulyuvannya ta yakosti*, 1(16), 20–27. DOI: <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2020-1-16-20-27>