

ЗАЯВА

Я, Кушнерук Юрій Пилипович
(ПІБ повністю)

Студент групи 8-Інтер
Спеціальності 273 Залізничний транспорт
(код та назва спеціальності)

освітньої програми Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті
(назва освітньої програми)

Освітнього ступеня підготовки магістр

Заявляю, що моя випускна кваліфікаційна робота на тему:

Удосконалення методів гальмівних випробувань рухомого складу у відповідності до вимог інтероперабельності.

виконана самостійно і в ній не міститься елементів плагіату. Всі запозичення з друкованих та електронних джерел мають відповідні посилання.


Прошу перевірити її на наявність академічного плагіату.

Я ознайомлений з чинним «Порядком перевірки кваліфікаційних випускних робіт здобувачів вищої освіти на виявлення текстових та графічних запозичень засобами перевірки на плагіат», згідно з якими виявлення плагіату є підставою для відмови в допуску випускної кваліфікаційної роботи до захисту.

Дата 20.12.21р.

Підпис 

Керівник Болжеларський Я.В.

Підпис 

Болжеларський Я.В.

(ПІБ керівника)

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ І ПРОФЕСІЙ
СНАМ, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедри:
д.т.н., проф. Б. Боднар Боднар Б.Є.
(вчене звання, ступінь) (підпис) (ПІБ)
« 20 » 12 2021 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

на отримання ОКР «магістр»

Напрямок 27 «Транспорт»

Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Спеціалізація «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Тема: РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ
УХОМОГО СКЛАДУ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ВИМОГ
ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

Виконав:

Кушнерук Ю.П.
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник:

Болжеларський Я.В.
(вч. звання, ступінь) (підпис) (прізвище й ініціали)

Дніпро
2021

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Український державний університет науки і технологій
Кафедра «Локомотиви»

НАЦІОНАЛЬНА ШКОЛА МАЙСТЕРНОСТІ І ПРОФЕСІЙ
CNAM, ФРАНЦІЯ

«ДО ЗАХИСТУ ДОПУЩЕНО»

Завідувач кафедри:
д.т.н., проф. _____ Боднар Б.Є.
(вчене звання, ступінь) (підпис) (ПІБ)
« ____ » _____ 2021 р.

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОЇ МАГІСТЕРСЬКОЇ РОБОТИ

на отримання ОКР «магістр»

Напрямок 27 «Транспорт»

Спеціальність 273 «Залізничний транспорт»

Спеціалізація «Інтероперабельність і безпека на залізничному транспорті»

Тема: РОЗРОБКА ТЕХНОЛОГІЇ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ
РУХОМОГО СКЛАДУ У ВІДПОВІДНОСТІ ДО ВИМОГ
ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ

Виконав:

_____ Кушнерук Ю.П.
(підпис) (прізвище, ім'я, по батькові)

Керівник:

К.Т.Н. доц. _____ Болжеларський Я.В.
(вч. звання, ступінь) (підпис) (прізвище й ініціали)

Дніпро
2021

СПИСОК СКОРОЧЕНЬ І СЛОВНИК ТЕХНІЧНИХ ТЕРМІНІВ

| | |
|--------|---|
| ЄС | Європейський Союз |
| МІТ | Московський інститут інженерів транспорту |
| ВНИИЖТ | Всесоюзний науково-дослідний інститут залізничного транспорту |
| ДНУЗТ | Дніпровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна |
| ECTS | Європейська система контролю поїздів |
| ТСІ | Технічні специфікації інтероперабельності |
| EN | Європейські норми |
| UIC | Міжнародний Союз Залізниць |

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 2 |

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП..... | 5 |
| 1 ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ.... | 7 |
| 1.1 АНАЛІЗ ДОСЯГНЕНЬ ВІТЧИЗНЯНИХ ТА ЗАКОРДОННИХ УЧЕНИХ У ВИРІШЕННІ ПИТАННЯ УДОСКОНАЛЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ТА МЕТОДІВ ЇХ ВИПРОБУВАНЬ..... | 7 |
| 1.2 КОСТРУКЦІЯ ТЕПЛОВОЗА СЕРІЇ 2М62 ТА ЙОГО ЄВРОПЕЙСЬКИХ МОДИФІКАЦІЙ. .. | 12 |
| 1.2 КОСТРУКЦІЯ ТА ОСНОВНІ ПАРАМЕТРИ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ ТЕПЛОВОЗА 2М62. | 27 |
| 2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ ТА КРАЇН ЄС ДО ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ | 35 |
| 2.1 ВИМОГИ ЗАКОНОДАВСТВА УКРАЇНИ ДО ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ. | 35 |
| 2.2 ВИМОГИ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНОСТІ ДО ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ЛОКОМОТИВІВ. | 37 |
| 2.3 ВИМОГИ ТСІ ДО ПРОВЕДЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ..... | 42 |
| 2.4 МЕТОДИ РОЗРАХУНКУ ГАЛЬМІВНОГО ШЛЯХУ ОДИНОЧНОГО ЛОКОМОТИВА, ЩО ПРИЙНЯТІ В УКРАЇНІ..... | 47 |
| 2.5 ПОРІВНЯЛЬНІ ГАЛЬМІВНІ РОЗРАХУНКИ | 53 |
| 3 ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ..... | 65 |
| 3.1 ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ, ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ..... | 65 |
| 3.2 ПОКАЗНИКИ, ЯКІ ПЕРЕВІРЯЮТЬСЯ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ ТА МЕТОДИ ВИПРОБУВАНЬ..... | 68 |

| | | | | | | | | |
|-----------|------|--------------------|--------|------|---|--------|--------|--|
| | | | | | 0032.196594.МДР.2021.001 | | | |
| Зм | Лист | № докум | Підпис | Дата | | | | |
| Розроб | | Кушнерук Ю.П. | | | Розробка технології гальмівних випробувань рухомого складу у відповідності до вимог інтероперабельності | | | |
| Перевірив | | Болжеларський Я.В. | | | | | | |
| Н. контр. | | | | | Літ | Лист | Листов | |
| Затв. | | | | | 8 | -Інтер | | |

| | |
|--|------------|
| 4 КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ПОЛІГОНУ..... | 85 |
| 4.1 ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ВИПРОБУВАЛЬНОГО ПОЛІГОНУ..... | 85 |
| 4.2 ТЕХНІЧНЕ ОСНАЩЕННЯ ПОЛІГОНУ..... | 93 |
| 4.3 ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ РУХУ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА | |
| ПРИ ПРОВЕДЕННІ ВИПРОБУВАНЬ..... | 96 |
| ВИСНОВКИ | 99 |
| БІБЛІОГРАФІЯ..... | 101 |
| СПИСОК РИСУНКІВ | 104 |
| СПИСОК ТАБЛИЦЬ..... | 105 |
| АННОТАЦІЯ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА..... | 107 |

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 4 |

ВСТУП

Гальмівна система є обов'язковим елементом кожного транспортного засобу. Вони призначена для зниження швидкості і зупинки транспортного засобу, особливо в аварійній ситуації, на найкоротшій відстані і з максимальною ефективністю. Гальмівна система - одна з базових систем транспортних засобів, що відіграє ключову роль у забезпеченні безпеки як для користувачів транспортних засобів (пасажирів) так і для оточуючих людей і об'єктів. Відмова гальмівних систем є однією з основних причин транспортних подій. Тому забезпечення ефективності і надійності гальмівної системи є основною метою на етапі конструювання, виготовлення і експлуатації всіх типів транспортних засобів. Основними транспортними галузями, метою яких є забезпечення експлуатаційної безпеки шляхом підтримки високої якості, ефективності й надійності гальмівних систем, є автомобільний і залізничний транспорт [1,2,3].

Угода про асоціацію між Україною і ЄС передбачає гармонізацію національного законодавства із законодавством ЄС, імплементацію європейських норм, стандартів і процедур оцінки відповідності, а також лібералізацію ринку, у тому числі в сфері залізничного транспорту і виробництва продукції залізничного призначення [4].

В умовах відкритої конкуренції, особливо з підприємствами розвинених країн ЄС вітчизняні виробники рухомого складу можуть бути витиснуті з ринку європейськими виробниками, які вже в цей час використовують принципи інтероперабельності у своїй діяльності.

Одним з найважливіших систем забезпечення безпеки, як уже було зазначено вище, є гальмівні системи. Гальмівні системи вітчизняних локомотивів, хоча й показали свою надійність протягом багатьох років, уже не відповідають вимогам європейських стандартів. Різняться також підходи до визначення величини гальмівного шляху - основного параметра по якому визначається ефективність гальмівних систем.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 5 |

Метою роботи є підвищення безпеки руху на залізницях України шляхом удосконалення технології гальмівних випробувань рухомого складу та методів розрахунку гальмівного шляху.

Для досягнення зазначеної мети необхідно проаналізувати наукові досягнення в галузі конструкції й експлуатації гальм, вивчити нормативну базу Євросоюзу в галузі інтероперабельності, що стосується гальмівних систем і порівняти її з вітчизняною нормативною базою, проаналізувати параметри гальмівної системи тепловоза серії 2М62 на відповідність зазначеним вимогам нормативних документів і розробити рекомендації із гальмівних випробувань у відповідності до вимог інтероперабельності.

Об'єктом дослідження в даній роботі є гальмівна система тепловоза серії 2М62.

Предметом дослідження є методи розрахунку гальмівного шляху та методи гальмівних випробувань рухомого складу.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 6 |

1 ЗАГАЛЬНИЙ СТАН ПРОБЛЕМИ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ

1.1 Аналіз досягнень вітчизняних та закордонних учених у вирішенні питання удосконалення гальмівних систем та методів їх випробувань..

Створення і розвиток рухомого складу залізниць тісно пов'язане з появою колісного транспорту і його подальшою модернізацією для можливості руху по рейках – тобто створення вагонів та локомотивів. Ще до появи залізничних вагонів розроблялися нові типи візків, удосконалювалися їхні форми й поліпшувалися конструкції окремих частин. Розвиток промисловості й залізничного транспорту сприяв інтенсивному впровадженню нових, більш ефективних конструкцій рухомго складу, тому що від нього, в основному, залежало освоєння зростаючих обсягів перевезень вантажів і пасажирів. Протягом багатьох сторіч у вирішенні цих проблем брали участь багато країн і фахівці, що займаються наземними видами транспорту. У результаті внеску фахівців у теорію проектування і розробку конструкцій рухомого складу, з'явилися нові види науки — теорія конструкції локомотивів, наука про вагони, наука про тягу поїздів, у яку увійшла теорія проектування гальмівних систем та теорія тягових розрахунків.

Гальма є однієї з найважливіших частин рухомого складу. Розвитку гальмівної техніки присвятили свої праці багато вчених.

Флорентій Пименович Казанцев (1877-1940), автор декількох систем залізничних автоматичних гальм. В 1909 р. винайшло невичерпуване пневматичне гальмо. Він запропонував повітророзподільник двопровідного повітряного гальма для пасажирських поїздів. Гальмом з повітророзподільником в 1925 р. були обладнані поїзди з нафтоналивних цистерн на залізничній лінії Баку-Батумі. В 1925 р. Ф.П. Казанцев запропонував повітророзподільник однопровідного жорсткого гальма, а в 1927 р. — повітророзподільник напівжорсткого гальма. Його іменем названий розроблений в 1926 р. Московським гальмівним заводом кран машиніста, яким були обладнані вантажні локомотиви.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 7 |

Іван Костянтинович Матросов (1886-1965), в 1923 р. закінчив училище техніків шляхів сполучення в Петрограді. В 1923- 1928 рр. працював техніком в управлінні Північно-Західної залізниці. З 1928 р. працював на Московському гальмовому заводі. В 1926 р. запропонував нову систему автогальма для вантажних поїздів. Після порівняльних випробувань в 1931 р. гальмо Матросова було прийняте для вантажних поїздів на залізницях країни. В 1935 р. розроблено гальмо для поїздів Московського метрополітену, а в 1945 р. для пасажирських поїздів. І.К. Матросов винайшов ряд вузлів гальмівного обладнання, у тому числі кінцевий кран клапанного типу, кран машиніста та ін. В 1950 р. створено електропневматичне гальмо для вантажних поїздів, а в 1959 р. ним було удосконалено гальмо своєї системи.

Броніслав Людвикович Карвацкий (1881-1971), доктор технічних наук, професор, один з піонерів науки і техніки в області автоматичних гальм. З 1929 р. Б.Л. Карвацкий викладав дисципліну «Автогальма» у МПТі та інших транспортних закладах освіти. В МПТі він створив гальмівну лабораторію, оснащену випробувальною станцією на 40 вагонів і індивідуальними стендами для робіт зі студентами. Б.Л. Карвацький розробив загальну теорію автоматичних гальм і вніс великий вклад у розвиток гальмівної техніки. Ним винайдений автостоп, що забезпечує автоматичну зупинку поїзда у випадку проїзду заборонного сигналу, який застосовується у вагонах Московського метрополітену.

Б.Л. Карвацкий створив перший підручник «Автогальма», що витримав чотири видання, опублікував першу фундаментальну працю «Загальна теорія автогальм» і багато інших публікацій для інженерно-технічних працівників, студентів вищих навчальних закладів і технікумів.

Валентин Макарович Казарінов (1907-1978), доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки, учений в області автогальм рухомого складу. Свою трудову діяльність він почав в 1921 р. Закінчив Томський електромеханічний інститут інженерів транспорту, у якому працював з 1939 по

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 8 |

1940 р. завідувачем кафедри «Вагони».

З 1952 р. як завідувач відділення автогальмівного господарства Всесоюзного науково-дослідного інституту залізничного транспорту (ВНИИЖТ) В.М. Казарінов очолював комплексні дослідження рухомого складу. Серед його більш 60 наукових праць по створенню й удосконалюванню автогальм залізничного рухомого складу підручник для вузів «Автогальма» видання 1974 р. і монографії.

Володимир Григорович Іноземцев (1931-2003), доктор технічних наук, професор, заслужений діяч науки, заслужений винахідник, фахівець в області систем керування, тяги поїздів, процесів гальмування. Ним виконані важливі дослідження і розробки, що мали істотний вплив на розвиток гальмівної техніки і методів експлуатації рухомого складу. В.Г. Іноземцев розвинув теорію процесів при гальмуванні. Він керував розробкою і застосуванням нових фрикційних матеріалів, а також дослідженнями, на підставі яких були створені вітчизняні повітродозподільники, системи контролю обриву гальмівних магістралей. Під керівництвом В.Г. Іноземцева створена унікальна лабораторія для дослідження гальм, розроблені методи водіння довгосоставних і великовагових поїздів. В.Г. Іноземцевим опубліковано більш 80 статей, у тому числі в Бельгії, Румунії, Болгарії. Він є автором і співавтором книг і підручників для вузів, автором ПО винаходів, впроваджених на залізничному транспорті. В.Г. Іноземців працював у ВНИИЖТі в якості керівника відділення автогальмівного господарства і заступником директора інституту, з 1985 по 1997 р. був ректором МШТУ.

Провідну роль у науковому супроводі розвитку рухомого складу в Україні по праву займають учені Українського державного університету науки і технологій, до якого ввійшов Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка Лазаряна (ДНУЗТ). Питаннями вдосконалення конструкції рухомого складу, їх технічного обслуговування займалися вчені кафедр «Вагони й вагонне господарство», «Локомотиви й локомотивне господарство», «Теоретичної і будівельної механіки», «Керування

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 9 |

експлуатаційною роботою» та інших кафедр.

Ще на зорі незалежності України вченими кафедри «Вагони» проводилися дослідження із сумісності рухомого складу українських залізниць із залізничними системами європейських країн. Так у роботі [6], завершеній у 1998 році, автор відзначає важливу роль залізниць України в економічних зв'язках між Сходом і Заходом. До об'єктивних факторів, що стримують перевезення в безперевантажувальному сполученні автор, серед іншого, відносить принципову різницю конструкційних рішень і технічних характеристик транспортних засобів. У роботі вирішена науково-технічна проблема узгодження роботи гальмівних систем вантажних вагонів Укрзалізниці і Польських державних залізниць.

У роботі [7] автором розглядається сумісність гальмівних систем вантажних вагонів європейського і вітчизняного типу, запропоновані варіанти рішення проблеми спільної роботи.

Питання допуску рухомого складу УЗ до експлуатації в міжнародному сполученні розглядаються в роботі [8]. Автор приводить вимоги до динамічних якостей вантажних вагонів у міжнародному сполученні, розглядає процедури підтвердження можливості експлуатації вагонів на коліях 1435 і 1520 мм і робить висновок про необхідність гармонізації технічних вимог України і ЄС до рухомого складу.

Аналізу конструктивних особливостей окремих вузлів гальмівних систем вагонів присвячені роботи [9, 10, 36, 37].

У роботах [9, 36] автори приводять результати випробувань перспективних колодок для вантажного і пасажирського рухомого складу. Результати випробувань колодок із вставками вітчизняного виробника й колодок виробництва США підтвердили здатність таких колодок зменшувати кількість дефектів поверхні кочення колеса, зменшувати нагрівання при гальмуванні.

У роботі [10] розглядаються способи оцінки перегріву композиційних колодок на перевальних ділянках.

У роботі [11] проаналізовані різні схеми важільних приводів дискових гальм

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 10 |

рухомого складу за критерієм кількості зайвих зв'язків просторової системи, надані рекомендації щодо їхнього вдосконалення.

У роботі [12] автори розглядається роботу виреструмівних гальм. Відзначено, що будучи гальмами безконтактної дії, вихреструмівні гальма перевершують по економічних і екологічних параметрах нині застосовувані гальмівні системи.

Ефективності роботи гальмівних систем і вдосконаленню методів розрахунку гальмівного шляху присвячені роботи [13-18] і ін.

Так у роботі [13] пропонуються уточнені методи оцінки ефективності гальмівної системи вагонів. Ці методи враховують різноманіття факторів і максимально наближають розрахункову оцінку гальмівної системи до реальної конструкції.

У роботі [14] розглядається ефективність гальмівних систем у важких умовах гальмування – на спусках крутістю більш 40 %, при низькому зчепленні на коліях промислових підприємств.

Робота [15] спрямована на оцінку впливу розміщення гальмівних колодок на ефективність гальмування. Наведені результати розрахунку основних характеристик гальмівних систем рухомого складу нового покоління.

У роботі [16] наведений огляд кривих гальмування європейської системи керування поїздом ETCS відповідно до прийнятих у Європі специфікацій. Зазначено, що внаслідок відсутності єдиних вимог, алгоритми постачальників бортового устаткування ETCS приводять до різних результатів розрахунку гальмівної відстані для даного типу рухомого складу. Для транскордонних поїздів відмінності в національних правилах вимагають застосування в локомотивному устаткуванні ETCS декількох національних кривих гальмування. У роботі розглянуті основні криві гальмування ETCS і контрольовані граничні значення кривих гальмування, команди дозволу руху і закінчення дозволу руху, профіль швидкості з найбільшими обмеженнями, контрольоване місце розташування і т.д. Розглянуті відмінності гальмування на сухих і мокрих рейках.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 11 |

У роботі [18] авторами запропонована методика оцінки погрішності визначення гальмівного шляху вагона при випробуваннях методом послідовних гальмувань. Результати роботи дозволяють замінити ходові гальмові випробування методом «кидання», при яких порушується цілісність зчепів, на більш безпечні випробування методом послідовних гальмувань, забезпечивши рівень точності результатів 2-5 %

Таким чином, аналіз літературних джерел, присвячених проблемі розвитку гальмівних систем та методів їх випробувань показав, що в Україні існують значні напрацювання в області вдосконалення конструкції вагонів, дослідження їх динамічної поведінки і безпеки. У той же час, питанню гармонізації технічної і нормативної документації України та ЄС у сфері проектування, розрахунку і випробування гальмівних систем приділялась недостатня увага. Цим підтверджується актуальність обраної теми дипломної магістерської роботи.

1.2 Кострукція тепловоза серії 2М62 та його європейських модифікацій.

Двосекційний тепловоз 2М62 (рис. 1) з однією кабіною в кожній секції створений на базі односекційного двохкабінного тепловоза М62 і призначений для магістральної вантажної роботи. Кожна секція тепловоза при потребі може працювати як самостійний локомотив. Задні кабіни обох секцій перероблені в перехідний тамбур, а їх устаткування ліквідоване. При створенні тепловоза 2М62 була поставлена мета збільшити одиничну потужність локомотива при одночасному забезпеченні максимального ступеня його уніфікації з тепловозом М62 Загальний показник рівня уніфікації для тепловоза 2М62 становить 92%.

Тепловоз 2М62 розрахований на роботу при температурах зовнішнього повітря від -50 до + 40°С.

Обидві секції тепловоза 2М62 ідентичні, тому нижче дається опис конструкції однієї секції й у більшості випадків під терміном «тепловоз» мається на увазі одна із секцій тепловоза,

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 12 |

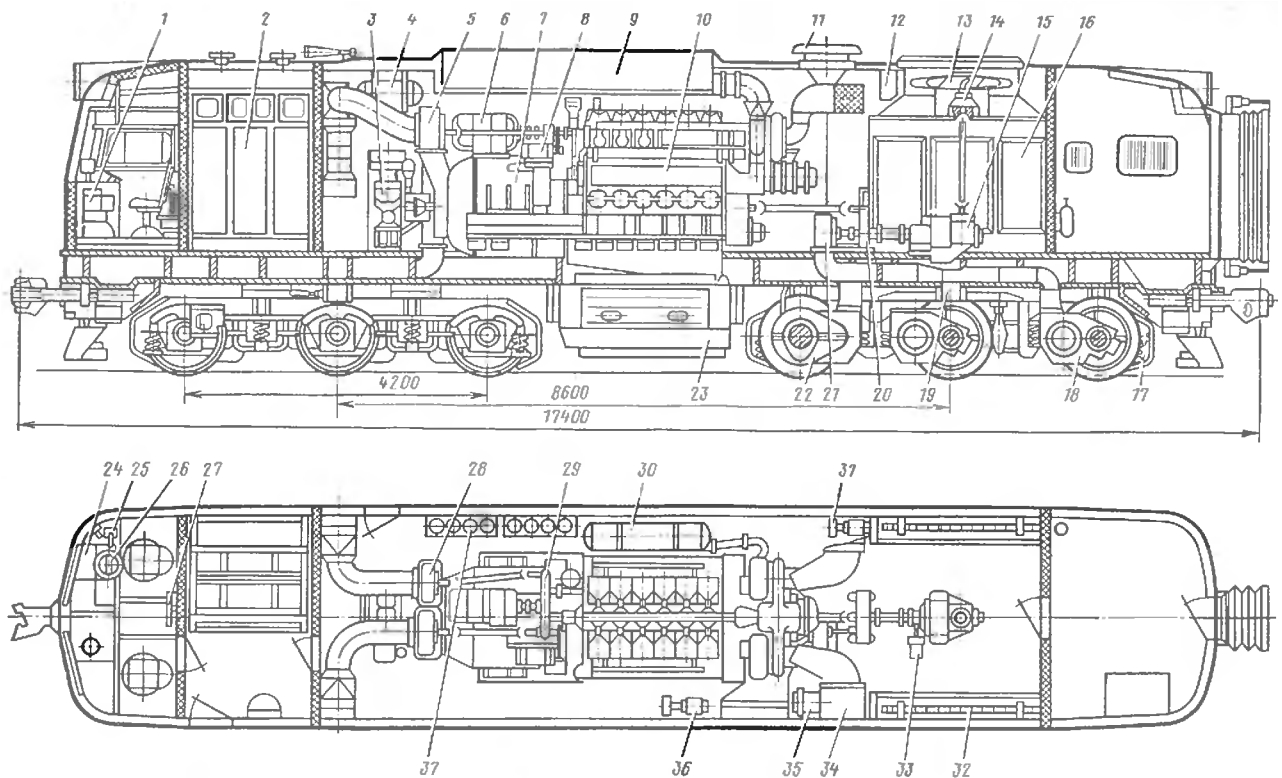


Рисунок 1 - Розташування обладнання на секції тепловоза 2М62:

1 – опалювально-вентиляційний агрегат; 2 – камера електрообладнання; 3 – компресор; 4 – протипожежний резервуар; 5 – вентилятор охолодження тягового генератора; 6 – двохмашинний агрегат; 7 – тяговий генератор; 8 – синхронний підбуджувач; 9 – глушник; 10 – дизель; 11 – вентилятор дизельного приміщення; 12 – бак для води; 13 – вентилятор холодильної камери; 14 – підп'ятник вентилятора; 15 – гідропривід вентилятора; 16 – холодильна камера; 17 – візок; 18 – тяговий електродвигун; 19 – шкворневий вузол; 20 – задній розподільчий редуктор; 21 – вентилятор охолодження тягових електродвигунів заднього візка; 22 – тяговий редуктор; 23 – бак для палива; 24 – пульт управління; 25 – кран машиніста; 26 – контролер; 27 – привід ручного гальма; 28 – вентилятор охолодження тягових електродвигунів переднього візка; 29 – передній розподільчий редуктор; 30 – теплообмінник; 31 – маслопрокачуючий агрегат; 32 – секція радіатора холодильної камери; 33 – автоматичний привід гідромурфи; 34 – повітреочишувач; 35 – паливопідігрівач; 36 – паливопідкачуючий агрегат; 37 – повнопоточний фільтр тонкого очищення масла.

У якості силової установки на тепловозі використовується дизель генератор 14ДГУ2, що складається з дизеля 14Д40 і тягового генератора постійного струму ГП-312В2, з'єднаних між собою дисковою муфтою і змонтованих на загальній піддизельній рамі. Піддизельна рама встановлена на 22 гумометалевих амортизаторах, що зменшують передачу коливань і сил від неврівноважених мас дизеля на раму тепловоза та пом'якшують вплив на дизель-генератор вібраційних

| | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|
| | | | | |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата |

0040.196594.МДР.2021.001

Арк.

13

імпульсів від цієї рами. Амортизатор складається із двох сталевих плит і гумового пружного елемента, з'єднаного із плитами способом вулканізації. Міцність вулканізації (зусилля відриву пружного елемента від плити) повинна бути не менш 60 кН (6000 кгс), а статичний прогин (стиск) під навантаженням 13 кН (1300 кгс) повинен бути в межах 0,3-0,7 мм. При установці дизель-генератора комплект амортизаторів підбирають так, щоб різниця їх статичних прогинів не перевищувала 0,1 мм. Більш тверді амортизатори встановлюють по кінцях піддизельної рами рівномірно з лівої і правої сторони. Опорні поверхні верхньої й нижньої плит амортизатора повинні щільно прилягати до відповідних опорних поверхонь піддизельної і головної рам. Амортизатори кріплять до обох рамам болтами.

Крім свого основного призначення, амортизатори служать також для сприйняття поперечних сил, що виникають при роботі дизеля і русі тепловоза.

Головна рама тепловоза несуча, основою її є хребтова балка, що складається із двох поздовжніх двотаврових балок, скріплених між собою поперечними перегородками. Попереду й позад рами до хребтової балки приварені литі стяжні ящики, у яких розміщені фрикційні апарати автозчепів СА-3. По контуру рама обмежена несучими швелерами, з'єднаними із хребтовою балкою поперечними кронштейнами.

Рама витримує стискуючі і розтягуючі зусилля по осі автозчепу, рівні 2450 кН (250 тс). У середній частині рами підвішений знімний паливний бак, що має з лівої й правої сторін відсіки - ніші для розміщення акумуляторної батареї.

На раму тепловоза встановлений кузов вагонного (не несучого) типу. Кузов складається з окремих частин, що скріплюються між собою в процесі складання, що жорстко приварюються до рами. Складовими частинами кузова є кабіна машиніста, кузов над камерою електрообладнання (проставка), кузов над дизель генератором, холодильна камера, перехідний тамбур

Кожна секція тепловоза має троє зовнішніх дверей: двоє розташовані з боків тепловоза, треті містяться у торці перехідного тамбура і служать для проходу в

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 14 |

зчленовану секцію. Крім зовішніх, у тепловозі є троє внутрішніх дверей: двоє розташовуються у тамбурі проставки і з'єднують тамбур з кабіною машиніста й дизельним приміщенням, треті з'єднують холодильну камеру з перехідним тамбуром.

Внутрішня обшивка різних частин кузова має різне конструктивне виконання залежно від вимог до шумотермоізоляції цих частин. Вікна кузова з безпечного загартованого скла, укріпленого в прорізах гумовою окантовкою, забезпечують освітлення внутрішнього простору кузова у світлий час доби. На бічних стінках кузова над дизелем є прорізи з нерегульованими жалюзі, через які здійснюється забір зовнішнього повітря для роботи дизеля, а також для охолодження тягового генератора і тягових електродвигунів.

У даху кузова передбачені люки для демонтажу допоміжного устаткування при ремонті, а також люки-лази, що дозволяють виходити при ремонті на дах тепловоза. Один люк-лаз виконаний у кришці люка над гальмовим компресором, другий - у кришці люка над турбокомпресорами дизеля, третій — у даху перехідного тамбура. Під люками-лазами знаходяться запобіжні решітки, без зняття яких вихід на дах неможливий. Тифони можна обслуговувати, не знімаючи ґрат.

Для демонтажу дизель-генератора дах кузова над ним зроблений знімним. Для вентиляції дизельного приміщення на задньому люку даху встановлений вертикальний витяжний вентилятор з дифузором, що приводиться від індивідуального електродвигуна. Для цієї ж мети можуть використовуватися люки-лази. На даху дизельного приміщення встановлений глушитель шуму вихлопу дизеля

У кабіні машиніста із правого боку розташований пульт управління, з лівої — столик помічника машиніста. Пульт управління (рис. II) обладнаний приладами і обладнаннями, що дозволяють управляти тепловозом і контролювати роботу силової установки, допоміжного устаткування й систем тепловоза. Праворуч від пульта управління встановлені кран машиніста і кран допоміжного гальма. У

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 15 |

кабіні є два м'які переносні сидіння зі спинками, які регулюються по висоті, а також відкидне сидіння, укріплене на задній стінці кабіни. У столику помічника машиніста розміщений опалювальний-вентиляційний агрегат з електроприводом, підключений до водяної системи дизеля, що має обладнання для забору повітря як зовні, так і зсередини кабіни. Для природної вентиляції в даху кабіни є два лючка.

Лобові вікна кабіни машиніста виконані з безпечного загартованого скла товщиною 5-6 мм, укріпленого гумовою окантовкою і металевими дужками. Із зовнішнього боку вікна обладнані склоочисниками із пневматичним приводом, а із внутрішньої для запобігання від зледеніння можуть обдуватися теплим повітрям, що подавати опалювальний-вентиляційним агрегатом. Біля кожного лобового вікна зсередини кабіни укріплений регульований тіньовий щиток. Бічні вікна кабіни виконані розсувними. Їхня передня частина може повертатися щодо вертикальної осі назовні, що дозволяє зменшити швидкість потоку повітря, що уривається в кабіну при русі тепловоза. Лобові й бічні вікна, а також дзеркала, установлені зовні кабіни біля бічних вікон, забезпечують вільне спостереження за ділянками колії і станом поїзда.

На задній стінці кабіни розташовані радіостанція з пультом керування і штурвал привода ручного гальма. Сам привод змонтований із протилежного боку задньої стінки в камері електроустаткування. Над лобовими вікнами ліворуч і праворуч від лючка доступу до прожектора, виконані ніші із дверками, що призначені для зберігання дрібних предметів технічного і побутового призначення.

У проставці, крім камери електроустаткування, розташований відкидний умивальник з автономним бачком для води, яка може бути підігріта від змієвика, підключеного до водяної системи дизеля. Поруч установлений бачок аварійного живлення дизеля паливом. На дверцятах камери електроустаткування є вбудована шафа для одягу. Для природної вентиляції камери електроустаткування на даху проставки встановлені вентиляційні патрубки. В нижній частині правої стінки

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 16 |

проставки розмішений люк доступу до розеток для реостатних випробувань, підключення зовнішнього джерела живлення й джерела низької напруги для переміщень тепловоза в депо.

У бічних стінках холодильної камери є прорізи з регульованими жалюзі, через які зовнішнє повітря, що всмоктується вентилятором, надходить до радіаторних секцій. Викид охолоджуючого повітря здійснюється через дифузор у даху холодильної камери, обладнаний регульованими жалюзі. Для зменшення фронту забору повітря при низьких його температурах на бічних стінках холодильної камери встановлені щити зачеохління жалюзі, що приводяться вручну зовні тепловоза. З боків даху холодильної камери розташовані прорізи з нерегульованими жалюзі, що дозволяє зменшити розрідження усередині кузова при заборі з нього повітря для роботи дизеля і охолодження тягового генератора і тягових електродвигунів. У нижній частині бічних стінок проставки і холодильної камери є люки пісочниць

На передній стінці перехідного тамбура розміщені приводи бічних і верхніх жалюзі холодильної камери. У тамбурі знаходяться вуглекислотний вогнегасник і переносні сходи. Для проходу в зчленовану секцію тепловоза служить перехідний майданчик, захищений металевим коробом із гнучким фартухом і обладнаний горизонтальними ресорами.

Попереду й позад кожної секції тепловоза до стяжних ящиків головної рами прикріплені колієчисники. Починаючи з 1982 р. тепловози обладнуються колієчисниками, що регулюються по висоті. До колієчисників приварені підніжки, на кабіні і перехідному тамбурі є поручні для складацьких бригад.

Надвізкова будова тепловоза опирається на два тривісні візки щелепного типу з одноступінчастим двохточечним ресорним підвішуванням і опорно-осьовою підвіскою тягових двигунів. Для сприйняття вертикальних навантажень на кожному візку встановлено чотири роликові опори, що забезпечують поворот візка навколо шворня на $3^{\circ}19'$ щодо поздовжньої осі кузова. Вертикальні навантаження, що повертають візок у вихідне положення, передаються від опор

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 17 |

на раму візка і потім через систему ресорного підвішування, що складається з листових ресор, циліндричних пружин і спарених балансірів, на букси колісних пар. Для поглинання коливань високої частоти передача вертикальних навантажень від рами візка до ресорного підвішування здійснюється через гумові амортизатори. Горизонтальні (поздовжні і поперечні) сили від рам візків передаються на головну раму кузова через вертикальні шворні, приварені до головної рами, які входять в гніздо шкворневої балки візків.

Візок обладнаний важільною гальмівною передачею з одностороннім натисканням гальмівних колодок на колісну пару. Колодки приводяться в дію двома гальмівними циліндрами, розташованими по одному з лівої і правої сторін візка. Натискання однієї гальмівної колодки на кожен із двох осей переднього візка може здійснюватися від привода ручного гальма, розміщеного в кабіні машиніста.

Кожний візок має три колісно-моторних блоки, що складаються із тягового електродвигуна, колісної пари, двох букс і тягового редуктора. Тяговий електродвигун двома моторно-осьовими підшипниками опирається на вісь колісної пари, а із протилежного боку виступом корпуса на пружинну підвіску, укріплену на кронштейні рами візка. Таке підвішування забезпечує сталість відстані між віссю колісної пари і віссю якоря тягового електродвигуна і дозволяє частину ваги тягового двигуна передаватися на підресорену раму візка.

Крутний момент, створюваний тяговим електродвигуном, передається колісній парі через ведучу шестірню, насаджену на конусний кінець вала якоря, і ведене зубчасте колесо, насаджене на вісь колісної пари. Ведуча шестерня і ведене зубчасте колесо закриті рознімним кожухом, прикріпленим болтами до корпуса тягового електродвигуна. Крім захисту зубчастої пари від забруднень абразивними частками, кожух виконує функцію масляного резервуара.

Букси роликового типу з осьовим упором ковзання. Два підшипника із циліндричними роликами забезпечують передачу високих радіальних навантажень і достатньо велике осьове переміщення колісної пари. Букси крайніх

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 18 |

колісних пар обладнані пружним, а середніх — твердим осьовим упором. Для змащення роликів підшипників застосовується консистентне змащення, для змащення осьових упорів – рідке. До букс і щелеп рами візка приварені лобові і бічні листи зі зносостійкої сталі. Буксові напрямні в щелепах рами візки з'єднані знизу підбуксовими струнками, що змушують нести тягове навантаження обидві напрямні.

Візки тепловоза взаємозамінні, але при перепідкочуванні переднього візка на місце заднього і навпаки необхідно відповідно переставити знімні сходи, а також переобладнати місця установки привода швидкостеміра на осях колісних пар.

Дизель 14Д40У2 двотактний, 12-циліндровий з V-подібним розміщенням циліндрів, прямоточним клапанно-щілинним продуванням і комбінованою двоступінчастою системою наддування. Повітря для наддування, що забирається зовні або безпосередньо з кузова тепловоза, пройшовши маслоплівочні повітроочисники, розташовані на лівій і правій стінках кузова, стискується у двох паралельно працюючих турбокомпресорах (перша ступінь). Турбокомпресори, що використовують енергію відпрацьованих газів, відрізняються один від одного лише напрямком обертання ротора. З турбокомпресорів повітря надходить в об'ємний нагнітач (друга ступінь), який подає його через ресивери в циліндри.

Продування й зарядка циліндрів повітрям здійснюються через продувні вікна у втулці циліндра, а випуск відпрацьованих газів – через клапани, розташовані в кришці циліндра. Розподільний кулачковий вал, керуючий роботою клапанів, розташований у розвалі блоку циліндрів і приводиться від колінчатого вала дизеля через шестерний привод, який є одночасно приводом паливного насоса, об'єднаного всережимного регулятора й переднього розподільного редуктора тепловоза.

Паливна система тепловоза складається із двох взаємозалежних систем: низького тиску — паливопідкачуючої і високого тиску — паливовприскуючої.

Паливна система низького тиску забезпечує розміщення запасів палива,

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 19 |

його фільтрацію, підігрів в холодну пору року, подачу до паливного насоса високого тиску. Подача палива здійснюється паливопідкачуючим насосом шестерного типу із приводом від індивідуального електродвигуна. На випадок виходу з ладу паливопідкачуючого агрегату паливна система обладнана системою аварійної подачі палива з автономним бачком, об'єм якого забезпечує тягову роботу тепловоза з 1-й по 5-ю позицію контролера включно протягом 30-35 хв. Паливна система високого тиску складається із блокового 12-плунжерного насоса золотникового типу і 12 форсунок закритого типу, з'єднаних трубами з нагнітальними штуцерами насоса.

Система охолодження дизеля водяна, двоконтурна, примусова, відкритого типу. Вода першого контуру прокачується через дизель водяним насосом, що приводиться від дизеля, і надходить на охолодження в 15 водоповітряних секцій радіатора, розташованих на лівій стороні холодильної камери тепловоза. Вода другого контуру прокачується через водомасляний теплообмінник другим водяним насосом, що також приводиться від дизеля, відбирає від масла тепло й надходить на охолодження в інші 15 водоповітряних секцій радіатора, розташованих на правій стороні холодильної камери. Обидва контури водяної системи підключені до розширювального бака, призначеного для компенсації витоків води і видалення водяної пари та повітря із системи. Є насос для ручного дозаправлення системи.

Система змащення дизеля циркуляційна, примусова. Масло подається шестерним насосом, що приводиться від дизеля. Крім змащення тертьових поверхонь дизеля, система забезпечує змащення заднього розподільного редуктора й гідроприводу вентилятора холодильної камери, а також живлення гідروмуфти вентилятора і системи автоматичного регулювання температури води і масла. Для прокачування масла в системі перед пуском і після зупинки дизеля служить маслопрокачуючий насос із електроприводом.

Відкриття і закриття бічних і верхніх жалюзі холодильної камери здійснюються як автоматично, так і неавтоматично (натисканням тумблерів на

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 20 |

пульті керування кабіни машиніста). Крім того, усі жалюзі мають ручний привод безпосередньо з холодильної камери, що дозволяє фіксувати їх у відкритому положенні.

Осьовий восьмилопасний вентилятор холодильної камери створює потік повітря, що охолоджує воду в секціях радіатора, установлених вертикально в один ряд у шахтах холодильної камери. Вентилятор одержує обертання від заднього розподільного редуктора, з'єднаного карданним валом з валом відбору потужності дизеля. Потужність від заднього розподільного редуктора через напівжорстку пластинчасту муфту передається гідроприводу з гідروмуфтою змінного наповнення й далі через кутовий шестерний редуктор гідроприводу, вертикальний карданний вал і вал під'ятника до колеса вентилятора холодильної камери. Гідромуфта залежно від температури води й масла в системах за допомогою автоматичного привода забезпечує безступінчасту зміну частоти обертання вентилятора холодильної камери, що разом з відкриттям і закриттям жалюзі дозволяє плавно змінювати температуру води й масла, підтримуючи її в необхідних межах.

Від заднього розподільного редуктора через пластинчасту муфту приводиться також вентилятор охолодження тягових електродвигунів заднього візка.

Передній розподільний редуктор, з'єднаний напівжорсткою пластинчастою муфтою з валом відбору потужності дизеля, служить для привода допоміжних механізмів, установлених на тяговому генераторі: двохмашинного агрегату (через напівжорстку пластинчасту муфту), вентиляторів охолодження тягового генератора і тягових електродвигунів переднього візка (через карданні вали), підбуджувача (через клинопасову передачу).

Компресор напівжорсткою пластинчастою муфтою безпосередньо пов'язаний з валом тягового генератора.

Для передачі потужності від дизеля до осей колісних пар на тепловозі застосована електрична передача постійного струму. Тяговий генератор, що

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 21 |

представляє собою некомпенсовану електричну машину постійного струму з незалежним збудженням, живить струмом шість паралельно з'єднаних тягових електродвигунів. Якір генератора з боку колектора опирається на сферичний дворядний роликовий підшипник. Із протилежної колектору сторони опорою якоря служить корінний підшипник колінчатого вала дизеля, з'єданого з якорем генератора через фланець і пластинчасту муфту. Охолодження генератора повітряне, примусове, від індивідуального вентилятора, що продуває повітря з боку колектора через якір і магнітну систему генератора. Охолоджувальне повітря очищається в сітчастих фільтрах; забір його можливий як зовні, так і зсередини кузова Генератор використовується також для запуску дизеля. У цей період він працює в режимі електродвигуна з живленням від акумуляторної батареї.

Тягові електродвигуни являють собою електричні машини постійного струму з послідовним збудженням і примусовою повітряною вентиляцією. Остов тягового двигуна має з однієї сторони розточення під моторно-осьові підшипники ковзання для опирання на вісь колісної пари, а з іншого — виступи (приливи) для опирання через пружинні підвіски на раму візка.

Двомашинний агрегат, установлений на станині тягового генератора, складається з допоміжного генератора і збудника, якоря яких змонтовані на одному загальному валу. На цьому ж валу закріплене колесо вентилятора охолодження агрегату. Станини допоміжного генератора і збудника, з'єднані болтами, утворюють єдиний корпус Допоміжний генератор служить для живлення ланцюгів власних потреб тепловоза, ланцюгів керування і підзарядки акумуляторної батареї. На подовженій втулці колектора допоміжного генератора розміщено два контактні кільця, що дозволяють здійснювати знімання змінного струму для живлення приладів термодизельного комплексу Збудник живить незалежну обмотку тягового генератора

Обмотки збудження збудника одержують напругу від синхронного підзбудника через магнітний підсилювач. Підзбудник, установлений на станині тягового генератора, являє собою однофазну синхронну чотиріполюсну

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 22 |

електричну машину. Котушки збудження підзбудника з'єднані послідовно і живляться від ланцюга керування.

Система автоматичного регулювання збудження тягового генератора спільно із всережимним регулятором непрямой дії дизеля забезпечує повне використання вільної потужності дизеля на 15-й позиції контролера машиніста незалежно від температур обмоток електричних машин, навантажень допоміжних механізмів, швидкостей руху тепловоза, параметрів навколишнього середовища. Передбачено дві ступені ослаблення збудження тягових електродвигунів.

Основні електричні апарати високовольтного і низьковольтних ланцюгів розташовані в одній камері електроустаткування, двері якої обладнані блокувальним обладнанням, що розривають при їхньому відкриванні ланцюг збудження тягового генератора блокуючи тим самим можливість доступу в камеру при наявності в ній високої напруги.

Допоміжне електроустаткування і ланцюга управління тепловоза при працюючому дизелі живляться від допоміжного генератора постійним струмом напругою (75+1)В. При непрацюючому дизелі живлення здійснюється від акумуляторної батареї. Роз'єднувач акумуляторної батареї дозволяє відключати від неї всю електричну схему тепловоза, за винятком ланцюгів освітлення і розеток зовнішнього джерела живлення. При пуску дизеля будь-якої секції акумуляторні батареї обох секцій тепловоза з'єднуються паралельно. Ланцюги акумуляторної батареї, допоміжного генератора і електродвигуна маслопрокачуючого насоса захищені від перевантажень плавкими запобіжниками, усі інші ланцюги керування — автоматичними вимикачами.

Керування тепловозом дистанційне, електричне, з пульта керування ведучої секції. Електрична схема дозволяє керувати веденою секцією при зупиненому (непрацюючому) дизелі ведучої секції й навпаки. У кабіні машиніста є кнопка маневрової роботи, яка використовується при під'їзді до состава.

Частота обертання колінчатого вала дизеля змінюється за допомогою контролера, встановленого на пульті керування. Контролер має одну позицію

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 23 |

холостого ходу (нульову) і 15 робочих. Задана для кожної позиції контролера частота обертання колінчатого вала підтримується регулятором дизеля.

Схема ланцюгів керування зібрана таким чином, що включення навантаження можливе, тільки починаючи з 1-й позиції контролера. Для зміни напрямку руху тепловоза в контролері змонтований вал зі знімною реверсивною рукояткою, що має три положення середнє (нейтральне) і два крайні робочі («Уперед», «Назад»). Штурвал контролера і рукоятка взаємно заблоковані. Поворот штурвала можливий тільки при крайніх положеннях реверсивної рукоятки, яка у свою чергу може зніматися тільки при нульовій позиції контролера.

Для живлення стисненим повітрям гальмівної системи і пневматичної системи приладів керування служить двоступінчастий трициліндровий поршневий компресор з повітряним охолодженням. При досягненні тиску повітря в головних повітряних резервуарах 0,9 МПа (9,0 кгс/см²) регулятор тиску переводить компресор в режим холостого ходу і знову включає в робочий режим при падінні тиску до 0,75 МПа (7,5 кгс/см²).

Тепловоз обладнаний пневматичним автоматичним прямодіючим гальмом для гальмування состава й локомотива. Для гальмування тільки одного локомотива служить пневматичне допоміжне гальмо, а також ручне гвинтове гальмо, що дозволяє втримувати одиночний тепловоз на уклоні 25‰. Схема пневматичного гальма забезпечує синхронізацію роботи компресорів і керування автогальмами з'єднаних поїздів, автоматичне відключення тягового режиму при екстреному гальмуванні поїзда й включення піскової системи з вимиканням її при зниженні швидкості руху тепловоза нижче 10 км/год. У 1985 році на тепловозі впроваджена гальмова система, що забезпечує гальмування обох секцій при їхнім саморозчепленні або роз'єднанні рукавів системи.

З живильної магістралі автогальма через клапан максимального тиску стиснене повітря надходить у трубопровід приладів керування для живлення електропневматичних апаратів: поїзних контакторів, реверсора, прискорювача

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 24 |

пуску, електропневматичних вентилів піскової системи переднього візка. Із цієї ж магістралі, минаючи клапан максимального тиску, повітря надходить до склоочисників, тифонів, свистка, циліндрів привода жалюзі й гідромуфти вентилятора холодильної камери, електропневматичним вентилям піскової системи заднього візка.

Піскова система забезпечує подачу піску під першу й четверту колісні пари при русі секції вперед і під шосту й третю — при русі назад. Пісок подається при натисканні машиністом на педалі — праву (загальна подача піску) або ліву (подача тільки під першу колісну пару ведучої секції), а також автоматично при екстремому гальмуванні й спрацьовуванні автостопа.

Тепловоз обладнаний автоматичною локомотивною сигналізацією безперервної дії з автостопом, контролем швидкості й контролем пильності машиніста. Про необхідність натискання на кнопку перевірки пильності автостопа, що запобігає спрацьовування, сигналізують лампа, що загоряється на пульті керування, а потім свисток електропневматичного клапана.

Для гасіння пожежі як на самому тепловозі, так і поза ним у дизельному приміщенні є стаціонарна протипожежна установка із двома переносними генераторами високократної піни. Крім того, є переносні вогнегасники, два — у кабіні машиніста, один — у перехідному тамбурі. Тепловоз обладнаний системою пожежної сигналізації, що подає в кабіну машиніста світловий і звуковий сигнали, якщо температура повітря в дизельному приміщенні або камері електроустаткування перевищить допустиму.

Вибір магістрального тепловоза серії 2М62 пояснюється тим, що дані локомотиви експлуатуються на залізницях європейських країн з кінця 60-х років. Використовуються вони переважно виконання вантажних перевезень. В даний час лише у Польщі в експлуатації перебуває понад 250 тепловозів цієї серії.

У зв'язку з моральним та фізичним зносом цих локомотивів компанії-оператори докладають зусилля для збереження конкурентоспроможності на ринку перевезень шляхом оновлення свого локомотивного парку. Проте здебільшого

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 25 |

через відсутність коштів на придбання нових тепловозів вирішенням цієї проблеми є виключно модернізація локомотивного парку.

Саме такий підхід для поновлення тепловозів серії М62 був прийнятий основним оператором на ПЗ, ВАР Cargo.

До комплексної модернізації тепловозів серії М62 з використанням силового обладнання «Дженерал Моторс» входять такі види робіт: капітальний ремонт та модернізація екіпажної частини, тягових електродвигунів із відновленням ресурсу; дефектоскопія, посилення несучих конструкцій із продовженням терміну служби тепловоза на 20 років; встановлення нової дизель-генераторної установки з мікропроцесорною системою управління та діагностики; модернізація кузова та кабіни машиніста; заміна допоміжного та встановлення додаткового обладнання.

В результаті цього питомо витрата палива на одиницю вантажу, що перевозиться, у модернізованого тепловоза нижче на 23,05%, а середньодобова продуктивність локомотива вище на 38%; вагова норма поїзда для тепловоза М62 становить 2500 т, але під час проведення випробувань вага становила 3440 тонн. Економія коштів за життєвий цикл експлуатації тепловоза становитиме до 4,6 млн. грн. Термін окупності – 5,2 роки. Загальний вигляд модернізованих тепловозів М62 показано на рис. 2.



Рисунок 2 – Загальний вигляд модернізованого тепловоза М62 і його аналога
ST44

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 26 |

1.2 Кострукція та основні параметри гальмівної системи тепловоза 2М62.

Тепловоз 2М62 обладнаний пневматичним автоматичним, прямодіючим гальмом для гальмування локомотива і состава, пневматичним допоміжним гальмом для гальмування тільки локомотива і ручним для утримання локомотива при стоянці на ухилі.

Пневматичне гальмо

До 1985 р. тепловози обладналися пневматичним гальмом, схема якого показана на мал. рис 3. З 1985 р. застосовується нова схема (рис. 4). Обидві схеми забезпечують синхронізацію роботи компресорів і керування автогальмами з'єднаних поїздів, сигналізацію при обриві гальмівної магістралі, а також автоматичне відключення тягового режиму тепловоза з подачею піску під колеса (при швидкості більш 10 км/год) при екстреному гальмуванні. Довжина гальмівного шляху одиночного тепловоза на прямій горизонтальній ділянці колії при сухих рейках і початковій швидкості руху 100 км/год не перевищує 1000 м. Зазначена довжина гальмівного шляху забезпечується при старій схемі (див. рис. 3) допоміжним гальмом, при новій (див. рис. 4) як допоміжним гальмом, так і при переведенні крана машиніста в положення екстреного гальмування

Стиснене повітря для живлення автогальма виробляють компресори КТ7, що нагнітають його в головні резервуари. Роботою компресорів управляє регулятор тиску ЗРД. При досягненні тиску повітря в головних резервуарах $(0,9 \pm 0,02)$ МПа $[(9,0 \pm 0,2)$ кгс/см²] регулятор забезпечує роботу розвантажувального обладнання компресорів, які втримують всмоктувальні клапани у відкритому положенні, змушуючи тим самим компресори працювати на холостому ході, і тільки при зниженні тиску до $(0,75 \pm 0,02)$ МПа $[(7,5 \pm 0,2)$ кгс/см²] регулятор тиску знову включає компресори в роботу. Для захисту живильної магістралі від високого тиску (у випадку відмови регулятора тиску) на повітропроводі між компресором і головним резервуаром установлені запобіжні клапани ум. № Э-216.000, відрегульовані на тиск спрацьовування $(1,0 \pm 0,2)$ МПа $[(10,0 \pm 0,2)$ кгс/см²].

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 27 |

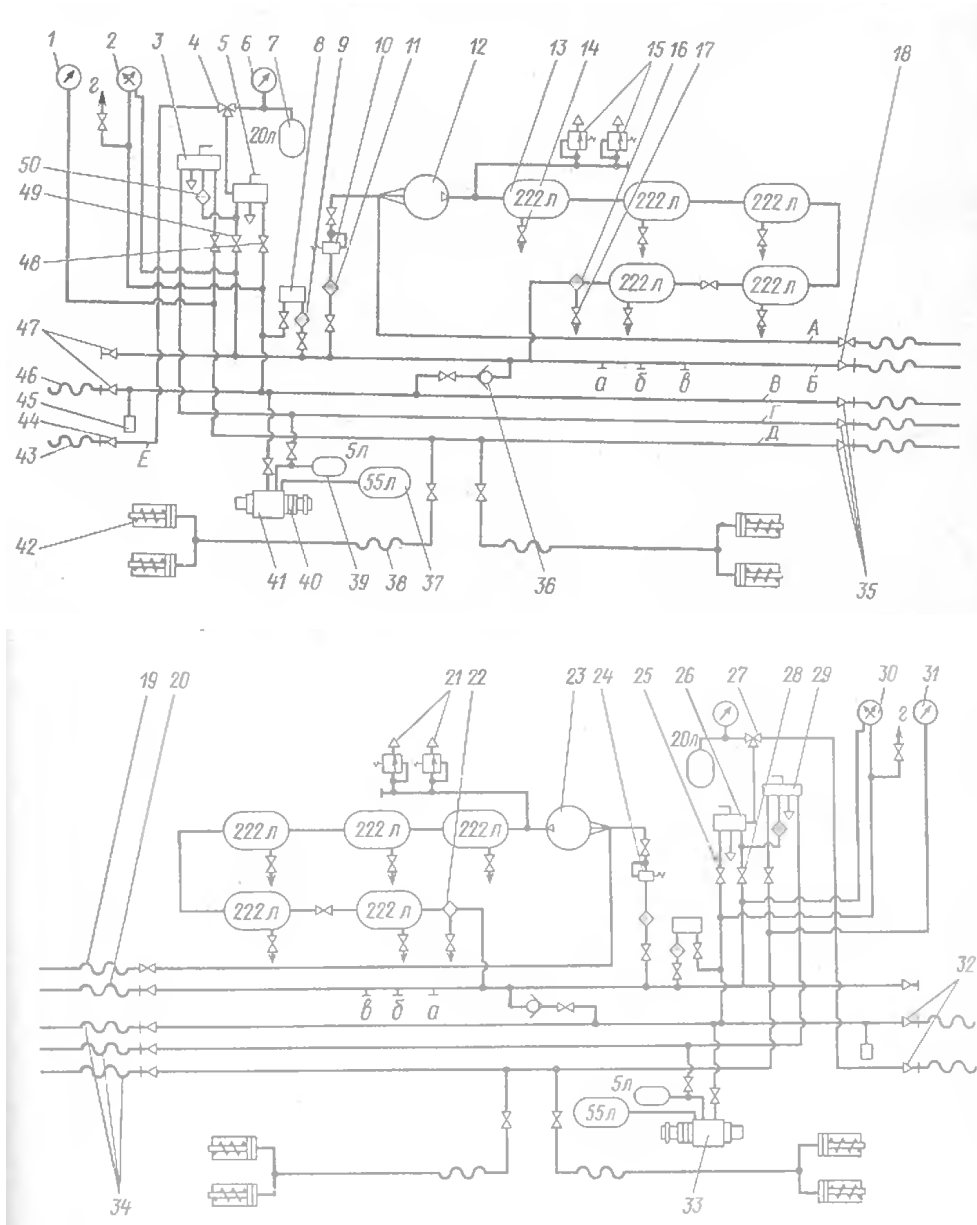


Рисунок 3 – Схема пневматичного гальма тепловозів (до 1985 р.в.):

1,31 – манометри гальмівних циліндрів; 2,30 – манометри гальмівної та живильної магістралей; 3, 29 – крани допоміжного гальма; 4, 27 – триходові крани; 5, 26 – крани машиніста; 6 – манометр зрівнюючого резервуару; 7 – зрівнюючий резервуар; 8 – клапан електропневматичний автостопу; 9, 11, 50 – фільтри; 10, 24, 45 – регулятори тиску; 12, 23 – компресори; 13 – головний резервуар; 14, 17 – спускові крани; 15, 21 – запобіжні клапани; 16, 22 – масловідділювачі; 18, 32, 35, 44, 47 – кінцеві крани; 19 – з'єднувальний шланг; 20, 34, 38, 43, 46 – з'єднувальні рукава; 25, 48 – комбіновані крани; 28, 49 – крани подвійної тяги; 33, 41 – повітрерозподільники; 36 – зворотній клапан; 37 – запасний резервуар; 39 – додатковий резервуар; 40 – пневмоелектричний датчик; 42 – гальмівний циліндр. Магістралі: А – блокування компресорів; Б - живильна; В – гальмівна; Г – блокування гальм; Д – допоміжного гальма; Е – синхронізація роботи кранів машиніста. Відводи: а – до повітрепровода управління та обслуговування; б – до пісочної системи; в – до протипожежної системи; г – до швидкостеміра.

| | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата |
|----|-------|---------|--------|------|

0040.196594.МДР.2021.001

Арк.

28

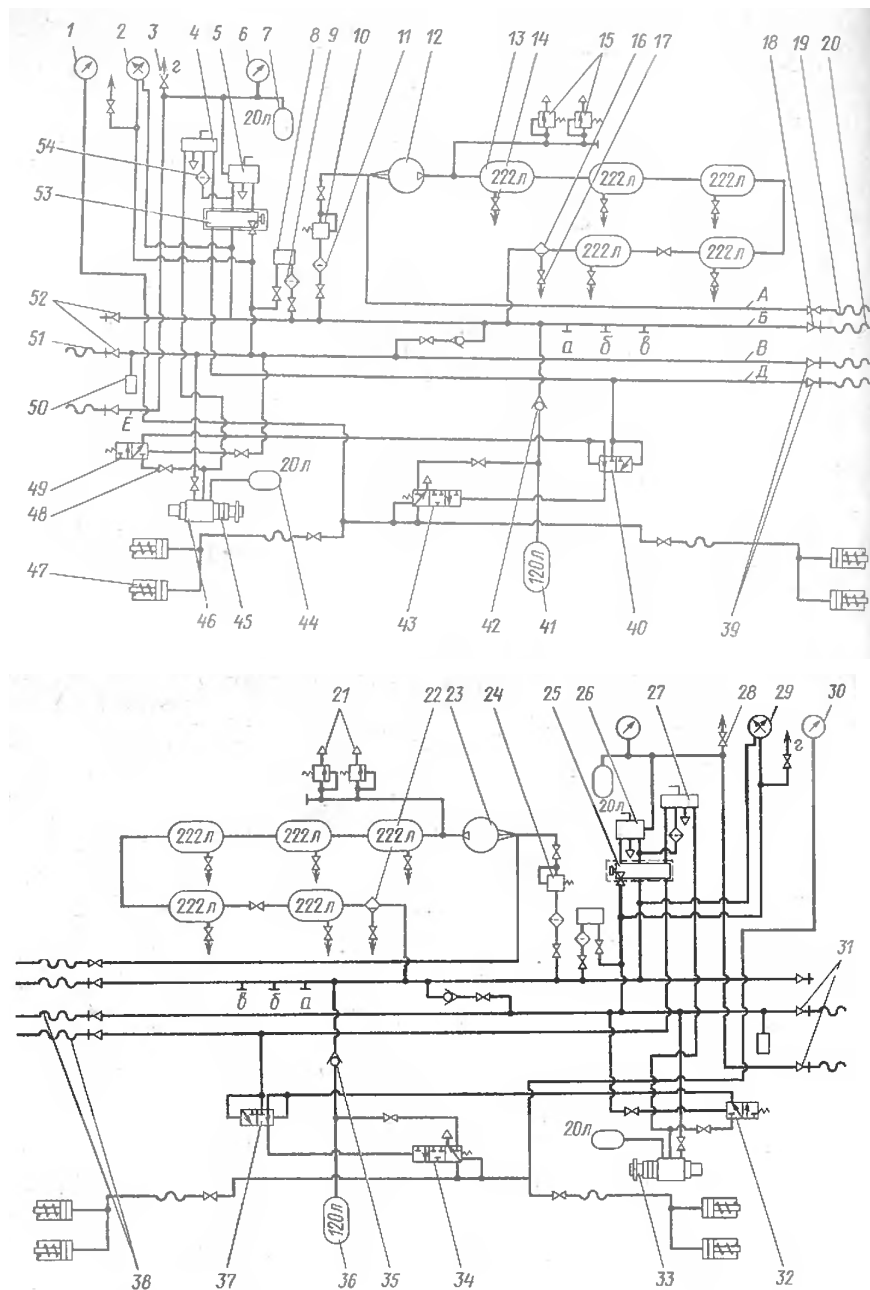


Рисунок 4 Схема пневматичного гальма тепловозів (після 1985 р.в.):

1,30 – манометри гальмівних циліндрів; 2,29 – манометри гальмівної та живильної магістралей; 3, 28 – стоп-крани; 4, 27 – крани допоміжного гальма; 5, 26 – крани машиніста; 6 – манометр зрівнюючого резервуару; 7 – зрівнюючий резервуар; 8 – клапан електропневматичний автостоупу; 9, 11, 15 – фільтри; 10, 24, 50 – регулятори тиску; 12, 23 – компресори; 13 – головний резервуар; 14, 17 – спускові крани; 15, 21 – запобіжні клапани; 16, 22 – масловідділювачі; 18, 31, 39, 52 – кінцеві крани; 19 – з’єднувальний шланг; 20, 38, 51 – з’єднувальні рукава; 25, 53 – комбіновані крани; 32, 49 – блокувальні клапани; 33, 46 – повітнерозподільники; 34, 43 – реле тиску; 35, 42 – зворотні клапани; 36, 41, 44 – резервуари; 37, 40 – перемикаючі клапани; 45 – пневмоелектричний датчик; 47 – гальмівний циліндр. Магістралі: А – блокування компресорів; Б – живильна; В – гальмівна; Г – блокування гальм; Д – допоміжного гальма; Е – синхронізація роботи кранів машиніста. Відводи: а – до повітрепровода управління та обслуговування; б – до пісочної системи; в – до протипожежної системи; г – до швидкостеміра.

| | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата |
|----|-------|---------|--------|------|

0040.196594.МДР.2021.001

Арк.

29

В обох схемах гальм застосовані: кран машиніста № 395.000-3, повітророзподільник № 483 000 з камерою № 295.001 і пневматичним датчиком № 418.000, кран допоміжного гальма № 254.000-1, масловідділювач № Э-120Т, реле тиску № 404.000. Конструкція компресора і гальмівної апаратури, а також робота пневматичного гальма докладно викладені в літературі по автоматичних гальмах локомотивів.

Особливістю схеми пневматичного гальма, застосовуваної на тепловозах з 1985 р., є те, що вона забезпечує автоматичне гальмування секцій тепловоза при їхньому саморозчепленні або порушенні цілісності рукавів пневматичної системи. Крім того, у схемі застосоване блокування гальма № 367.000А, що забезпечує правильне перемикання гальмівної системи при зміні локомотивною бригадою кабін машиніста.

На тепловозах, обладнаних за новою схемою (див. рис. 4), при наповненні живильної магістралі *Б* одночасно заряджаються резервуари *36* і *41*. При переведенні ручки крана машиніста *5* у положення службового гальмування знижується тиск у гальмівній магістралі *В*, що пускає в хід розподільне обладнання повітророзподільника *46*. Переміщення штока повітророзподільника відкриває доступ повітря з резервуара *44* до крана допоміжного гальма *4* і блокувального клапану *49*. Під тиском цього повітря розподільний клапан управляючого обладнання крана допоміжного гальма переміщається в положення, при якому повітря з живильної магістралі, пройшовши попередньо через фільтр *54* надходить у магістраль *Д* допоміжного гальма. З магістралі *Д* повітря надходить до перемикальних клапанів *37* і *40*, які, спрацювавши, перепускають його відповідно до реле тиску *34* і *43*. Реле тиску, перемикаючись, відкривають доступ повітря з резервуарів *36* і *41* до гальмівних циліндрів. Стиснене повітря, пересуваючи штоки гальмівних циліндрів, через систему важелів передає зусилля на гальмівні колодки. Відпуск гальма локомотива при загальмованому составі проводиться установкою рукоятки крана допоміжного гальма в *І* положення *У* випадку обриву гальмівної магістралі (саморозчеплення секцій), а також при

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 30 |

екстреному гальмуванні на ведучій секції спрацьовує блокувальний клапан 49, який з резервуара 44 повітророзподільника через кран 48 перепускає повітря до перемикального клапана 40. Одночасно на відомій секції спрацьовує блокувальний клапан 82, що перепускає повітря до перемикального клапана 87. Далі повторюється процес, описаний вище при розгляді службового гальмування. Після екстреного гальмування відпуск здійснюється переведенням ручки крана машиніста в I або II положення.

Важільна передача призначена для передачі зусиль із одночасним їхнім збільшенням від штоків гальмівних циліндрів або привода ручного гальма до гальмівних колодок. Передача забезпечує рівномірне натискання колодок на бандажі коліс. Технічна характеристика важільної передачі наведена у табл. I.

Таблиця I – Технічна характеристика важільної гальмівної передачі тепловоза 2М62.

| Параметр | Значення |
|---|--------------------------------|
| Повне передаточне число | 10,77 |
| Кількість гальмівних колодок (на візок) | 6 |
| Натискання гальмівних колодок на бандажі при к. п. д передачі 0,9 кН (тс.): при тиску повітря в гальміному циліндрі 0,35 МПа (3,5 кгс/см ²) при тиску повітря в гальмовому циліндрі 0,42 МПа (4,2 кгс/см ²) | 100,5 (10,05) 123,2 (12,32) |
| Номінальний зазор між колодкою і бандажем у розгальмованому стані, мм | 6,8 |
| Тип гальмівних циліндрів | ум. № 507Б |
| Діаметр гальмівних циліндрів, дюйми | 10 |
| Вихід штока гальмівного циліндра, мм: установочний допустимий нрн видачі тепловоза з депо максимально припустимий в експлуатації | 75±5 70...100 150 |

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 31 |

Важільна гальмівна передача візка (рис. 5) складається із двох самостійних груп підвісок і важелів, розташованих одна на лівій, інша па правій стороні візка. Кожна група приводиться в дію від свого гальмівного циліндра, укріпленого на рамі візка.

Верхня частина крайньої підвіски 11 гальмівної колодки за допомогою осі 23 шарнірно закріплена в кронштейні 1. Нижня частина підвіски шарнірно пов'язана із гвинтовою стяжкою 9. Гребневая колодка 14, з'єднана чекою з башмаком 13, утримується на осі 12 підвіски в її середній частині Кронштейн 2 з однієї сторони кріпиться болтом до підвіски 11, а з іншої сторони шпилькою 36, що проходить через корпус 37 пружини до башмака 13. Кут нахилу гальмівної колодки (тобто кут між горизонталями, що проходять через вісь колеса і поперечну вісь гальмівної колодки) регулюється поворотом башмака 13 у зборі із кронштейном 2 щодо осі 12 і фіксується болтами з'єднанням кронштейна з підвіскою. Середня підвіска гальмівної колодки конструктивно відрізняється від крайніх підвісок 5 і 11. Вона складається з важеля 30, з'єданоговилкою 15 з балансиrom 16 і двох бічних підвісок 28 і 31, шарнірно закріплених у кронштейні 3 за допомогою осей 29. З'єднання підвіски 31 з башмаком 7 і кронштейном 4 аналогічно з'єднанню підвіски 11 із кронштейном 2 і башмаком 13. Важіль 30 у своїй середній частині також шарнірно з'єднується з башмаком 7, а в нижній частині — із гвинтовою стяжкою 6.

Гальмова гребневая колодка являє собою конструкцію, що містить призматичні і гребневые вставки зі спеціального чавуну підвищеної твердості і сталевий каркас, залиті чавуном. Твердість колодки повинна перебувати в межах 230300 НВ. Корпус башмака сталевий. Для запобігання проушин корпусу від зношування в них запресовують втулки з більш твердої сталі.

При гальмуванні краном машиніста або краном допоміжного гальма стиснене повітря, надходячи в гальмові циліндри 19, переміщає поршень зі штоком. При цьому балансіr 21, повертаючись навколо осі тяги 20, змушуєвилку 22 і з'єдану з нею верхню частину важеля 8 рухатися в протилежному напрямку.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 32 |

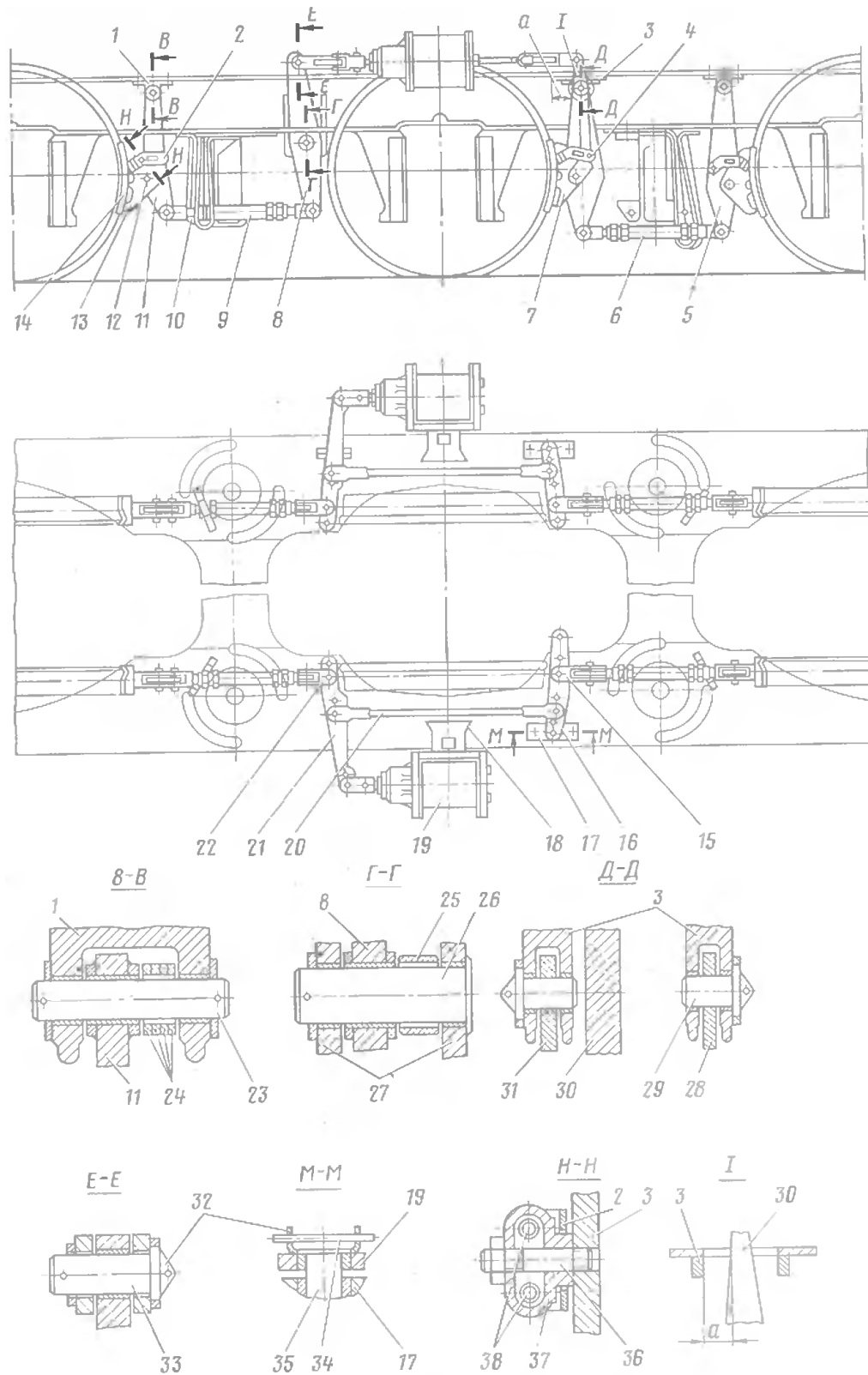


Рисунок 5 – Гальмівна важільна передача:

1, 2, 3, 4, 17, 18, 27 - кронштейни; 5, 11, 28, 31 – підвіски гальмівних колодок; 6, 9 – гвинтові стяжки; 7, 13 – башмаки; 8, 30 - важелі; 10, 32 -запобіжні скоби; 12, 23, 26, 29, 33 35 – осі; 14 – гребенева колодка; 15, 22 – вилка; 16, 21 – балансири; 19 - гальмівний циліндр; 20 – тяга; 24, 25 – проставки; 34 - шплінт; 36 – шпилька; 37 - корпус пружини; 38 – пружина.

| | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|
| | | | | |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата |

0040.196594.МДР.2021.001

Арк.

33

Важіль 8, повертаючись навколо осі 26, пересуває стяжку 9, підводячи підвіску 11 з башмаком і колодкою до бандажа першого колеса. Одночасно з поворотом балансира 21 навколо осі тяги 20 відбувається переміщення самої тяги в тому ж напрямку, що й штока гальмівного циліндра. Це переміщення особливо прискорюється після упору колодки 14 у бандаж колеса. Пересуваючись, тяга 20 повертає балансір 16 навколо осі 35, закріпленої в кронштейні 17, і переміщає шарнірно пов'язану з балансіром вилку 15 і важіль 30.

Важіль підводить башмак 7 з колодкою до бандажа другого колеса. Після упору колодки в бандаж важіль 30 при своєму подальшому переміщенні починає повертатися навколо осі, що з'єднує башмак 7 з важелем і підвісками 28, 31. При цьому нижня частина важеля 30 пересуває стяжку 6, підводячи підвіску 5 з башмаком і колодкою до бандажа третього колеса. Група підвісок і важелів, що приводяться від штока другого гальмівного циліндра, працює аналогічно.

Положення гальмівних колодок щодо бандажів регулюють гвинтовими стяжками 6 і 9. Спочатку поворотом стяжки 6 (при колодках, притиснутих до бандажів) роблять зазор a між кромкою кронштейна 3 і важелем 30, рівним $(70+10)$ мм, потім стяжкою 9 установлюють вихід штока гальмівного циліндра (75 ± 5) мм. Аналогічно регулюється положення і гальмівних колодок з іншого боку візка.

При відпуску гальм повітря з гальмівних циліндрів надходить в атмосферу, і пружина гальмівного циліндра повертає поршень зі штоком, а з ним і важільну передачу у вихідне положення. Для запобігання нерівномірного зношування гальмівних колодок при відпуску гальм під час руху тепловоза служить установлюваний на підвісках башмаків корпус 37 із пружинами 38, що не дозволяє верхній частині гальмівної колодки опускатися на бандаж при відводі підвіски від колеса.

Після складання важільна передача гальма повинна вільно переміщатися в шарнірних ланках. Від правильного регулювання важільної системи залежить надійність роботи гальм тепловоза й, отже, безпека його руху.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 34 |

2. ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ ВИМОГ НОРМАТИВНИХ ДОКУМЕНТІВ УКРАЇНИ ТА КРАЇН ЄС ДО ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ЗАЛІЗНИЧНОГО РУХОМОГО СКЛАДУ

2.1 Вимоги законодавства України до гальмівних систем.

Загальні вимоги до гальм наведені у Правилах технічної експлуатації залізниць України [19].

Відповідно до розділу 11 Правил [19], „ 11.1. Рухомий склад, в тому числі спеціальний самохідний рухомий склад має бути обладнаний автоматичними гальмами, а пасажирські вагони і локомотиви, крім того, електропневматичними гальмами.

Автоматичні гальма рухомого складу, в тому числі спеціального самохідного рухомого складу мають утримуватися у визначених Державною адміністрацією залізничного транспорту України нормах і мати керованість і надійність дії у різних умовах експлуатації, забезпечувати плавність гальмування, а також зупинку поїзда за роз'єднання або розриву повітропровідної магістралі та за умови відкриття стоп-крана (крана екстреного гальмування).

Автоматичні і електропневматичні гальма рухомого складу, в тому числі спеціального самохідного рухомого складу мають забезпечувати гальмове натиснення, що гарантує зупинку поїзда за екстреного гальмування на відстані не більшій гальмівної путі, визначеної згідно з розрахунками, затвердженими Державною адміністрацією залізничного транспорту України.

11.2. Автоматичні гальма мають забезпечувати можливість застосування різних режимів гальмування залежно від завантаженості вагонів, довжини состава і профілю колії.

Стоп-крани в пасажирських вагонах і моторвагонному рухомому складі встановлюються в тамбурах, всередині вагонів, і пломбуються.

У спеціальному самохідному рухомому складі при потребі встановлюються стоп-крани або інші пристрої для екстреного гальмування.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 35 |

11.3. Локомотиви, пасажирські вагони і моторвагонний і спеціальний самохідний рухомий склад обладнуються ручними гальмами. Частина вантажних вагонів за нормами Державної адміністрації залізничного транспорту України обладнується перехідною площадкою зі стоп-краном та ручним гальмом.

Ручні гальма рухомого складу, у тому числі спеціального самохідного рухомого складу мають утримуватися відповідно до встановлених норм і забезпечувати розрахункове гальмове натиснення, яке визначене Державною адміністрацією залізничного транспорту України.

11.4. Усі частини важелевої гальмівної передачі, роз'єднання або пошкодження яких може викликати вихід із габариту чи падіння на колію, мають забезпечуватися запобіжними пристроями.

Специфічні вимоги до гальмівних систем рухомого складу наведені у Інструкції [20]. Дана інструкція встановлює вимоги до технічного обслуговування гальмівного обладнання рухомого складу, визначає порядок перевірки технічного стану гальмівного обладнання, порядок експлуатації гальм у різних режимах для різних типів рухомого складу. У інструкції наведені основні положення щодо технічного обслуговування гальмівного обладнання, порядок розміщення і ввімкнення гальм. Наведені вимоги з забезпечення поїздів гальмами. Окремий розділ присвячений випробуванням і перевірці гальм у поїздах з локомотивною тягою та у моторвагонних поїздах. Визначається порядок управління гальмами, у тому числі при веденні поїзда по переломному профілю, наведені нормативи з гальм.

Питання технічного обслуговування, ремонту та випробування гальмівного устаткування регламентуються Інструкцією [21]. У інструкції наведені терміни, характеристика, організація технічного обслуговування, ремонту, приймання й випробувань гальмівного устаткування електровозів, тепловозів і моторвагонного рухомого складу, Обсяг робіт з гальмівного устаткування при технічних обслуговуваннях різних об'ємів. Даються відомості про технологію ремонту

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 36 |

усього гальмівного устаткування. Окремий розділ присвячено випробуванням гальмівного устаткування.

Окремі вимоги до гальмівного устаткування наведені також у інструкціях х експлуатації та правилах ремонту конкретних серій локомотивів.

2.2 Вимоги інтеперабельності до гальмівних систем локомотивів.

Основним нормативним документом, який визначає вимоги до гальмівних систем локомотивів є ТСТ [22].

Вимоги цієї ТСТ застосовується до наступних типів рухомого складу:

- моторвагонного рухомого складу з дизельним або електричним тяговим приводом;
- самохідним одиницям рухомого складу з електричним або дизельним тяговим приводом;
- пасажирським вагонам;
- спеціального самохідного рухомого складу.

ТСТ застосовується до вказаного вище рухомому складу, що експлуатується на коліях шириною 1435 мм, 1520 мм, 1524 мм, 1600 мм і 1668 мм.

Під дію зазначеного ТСТ підпадає рухомий склад, що поступив в експлуатацію до 1 січня 2015 року.

Згідно з пунктом 4.2.4 ТСТ [22] метою гальмівної системи поїзда є забезпечення зменшення або підтримки швидкості на спуску, зупинка поїзда в межах максимально допустимого гальмівного шляху а також закріплення поїзда.

Основними факторами, які впливають на ефективність гальмування є гальмова потужність (похідна сили гальмування), маса поїзда, опір коченню поїзда, швидкість і сила зчеплення.

Індивідуальні характеристики складових поїзда повинні бути визначені таким чином, щоб можна було визначити загальну ефективність гальмування поїзда.

Ефективність гальмування визначається гальмівними кривими, що

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 37 |

виявляють собою значення сповільнення у функції від швидкості) і еквівалентний час реакції.

Гальмівний шлях, процентна частка гальмівної ваги (позначувана як λ або «процентна частка гальмівної маси»), гальмова маса також можуть використовуватися для визначення ефективності гальмування і можуть бути отримані (прямо або через гальмівний шлях) з гальмівних кривих за допомогою розрахунку.

Ефективність гальмування може змінюватися залежно від маси поїзда або типу транспортного засобу.

Мінімальна ефективність гальмування поїзда, необхідна для роботи поїзда на лінії із установленою швидкістю, залежить від характеристики лінії (системи сигналізації, максимальної швидкості, значень ухилів).

Розділ 4.2.4.2 ТСІ [22] визначає основні функціональні вимоги і вимоги безпеки до гальмівних систем. Розглянемо основні з них.

Усі одиниці рухомого складу, охоплені даним ТСІ повинні бути оснащені:

основною гальмовою системою, яка використовується під час руху для службового і екстреного гальмування;

стояночним гальмом, яке використовується на стоянках і діє без використання зовнішньої енергії необмежений час.

Основна система гальмування повинна забезпечувати:

безперервність: керуючий сигнал повинен передаватися з кабіни керування на весь поїзд по лінії керування.

автоматичність: втрата цілісності, втрата електричного живлення по лінії керування повинні приводити до приведення гальма в дію на всіх складових поїзда.

Допускається доповнювати основну гальмову систему додатковими гальмівними системами (динамічним гальмом і т.п.).

При проектуванні гальмівних систем повинно враховуватись розсіювання енергії гальмування. Зазначена енергія не повинна приводити до яких-небудь

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 38 |

пошкоджень компонентів гальмівної системи в нормальних умовах експлуатації, що повинне бути підтверджене розрахунком. При проектуванні повинен бути виконаний температурний розрахунок.

Конструкція гальмівної системи повинна включати засоби контролю і діагностики.

Гальмові характеристики повинні відповідати вимогам безпеки також для випадків порушення цілісності кола керування гальмом, у випадку порушення подачі енергії на гальмування, збою джерела живлення або відмови іншого джерела енергії.

У поїзді повинен бути забезпечений достатній запас енергії для гальмування, розподіленої уздовж поїзда у відповідності з конструкцією гальмівної системи.

Гальмова система повинна забезпечувати невичерпність при послідовних гальмуваннях і відпуску гальма.

У випадку саморозчеплення повинне бути забезпечене гальмування двох частин поїзда. Гальмові характеристики частин не обов'язково повинні бути ідентичними.

У випадку припинення подачі гальмівної енергії або збою джерела живлення повинна забезпечуватися можливість утримання вагона (поїзда) з максимальним гальмовим навантаженням на уклоні 40% використовуючи тільки фрикційне гальмо головної гальмівної системи як мінімум протягом двох годин.

Система керування гальмами повинна забезпечувати три режими гальмування:

екстрене гальмування: застосування передбаченої гальмівної сили в передбачений відрізок часу для зупинки поїзда з певним рівнем ефективності гальмування і його утримання протягом певного часу;

службове гальмування: застосування регульованого гальмівного зусилля для керування швидкістю поїзда, включаючи зупинку й утримання протягом певного часу;

стоянкове гальмо: застосування гальмівної сили для втримання поїзда (або

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 39 |

його складової) нерухомо без використання енергії.

Команда на гальмування незалежно від режиму керування повинна виконуватися навіть у випадку активної команди відпуску гальма крім випадку навмисної затримки машиністом команди на гальмування, поданої з поїзда.

Для швидкостей вище 5 км/год максимальне вповільнення при гальмуванні повинне бути менше $2,5 \text{ м/с}^2$.

Поїзда, призначені для експлуатації в загальному режимі (різні групи рухомого складу; состави поїздів) в інших системах колії, крім системи 1520 мм, повинні бути оснащені гальмовою системою з гальмовою магістраллю, сумісною з гальмовою системою UIC.

Ця вимога встановлена для забезпечення технічної сумісності функції гальмування між транспортними засобами різних виробників у поїзді.

Вимоги до типу гальмівної системи для поїздів постійного формування не визначаються.

У кабіні машиніста повинно бути доступно як мінімум два незалежні командні обладнання екстреного гальмування, що дозволяють активувати екстрене гальмо простим рухом машиніста, який перебуває у своєму звичайному робочому положенні за допомогою однієї руки.

Одним з таких обладнань повинна бути червона ударна кнопка (грибок).

Положення гальмування цього аварійного гальма при активації повинно самоблокуватися механічним способом; розблокування цієї позиції повинно бути можливим тільки навмисною дією.

Активація аварійного гальма також повинна бути можлива за допомогою керуючої команди і бортової системи сигналізації, як це визначено в CCS TSI.

Якщо команда не відміняється, активація екстреного гальмування повинна автоматично привести до наступного:

- передача команди аварійного гальмування по поїзду по лінії керування гальмом,
- відключення всього тягового зусилля за менше, ніж 2 секунди; це відключення не може бути скинуте доти, поки машиніст не скасує команду тяги,

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 40 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

- заборона всіх команд або дій «відпустити гальмо».

Функція робочого (службового) гальмування повинна дозволяти машиністові регулювати (шляхом додавання або відпускання) гальмове зусилля між мінімальним і максимальним значенням у діапазоні не менш 7 щаблів (включаючи відпускання гальма і максимальне гальмове зусилля), щоб контролювати швидкість поїзда.

Команда службового гальмування повинна бути активна тільки в одному місці в поїзді.

Коли швидкість поїзда перевищує 15 км/год, активація службового гальмування машиністом повинна автоматично приводити до припинення всіх тягових зусиль; це відключення не повинне скидатися доти, поки машиніст не скасує команду тяги.

Фрикційне гальмо може використовуватися навмисно на швидкості вище 15 км/год з тяговим зусиллям для спеціальних завдань (відтавання, очищення компонентів гальма...); не повинно бути можливості використовувати ці конкретні функції у випадку екстреного або робочого гальмування.

Локомотиви (вузли, призначені для перевезення вантажних вагонів або пасажирських вагонів), призначені для загальної експлуатації, повинні бути оснащені прямодіючим гальмом.

Система прямодіючого гальма повинна дозволяти прикладати гальмове зусилля до локомотива незалежно від команди головної гальмівної системи, при цьому гальма в поїзді не повинні приходити в дію.

Команда стояночного гальмування повинна приводити до застосування певного гальмівного зусилля протягом необмеженого періоду часу, протягом якого може виникнути нехватка енергії на борту.

Повинна бути можливість відпустити стояночне гальмо в стані спокою, у тому числі з метою виведення поїзда з перегону.

Для моторвагонного рухомого складу, а також для локомотивів загальної експлуатації, команда стояночного гальма повинна активуватися автоматично при вимиканні енергетичної установки. Для інших одиниць поїзда (вагонів) команда

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 41 |

стояночного гальма повинна бути або активована вручну, або активована автоматично при вимиканні агрегату.

Примітка: особливості застосування стояночного гальма можуть залежати від стану основного гальма; стояночне гальмо повинно працювати при відсутності енергії на борті.

Система захисту від ковзання коліс (WSP) - це система, розроблена для найкращого використання наявного зчеплення за рахунок контрольованого зниження й відновлення гальмівного зусилля, щоб запобігти блокуванню колісних пар і неконтрольованому ковзанню, мінімізуючи в такий спосіб збільшення гальмівного шляху й можливе пошкодження колеса.

Рухомий склад, розрахований на максимальну робочу швидкість вище 150 км/год, повинен бути оснащений системою захисту від ковзання коліс.

2.3 Вимоги ТСТ до проведення гальмівних випробувань

Гальмові характеристики агрегату (поїзда або транспортного засобу) (уповільнення у функції швидкості) і час гальмування повинні визначатися шляхом розрахунків з урахуванням уклону.

Розрахунки ефективності гальмування повинен виконуватися на етапі проектування і повинен переглядатися (коректування параметрів) після натурних випробувань, для того щоб вони відповідали результатам випробувань.

Кожний розрахунок повинен виконуватися для діаметрів коліс, що відповідають новим або зношеним колесам, і повинен включати розрахунки необхідного рівня зчеплення колеса / рейки

Коефіцієнти тертя, використовувані фрикційним гальмовим обладнанням, що враховуються при розрахунках, повинні бути обґрунтовані.

Розрахунки ефективності гальмування повинен виконуватися для двох режимів керування: аварійне гальмо і максимальне робоче гальмо.

Остаточний розрахунок ефективності гальмування (відповідно до результатів випробувань) повинен бути частиною технічної документації

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 42 |

Максимальне середнє сповільнення, розроблене для всіх використовуваних гальм, включаючи гальмо, що не залежить від зчеплення колеса з рейкою, повинне бути нижче $2,5 \text{ м/с}^2$; ця вимога пов'язане з поздовжнім опором колії.

Час реакції

Для моторвагонного рухомого складу та поїздів фіксованого формування, еквівалентний час відгуку і час затримки, розраховані по загальній силі екстреного гальмування, що розпочинається у випадку команди екстреного гальмування, повинні бути нижче, чим наступні значення:

- еквівалентний час відгуку:
- 3 секунди для рухомого складу з максимальною розрахунковою швидкістю вище або рівної 250 км/год;
- 5 секунд для інших типів рухомого состава
- Час затримки: 2 секунди

Для рухомого скдажу, спроектованого й оціненого для загальної експлуатації, час спрацьовування повинний бути таким, як зазначено для гальмівної системи UIC.

Розрахунки сповільнення:

Для всіх типів рухомого состава повинен бути виконаний розрахунки характеристик екстреного гальмування. При розрахунку повинні бути визначені крива сповільнення і гальмівний шлях при наступних початкових швидкостях (якщо вони нижче максимальної розрахункової швидкості агрегату): 30 км/год; 100 км/год; 120 км/год; 140 км/год; 160 км/год; 200 км/год; 230 км/год; 300 км/год; максимальна розрахункова швидкість.

Для рухомого состава загальної експлуатації, також повинен бути визначений відсоток маси гальма (лямбда).

Розрахунки ефективності екстреного гальмування повинен виконуватися з використанням гальмівної системи у двох різних режимах з урахуванням погіршених умов:

- Нормальний режим: відсутність відмови в гальмівній системі й номінальне значення коефіцієнтів зчеплення (відповідних до сухих умов), використовуваних

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 43 |

фрикційним гальмовим обладнанням. Цей розрахунки забезпечує нормальний режим ефективності гальмування.

- Погіршений режим: у якому враховуються можливі одиничні відмови; із цією метою повинні бути визначені характеристики екстреного гальмування у випадку відмови (ов) однієї (їх) точки (ок), що приводить до найбільшого гальмівного шляху, і повинна бути чітко ідентифікованою пов'язана з цим одиночна відмова (задіяний компонент і режим відмови, частота відмов, якщо можливо).

- Погіршені умови: крім того, розрахунки характеристик екстреного гальмування повинен виконуватися зі зменшеними значеннями коефіцієнта зчеплення з урахуванням граничних значень для температури й вологості

Розрахунки ефективності екстреного гальмування повинен виконуватися для трьох наступних умов осьового навантаження:

- мінімальне навантаження: «розрахункова маса в робочому стані»;
- нормальне навантаження: «розрахункова маса при нормальному корисному навантаженні»
- максимальне гальмове навантаження: умова навантаження нижче або рівно «розрахунковій масі при винятковому корисному навантаженні».

Якщо ця умова навантаження нижча, ніж «розрахункова маса при винятковому корисному навантаженні», це повинно бути обґрунтоване і задокументовано в загальній документації.

Випробування повинні проводитися для перевірки правильності розрахунків екстреного гальмування відповідно до процедури оцінки відповідності.

Для кожного стану навантаження найменший результат (тобто той, що веде до найбільшого гальмівного шляху) розрахунків «характеристики екстреного гальмування в нормальному режимі» при максимальній розрахунковій швидкості (переглянутої відповідно до результатів випробувань, необхідних вище) повинен бути записаний у технічній документації.

Для всіх типів рухомого скдажу повинні бути виконані розрахунки

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 44 |

максимальної ефективності службового гальмування з гальмовою системою в нормальному режимі з номінальним значенням коефіцієнтів зчеплення, використовуваних устаткуванням фрикційного гальма для навантаження умова «розрахункова маса при нормальному корисному навантаженні» при проектній максимальній швидкості.

Випробування повинні проводитися для підтвердження розрахунків максимального службового гальмування відповідно до процедури оцінки відповідності.

Коли робоче гальмування має більш високі конструктивні характеристики, ніж екстрене гальмування, повинна бути можливість обмежити максимальну ефективність робочого гальмування (залежно від конструкції системи керування гальмуванням або в якості технічного обслуговування) на рівні нижче, чим ефективність екстреного гальмування.

Примітка. Держава-член ЄС може попросити, щоб ефективність екстреного гальмування була на більш високому рівні, ніж максимальна ефективність гальмування з міркувань безпеки, але в кожному разі вона не може перешкоджати доступу до залізничного підприємства, що використовує більш високі максимальні характеристики гальмування, якщо Держава-член ЄС може продемонструвати, що національний рівень безпеки перебуває під загрозою.

Потужність гальмівної енергії повинна бути перевірена шляхом розрахунків, що показує, що гальмова система в нормальному режимі розрахована на те, щоб витримувати розсіювання енергії гальмування. Контрольні значення, використовувані в цих розрахунках для компонентів гальмівної системи, які розсіюють енергію, повинні бути підтвержені термічним випробуванням або попереднім досвідом.

Цей розрахунок повинен містити в собі сценарій, що полягає з 2-х послідовних натискань на екстрене гальмо від максимальної швидкості (часовий інтервал, відповідний до часу, необхідного для прискорення поїзда до максимальної швидкості) на горизонтальній ділянці для умови навантаження «максимальне гальмове навантаження».

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 45 |

Для рухомого складу, який не може експлуатуватися одиночно як поїзд, повинен бути зазначений інтервал часу між двома послідовними натисканнями на екстрене гальмо, використаними в розрахунках.

Максимальний уклон лінії, відповідна довжина і робоча швидкість, на які розрахована гальмова система залежно від теплоємності гальмівної системи, також визначаються розрахунками для умови навантаження «максимальне гальмове навантаження», причому робоче гальмо використовується для підтримки швидкості поїзда із постійною робочою швидкістю.

Результат (максимальний уклон лінії, відповідна довжина і робоча швидкість) повинні бути записані у документації по рухомому складу.

Пропонується наступний «еталонний випадок» для розглянутого схилу: підтримувати швидкість 80 км / год на схилі з постійним уклоном 21 ‰ на відстані 46 км. Якщо використовується цей еталонний випадок, у документації може бути зазначене тільки відповідність.

Рухомий склад (поїзд або вагон) у стані навантаження «розрахункова маса в робочому стані» без якого-небудь джерела живлення на ухилі 40‰, повинен залишатися нерухомим.

Нерухомість досягається за допомогою функції стояночного гальма й додаткових засобів (наприклад, гальмівних башмаків) у тому випадку, якщо стоянчне гальмо не може самостійно забезпечити ефективність; необхідні додаткові засоби повинні бути доступні на борту поїзда.

Робочі характеристики стояночного гальма рухомого складу (поїзда або транспортного засобу) повинні розраховуватися відповідно до визначення, наведеного в специфікації.

Результат (уклон, при якому рухомий склад залишається нерухомим тільки за допомогою стояночного гальма), повинен реєструватися в технічному документі.

Гальмова система рухомого складу повинна бути спроектована таким чином, щоб робочі характеристики екстреного гальма (включаючи динамічне гальмо, якщо він сприяє підвищенню продуктивності) і робочі характеристики

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 46 |

робочого гальма (без динамічного гальма) не допускали розрахункове зчеплення колеса з рейкою для кожної колісної пари на швидкості в діапазоні > 30 км / год і < 250 км / год вище 0,15 з наступними виключеннями:

- для рухомого скдажу постійного формування, що має 7 осей або менш, розрахункове зчеплення колеса з рейкою не повинне перевищувати 0,13,

- для рухомого складу постійного формування, що має 20 або більш осей, розрахунковий коефіцієнт зчеплення між колесом і рейкою допускається встановлювати більше 0,15, але не більше 0,17.

Примітка: для випадку осьового навантаження «нормальне навантаження» виключення не існує; застосовується граничне значення 0,15.

Конструкція обладнання не повинна враховувати зчеплення коліс із рейками вище 0,12 при розрахунках ефективності стояночного гальма.

Ці межі зчеплення з рейкою колеса повинні бути перевірені шляхом розрахунків з найменшим діаметром колеса й із трьома умовами навантаження.

Усі значення коефіцієнта зчеплення повинні бути округлені до двох десяткових знаків.

2.4 Методи розрахунку гальмівного шляху одиночного локомотива, що прийняті в Україні

Гальмівний шлях s_r визначається шляхом розрахунку за інтервалами швидкості або розрахунку за інтервалами часу [15, 17]. При цьому до уваги можуть прийматися дійсні K або розрахункові K_p значення натиснення гальмівних колодок на колеса і, відповідно, дійсні φ_k або розрахункові φ_{kp} значення коефіцієнтів тертя гальмівних колодок.

Позначення величин, які використовуються при розрахунках гальмівного шляху, наведені у табл. II.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 47 |

Таблиця II - Позначення величин, які використовуються при розрахунках гальмівного шляху:

| Позначення | Одиниця вимірювання | Назва |
|--------------|---------------------|--|
| 1 | 2 | 3 |
| B_r | кН | Гальмівна сила, викликана тертям гальмівних колодок по колесах |
| b_r | Н/кН | Питома гальмівна сила |
| c | Н/кН | Повна питома сповільнююча сила |
| F | м ² | Площа поршня гальмівного циліндра |
| g | м/с ² | Прискорення вільного падіння |
| i | ‰ | Ухил |
| K | кН | Дійсна сила натиснення на одну гальмівну колодку |
| K_p | кН | Розрахункова сила натиснення на одну гальмівну колодку |
| m | | Кількість колодок, що припадає на один циліндр |
| n | | Передаточне число гальмівної важільної передачі |
| P | кН | Розрахункова вага локомотива |
| $P_{зч}$ | кН | Зчїпна вага локомотива |
| $p_{ц}$ | мПа | Тиск стиснутого повітря у циліндрі |
| Δp_c | мПа | Тиск у гальмівному циліндрі, який необхідний для подолання опорів у важільній передачі та стиснення пружини гальмівного циліндра до притиснення колодок до коліс |
| s_d | м | Дійсний шлях гальмування |
| $s_{п}$ | м | Шлях підготовки гальм до дії |

Продовження табл. II.

| 1 | 2 | 3 |
|----------------|---------------------|---|
| s_T | м | Гальмівний шлях |
| t | с | Час |
| t_{II} | с | Час підготовки гальм до дії |
| Δt | с | Інтервал часу |
| v | км/год | Швидкість руху |
| $v_{кін}$ | км/год | Кінцева швидкість у інтервалі |
| $v_{поч}$ | км/год | Початкова швидкість у інтервалі |
| v_0 | км/год | Швидкість на початку гальмування |
| w_i | Н/кН | Додатковий питомий опір руху від ухилу |
| w_x | Н/кН | Основний питомий опір руху локомотива на холостому ході |
| α | | Коефіцієнт, що характеризує параметри важільної передачі |
| ζ | км/год ² | Прискорення поїзда від дії одиничної питомої сили |
| η_n | | Коефіцієнт корисної дії гальмівної важільної передачі |
| $\eta_{ц}$ | | Коефіцієнт корисної дії гальмівного циліндра |
| ϑ | | Гальмівний коефіцієнт поїзда |
| ϑ_p | | Розрахунковий гальмівний коефіцієнт поїзда |
| φ_k | | Коефіцієнт тертя гальмівної колодки по колесу |
| $\varphi_{кр}$ | | Розрахунковий коефіцієнт тертя гальмівної колодки по колесу |
| ψ_k | | Розрахунковий коефіцієнт зчеплення рухаючі коліс локомотива чи моторного вагона з рейками |

Метод розрахунку гальмівного шляху рекомендується вибирати, виходячи з наступних міркувань.

Розрахунок за інтервалами швидкості та за розрахунковими значеннями $\varphi_{кр}$, K_p

Вказаний метод рекомендується застосовувати лише у випадках гальмування з початкової швидкості 50 км/год та вище на магістральному залізничному транспорті при відсутності явних ознак несправного стану гальмівної системи та ознак руху коліс юзом.

При розрахунку за даними методом величина гальмівного шляху приймається рівною сумі шляху підготовки гальм до дії та дійсного шляху гальмування

$$s_r = s_{п} + s_{д}. \quad (2.1)$$

Шлях підготовки гальм до дії визначається за формулою

$$s_{п} = 0,278 v_0 t_{п}. \quad (2.2)$$

Час підготовки гальм до дії для локомотивів визначається за формулами:

$$t_{п} = 7 - \frac{10i}{b_r}, \quad (2.3)$$

Дійсний шлях гальмування визначається за формулою

$$s_{д} = \sum_{i=1}^n \frac{500(v_{ni}^2 - v_{ki}^2)}{\zeta c} \quad (2.4)$$

Значення ζ приймається для одиночно прямуючих вантажних тепловозів $\zeta = 112 \text{ км/год}^2$

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 50 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

Повна питома сповільнююча сила у випадку розрахунків для одиночного локомотива, що рухається по прямій ділянці колії

$$c = b_r + w_x + w_i. \quad (2.5)$$

Питома гальмівна сила буде дорівнювати

$$b_r = 1000\varphi_{кр}g_p. \quad (2.6)$$

Розрахунковий гальмівний коефіцієнт для стандартних чавунних колодок визначається за формулою:

$$\varphi_{кр} = 0,27 \frac{v + 100}{5v + 100}; \quad (2.7)$$

Розрахунковий гальмівний коефіцієнт локомотива визначається за виразом

$$g_p = \frac{\sum_{i=1}^n K_{pi}}{P}. \quad (2.8)$$

Розрахункові значення K_p локомотивів приймають за даними, наведеними у [17].

Основний питомий опір локомотива при русі його на холостому ході визначається за формулами:

- на ланковій колії:

$$w'_x = 2,4 + 0,011 \cdot v + 0,00035 \cdot v^2; \quad (2.9)$$

- на безстиківій колії:

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 51 |

$$w'_x = 2,4 + 0,009 \cdot v + 0,00035 \cdot v^2 \quad (2.10)$$

Питомий опір руху від ухилу дорівнює крутизни самого ухилу, що виражена у ‰:

$$w_i = i, \quad (2.11)$$

Розрахунок за інтервалами часу та за розрахунковими значеннями $\varphi_{кр}$, K_p

Вказаний метод рекомендується застосовувати при гальмуванні зі швидкості $v_0 < 50$ км/год та при відсутності явних ознак несправності гальмівної системи. Розрахунок за інтервалами часу обов'язково проводиться у випадках, коли існують відомості про те, що зіткнення, наїзд або схід з рейок відбулися ще до повного наповнення гальмівних циліндрів стиснутим повітрям (час від моменту приведення гальм до дії до моменту ЗТП менший, ніж 10 сек).

При розрахунку за даним методом

$$S_r = \sum_{i=1}^n \Delta s_{ri} \quad (2.12)$$

Приріст гальмівного шляху у інтервалі:

$$\Delta s_r = \frac{\Delta t \cdot v_{cp}}{3,6}. \quad (2.13)$$

Приріст (зменшення) швидкості Δv у інтервалі часу Δt складає:

$$\Delta v = -\frac{\Delta t \cdot c \cdot \zeta}{3600}. \quad (2.14)$$

Величина c у цьому випадку розраховується аналогічно до попереднього методу.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 52 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

Розрахунок за дійсними значеннями φ_k , K

Вказаний метод розрахунку застосовується у випадках неможливості застосування розрахункових значень $\varphi_{кр}$, K_p (несправності гальмівної системи, які призвели до недостатнього тиску у гальмівних циліндрах, малопоширені типи рухомого складу, для яких значення $\varphi_{кр}$, K_p не визначені та ін.).

Розрахунок проводиться за інтервалами часу аналогічно до методу, що розглянутий вище. Відмінність полягає у тому, що приймаються не розрахункові ($\varphi_{кр}$, K_p), а дійсні значення коефіцієнту тертя колодки по колесу φ_k і сили натиснення на гальмівну колодку K .

Дійсна сила натиснення на одну колодку, кН, визначиться за формулою:

$$K = \alpha F (p_u - \Delta p_c), \quad (2.15)$$

$$\alpha = \frac{1}{m} n \eta_n \eta_u \cdot 10^3, \quad (2.16)$$

Коефіцієнт тертя для стандартних чавунних гальмівних колодок розраховують по емпіричній залежності:

$$\varphi_k = 0,6 \frac{1,63K + 100}{8,5K + 100} \cdot \frac{v + 100}{5v + 100}; \quad (2.17)$$

Метод вимагає проведення експертного експерименту для встановлення фактичного значення p_u .

2.5 Порівняльні гальмівні розрахунки

З використанням наведеної вище методики проведемо чисельний експеримент по визначенню гальмівного шляху одиночного локомотива серії 2М62. Вихідні дані для розрахунку наведені в табл. III. Результати розрахунку зведені у табл. IV – табл. XV.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 53 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

Таблиця III - Вихідні дані для розрахунку

| Назва | Позначення | Значення |
|--|--------------|-------------------------|
| Площа поршня гальмівного циліндра | F | 0,0506 м ² |
| Розрахункове натиснення гальмівних колодок на вісь | K_p | 10 тс |
| Кількість гальмівних колодок, що приводяться від одного циліндра | m | 3 |
| Передаточне число ГВП | n | 10,77 |
| Вага локомотива | P | 240 тс |
| Тиск у гальмівному циліндрі | p_u | 4,2 кгс/см ² |
| Тиск стиснення повертаючих пружин | Δp_c | 0,4 кгс/см ² |
| Одинична питома сповільнююча сила | ζ | 112 км/год ² |
| ККД ГВП | η_n | 0,9 |
| ККД гальмівного циліндра | η_u | 0,98 |

Таблиця IV– Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}, i = -6\%$)

| $v_{поч},$ км/ГОД | $v_{кін},$ км/ГОД | $v_{сер},$ км/ГОД | $\varphi_{кр}$ | $b_r,$ кгс/тс | $w_x,$ кгс/тс | $c,$ кгс/тс | $S_{ді},$ м |
|---|----------------------|----------------------|----------------|------------------|------------------|----------------|----------------|
| 100 | 90 | 95 | 0,092 | 45,8 | 6,41 | 46,20 | 183,6 |
| 90 | 80 | 85 | 0,095 | 47,6 | 5,69 | 47,27 | 160,6 |
| 80 | 70 | 75 | 0,099 | 49,7 | 5,04 | 48,78 | 137,3 |
| 70 | 60 | 65 | 0,105 | 52,4 | 4,46 | 50,88 | 114,1 |
| 60 | 50 | 55 | 0,112 | 55,8 | 3,95 | 53,75 | 91,4 |
| 50 | 40 | 45 | 0,120 | 60,2 | 3,51 | 57,74 | 69,6 |
| 40 | 30 | 35 | 0,133 | 66,3 | 3,14 | 63,42 | 49,3 |
| 30 | 20 | 25 | 0,150 | 75,0 | 2,84 | 71,84 | 31,1 |
| 20 | 10 | 15 | 0,177 | 88,7 | 2,61 | 85,33 | 15,7 |
| 10 | 0 | 5 | 0,227 | 113,4 | 2,45 | 109,85 | 4,1 |
| $s_n = 231,7$ м; $s_d = 856,6$ м; $s = 1088$ м. | | | | | | | |

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. 54 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

Таблиця V– Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}, i = 0\%$)

| $v_{поч}$, КМ/ГОД | $v_{кін}$, КМ/ГОД | $v_{сер}$, КМ/ГОД | $\varphi_{кр}$ | b_r , КГС/ТС | w_x , КГС/ТС | c , КГС/ТС | $S_{ді}$, М |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 100 | 90 | 95 | 0,092 | 45,8 | 6,41 | 52,20 | 162,5 |
| 90 | 80 | 85 | 0,095 | 47,6 | 5,69 | 53,27 | 142,5 |
| 80 | 70 | 75 | 0,099 | 49,7 | 5,04 | 54,78 | 122,2 |
| 70 | 60 | 65 | 0,105 | 52,4 | 4,46 | 56,88 | 102,0 |
| 60 | 50 | 55 | 0,112 | 55,8 | 3,95 | 59,75 | 82,2 |
| 50 | 40 | 45 | 0,120 | 60,2 | 3,51 | 63,74 | 63,0 |
| 40 | 30 | 35 | 0,133 | 66,3 | 3,14 | 69,42 | 45,0 |
| 30 | 20 | 25 | 0,150 | 75,0 | 2,84 | 77,84 | 28,7 |
| 20 | 10 | 15 | 0,177 | 88,7 | 2,61 | 91,33 | 14,7 |
| 10 | 0 | 5 | 0,227 | 113,4 | 2,45 | 115,85 | 3,9 |
| $s_{п} = 194,6$ м; $s_{д} = 766,7$ м; $s = 961$ м. | | | | | | | |

Таблиця VI – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}, i = 6\%$)

| $v_{поч}$, КМ/ГОД | $v_{кін}$, КМ/ГОД | $v_{сер}$, КМ/ГОД | $\varphi_{кр}$ | b_r , КГС/ТС | w_x , КГС/ТС | c , КГС/ТС | $S_{ді}$, М |
|--|-----------------------|-----------------------|----------------|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| 100 | 90 | 95 | 0,092 | 45,8 | 6,41 | 58,20 | 145,8 |
| 90 | 80 | 85 | 0,095 | 47,6 | 5,69 | 59,27 | 128,1 |
| 80 | 70 | 75 | 0,099 | 49,7 | 5,04 | 60,78 | 110,2 |
| 70 | 60 | 65 | 0,105 | 52,4 | 4,46 | 62,88 | 92,3 |
| 60 | 50 | 55 | 0,112 | 55,8 | 3,95 | 65,75 | 74,7 |
| 50 | 40 | 45 | 0,120 | 60,2 | 3,51 | 69,74 | 57,6 |
| 40 | 30 | 35 | 0,133 | 66,3 | 3,14 | 75,42 | 41,4 |
| 30 | 20 | 25 | 0,150 | 75,0 | 2,84 | 83,84 | 26,6 |
| 20 | 10 | 15 | 0,177 | 88,7 | 2,61 | 97,33 | 13,8 |
| 10 | 0 | 5 | 0,227 | 113,4 | 2,45 | 121,85 | 3,7 |
| $s_{п} = 194,6$ м; $s_{д} = 766,7$ м; $s = 961$ м. | | | | | | | |

Таблиця VII – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (дійсні значення K , φ_k , $i = -6\%$)

| $v_{\text{поч}}$, КМ/ГОД | $v_{\text{кін}}$, КМ/ГОД | $v_{\text{сер}}$, КМ/ГОД | φ_k | b_r , КГС/ТС | w_x , КГС/ТС | c , КГС/ТС | $S_{\text{ді}}$, М |
|---|------------------------------|------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| 100 | 90 | 95 | 0,068 | 41,6 | 6,41 | 42,00 | 202,0 |
| 90 | 80 | 85 | 0,071 | 43,2 | 5,69 | 42,90 | 176,9 |
| 80 | 70 | 75 | 0,074 | 45,2 | 5,04 | 44,22 | 151,4 |
| 70 | 60 | 65 | 0,078 | 47,6 | 4,46 | 46,07 | 126,0 |
| 60 | 50 | 55 | 0,083 | 50,7 | 3,95 | 48,64 | 101,0 |
| 50 | 40 | 45 | 0,090 | 54,7 | 3,51 | 52,22 | 76,9 |
| 40 | 30 | 35 | 0,099 | 60,2 | 3,14 | 57,34 | 54,5 |
| 30 | 20 | 25 | 0,112 | 68,1 | 2,84 | 64,97 | 34,4 |
| 20 | 10 | 15 | 0,133 | 80,6 | 2,61 | 77,20 | 17,3 |
| 10 | 0 | 5 | 0,170 | 103,0 | 2,45 | 99,46 | 4,5 |
| $s_{\text{п}} = 235$ м; $s_{\text{д}} = 945$ м; $s = 1180$ м. | | | | | | | |

Таблиця VIII – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (дійсні значення K , φ_k , $i = 0\%$)

| $v_{\text{поч}}$, КМ/ГОД | $v_{\text{кін}}$, КМ/ГОД | $v_{\text{сер}}$, КМ/ГОД | φ_k | b_r , КГС/ТС | w_x , КГС/ТС | c , КГС/ТС | $S_{\text{ді}}$, М |
|---|------------------------------|------------------------------|-------------|-------------------|-------------------|-----------------|------------------------|
| 100 | 90 | 95 | 0,068 | 41,6 | 6,41 | 48,00 | 176,7 |
| 90 | 80 | 85 | 0,071 | 43,2 | 5,69 | 48,90 | 155,2 |
| 80 | 70 | 75 | 0,074 | 45,2 | 5,04 | 50,22 | 133,3 |
| 70 | 60 | 65 | 0,078 | 47,6 | 4,46 | 52,07 | 111,5 |
| 60 | 50 | 55 | 0,083 | 50,7 | 3,95 | 54,64 | 89,9 |
| 50 | 40 | 45 | 0,090 | 54,7 | 3,51 | 58,22 | 69,0 |
| 40 | 30 | 35 | 0,099 | 60,2 | 3,14 | 63,34 | 49,3 |
| 30 | 20 | 25 | 0,112 | 68,1 | 2,84 | 70,97 | 31,5 |
| 20 | 10 | 15 | 0,133 | 80,6 | 2,61 | 83,20 | 16,1 |
| 10 | 0 | 5 | 0,170 | 103,0 | 2,45 | 105,46 | 4,2 |
| $s_{\text{п}} = 195$ м; $s_{\text{д}} = 837$ м; $s = 1031$ м. | | | | | | | |

Таблиця ІХ – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (дійсні значення K , φ_k , $i = 6\%$)

| $v_{\text{поч}},$ км/ГОД | $v_{\text{кін}},$ км/ГОД | $v_{\text{сер}},$ км/ГОД | φ_k | $b_r,$ кгс/тс | $w_x,$ кгс/тс | $c,$ кгс/тс | $S_{\text{ді}},$ м |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|------------------|----------------|-----------------------|
| 100 | 90 | 95 | 0,068 | 41,6 | 6,41 | 54,00 | 157,1 |
| 90 | 80 | 85 | 0,071 | 43,2 | 5,69 | 54,90 | 138,2 |
| 80 | 70 | 75 | 0,074 | 45,2 | 5,04 | 56,22 | 119,1 |
| 70 | 60 | 65 | 0,078 | 47,6 | 4,46 | 58,07 | 99,9 |
| 60 | 50 | 55 | 0,083 | 50,7 | 3,95 | 60,64 | 81,0 |
| 50 | 40 | 45 | 0,090 | 54,7 | 3,51 | 64,22 | 62,6 |
| 40 | 30 | 35 | 0,099 | 60,2 | 3,14 | 69,34 | 45,1 |
| 30 | 20 | 25 | 0,112 | 68,1 | 2,84 | 76,97 | 29,0 |
| 20 | 10 | 15 | 0,133 | 80,6 | 2,61 | 89,20 | 15,0 |
| 10 | 0 | 5 | 0,170 | 103,0 | 2,45 | 111,46 | 4,0 |
| $s_{\text{п}} = 154 \text{ м}; s_{\text{д}} = 751 \text{ м}; s = 905 \text{ м.}$ | | | | | | | |

Результати розрахунку гальмівного шляху за різними способами зведені до табл. XVI. На основі результатів розрахунку побудовані залежності $s_r = f(i)$ які представлені на рис. 6.

Як видно з табл. XVI та рис. VI розрахунок гальмівного шляху тепловоза 2М62 різними способами при гальмуванні зі швидкості 100 км/год дає результати, що відрізняються один від одного на близько 17%.

Розрахунок за інтервалами швидкості та дійсними значеннями сили натиснення гальмівних колодок на колеса та коефіцієнту тертя дає навищі значення гальмівного шляху. Найнижчі значення гальмівного шляху отримуються при розрахунках за інтервалами часу та розрахунковими значеннями сили натиснення та коефіцієнту тертя.

Вказана ситуація на нашу думку викликана невдалим підбором величини розрахункового гальмівного натиснення для тепловоза 2М62. Очікується, що вказана ситуація може повторюватись і для розрахунку гальмівного шляху інших типів локомотивів.

Таблиця Х – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}, i = -6\%$)

| t_n, c | t_k, c | $\Delta t, c$ | $V_{пoc},$ км/год | $V_{кiн},$ км/год | $V_{cep},$ км/год | $\%g_p$ | g_p | $\varphi_{кр}$ | $b_{т},$ кгс/тс | $w_x,$ кгс/тс | $c,$ кгс/тс | $\Delta v,$ км/год | $\Delta s_{т},$ м |
|----------|----------|---------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------|-------|----------------|--------------------|------------------|----------------|---------------------------|----------------------|
| 0 | 3 | 3 | 100 | 99,3 | 99,6 | 15 | 0,075 | 0,090 | 6,8 | 6,80 | 7,55 | -0,7 | 83,0 |
| 3 | 6 | 3 | 99,3 | 96,6 | 98,0 | 62 | 0,31 | 0,090 | 28,0 | 6,74 | 28,71 | -2,7 | 81,6 |
| 6 | 9 | 3 | 96,6 | 92,9 | 94,7 | 87 | 0,435 | 0,091 | 39,6 | 6,54 | 40,14 | -3,7 | 79,0 |
| 9 | 12 | 3 | 92,9 | 88,7 | 90,8 | 97 | 0,485 | 0,092 | 44,8 | 6,25 | 45,01 | -4,2 | 75,6 |
| 12 | 15 | 3 | 88,7 | 84,3 | 86,5 | 100 | 0,5 | 0,094 | 46,9 | 5,95 | 46,83 | -4,4 | 72,1 |
| 15 | 18 | 3 | 84,3 | 79,9 | 82,1 | 100 | 0,5 | 0,095 | 47,7 | 5,65 | 47,36 | -4,4 | 68,4 |
| 18 | 21 | 3 | 79,9 | 75,4 | 77,6 | 100 | 0,5 | 0,097 | 48,6 | 5,35 | 47,98 | -4,5 | 64,7 |
| 21 | 24 | 3 | 75,4 | 70,9 | 73,1 | 100 | 0,5 | 0,099 | 49,6 | 5,07 | 48,71 | -4,5 | 60,9 |
| 24 | 27 | 3 | 70,9 | 66,2 | 68,5 | 100 | 0,5 | 0,102 | 50,8 | 4,79 | 49,57 | -4,6 | 57,1 |
| 27 | 30 | 3 | 66,2 | 61,5 | 63,9 | 100 | 0,5 | 0,104 | 52,1 | 4,53 | 50,58 | -4,7 | 53,2 |
| 30 | 33 | 3 | 61,5 | 56,7 | 59,1 | 100 | 0,5 | 0,107 | 53,5 | 4,28 | 51,78 | -4,8 | 49,2 |
| 33 | 36 | 3 | 56,7 | 51,7 | 54,2 | 100 | 0,5 | 0,110 | 55,2 | 4,03 | 53,21 | -5,0 | 45,2 |
| 36 | 39 | 3 | 51,7 | 46,6 | 49,1 | 100 | 0,5 | 0,114 | 57,1 | 3,80 | 54,92 | -5,1 | 41,0 |
| 39 | 42 | 3 | 46,6 | 41,3 | 43,9 | 100 | 0,5 | 0,119 | 59,4 | 3,58 | 57,02 | -5,3 | 36,6 |
| 42 | 45 | 3 | 41,3 | 35,7 | 38,5 | 100 | 0,5 | 0,125 | 62,3 | 3,37 | 59,63 | -5,6 | 32,1 |
| 45 | 48 | 3 | 35,7 | 29,8 | 32,8 | 100 | 0,5 | 0,132 | 65,8 | 3,17 | 62,95 | -5,9 | 27,3 |
| 48 | 51 | 3 | 29,8 | 23,5 | 26,7 | 100 | 0,5 | 0,141 | 70,4 | 2,98 | 67,34 | -6,3 | 22,2 |
| 51 | 54 | 3 | 23,5 | 16,7 | 20,1 | 100 | 0,5 | 0,153 | 76,6 | 2,81 | 73,42 | -6,9 | 16,8 |
| 54 | 57 | 3 | 16,7 | 9,0 | 12,8 | 100 | 0,5 | 0,172 | 85,9 | 2,65 | 82,53 | -7,7 | 10,7 |
| 57 | 59,9 | 2,9 | 9,0 | 0,1 | 4,6 | 100 | 0,5 | 0,203 | 101,5 | 2,51 | 98,05 | -8,8 | 3,7 |
| | | | | | | | | | | | | $s_t = \sum \Delta s_t =$ | 980 |

Таблиця XI – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}, i = 0\%$)

| t_n, c | t_k, c | $\Delta t, c$ | $V_{поч}, км/год$ | $V_{кін}, км/год$ | $V_{ср}, км/год$ | $\% \vartheta_p$ | ϑ_p | $\varphi_{кр}$ | $b_p, кгс/тс$ | $w_x, кгс/тс$ | $c, кгс/тс$ | $\Delta v, км/год$ | $\Delta s_f, м$ |
|---------------------------|----------|---------------|-------------------|-------------------|------------------|------------------|---------------|----------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|-----------------|
| 0 | 3 | 3 | 100 | 98,7 | 99,4 | 15 | 0,075 | 0,090 | 6,8 | 6,80 | 13,55 | -1,3 | 82,8 |
| 3 | 6 | 3 | 98,7 | 95,5 | 97,1 | 62 | 0,31 | 0,090 | 28,0 | 6,70 | 34,72 | -3,2 | 80,9 |
| 6 | 9 | 3 | 95,5 | 91,2 | 93,3 | 87 | 0,435 | 0,091 | 39,8 | 6,45 | 46,21 | -4,3 | 77,8 |
| 9 | 12 | 3 | 91,2 | 86,4 | 88,8 | 97 | 0,485 | 0,093 | 45,0 | 6,13 | 51,17 | -4,8 | 74,0 |
| 12 | 15 | 3 | 86,4 | 81,5 | 83,9 | 100 | 0,5 | 0,095 | 47,3 | 5,79 | 53,09 | -5,0 | 69,9 |
| 15 | 18 | 3 | 81,5 | 76,4 | 78,9 | 100 | 0,5 | 0,097 | 48,3 | 5,46 | 53,75 | -5,0 | 65,8 |
| 18 | 21 | 3 | 76,4 | 71,3 | 73,9 | 100 | 0,5 | 0,099 | 49,4 | 5,13 | 54,53 | -5,1 | 61,6 |
| 21 | 24 | 3 | 71,3 | 66,2 | 68,8 | 100 | 0,5 | 0,101 | 50,6 | 4,82 | 55,47 | -5,2 | 57,3 |
| 24 | 27 | 3 | 66,2 | 60,9 | 63,5 | 100 | 0,5 | 0,104 | 52,1 | 4,53 | 56,60 | -5,3 | 52,9 |
| 27 | 30 | 3 | 60,9 | 55,5 | 58,2 | 100 | 0,5 | 0,107 | 53,7 | 4,25 | 57,95 | -5,4 | 48,5 |
| 30 | 33 | 3 | 55,5 | 49,9 | 52,7 | 100 | 0,5 | 0,111 | 55,6 | 3,98 | 59,59 | -5,6 | 43,9 |
| 33 | 36 | 3 | 49,9 | 44,2 | 47,0 | 100 | 0,5 | 0,116 | 57,9 | 3,72 | 61,62 | -5,8 | 39,2 |
| 36 | 39 | 3 | 44,2 | 38,2 | 41,2 | 100 | 0,5 | 0,121 | 60,7 | 3,48 | 64,14 | -6,0 | 34,3 |
| 39 | 42 | 3 | 38,2 | 31,9 | 35,0 | 100 | 0,5 | 0,128 | 64,1 | 3,25 | 67,38 | -6,3 | 29,2 |
| 42 | 45 | 3 | 31,9 | 25,2 | 28,5 | 100 | 0,5 | 0,137 | 68,6 | 3,04 | 71,67 | -6,7 | 23,8 |
| 45 | 48 | 3 | 25,2 | 18,0 | 21,6 | 100 | 0,5 | 0,150 | 74,8 | 2,85 | 77,64 | -7,2 | 18,0 |
| 48 | 51 | 3 | 18,0 | 9,9 | 13,9 | 100 | 0,5 | 0,168 | 83,9 | 2,67 | 86,59 | -8,1 | 11,6 |
| 51 | 54 | 3 | 9,9 | 0,4 | 5,1 | 100 | 0,5 | 0,199 | 99,3 | 2,52 | 101,83 | -9,5 | 4,3 |
| $s_f = \sum \Delta s_f =$ | | | | | | | | | | | | | 875 |

Таблиця XII – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}, i = 6\%$)

| t_n, c | t_k, c | $\Delta t, c$ | $V_{поч}, км/год$ | $V_{кін}, км/год$ | $V_{сер}, км/год$ | $\%g_p$ | g_p | $\varphi_{кр}$ | $b_r, кгс/тс$ | $w_x, кгс/тс$ | $c, кгс/тс$ | $\Delta v, км/год$ | $\Delta s_r, м$ |
|----------|----------|---------------|-------------------|-------------------|-------------------|---------|-------|----------------|---------------|---------------|-------------|---------------------------|-----------------|
| 0 | 3 | 3 | 100 | 98,2 | 99,1 | 15 | 0,075 | 0,090 | 6,8 | 6,80 | 19,55 | -1,8 | 82,6 |
| 3 | 6 | 3 | 98,2 | 94,4 | 96,3 | 62 | 0,31 | 0,091 | 28,1 | 6,66 | 40,73 | -3,8 | 80,2 |
| 6 | 9 | 3 | 94,4 | 89,5 | 91,9 | 87 | 0,435 | 0,092 | 39,9 | 6,37 | 52,29 | -4,9 | 76,6 |
| 9 | 12 | 3 | 89,5 | 84,1 | 86,8 | 97 | 0,485 | 0,093 | 45,3 | 6,01 | 57,33 | -5,4 | 72,3 |
| 12 | 15 | 3 | 84,1 | 78,6 | 81,4 | 100 | 0,5 | 0,095 | 47,7 | 5,64 | 59,38 | -5,5 | 67,8 |
| 15 | 18 | 3 | 78,6 | 73,0 | 75,8 | 100 | 0,5 | 0,098 | 48,9 | 5,27 | 60,18 | -5,6 | 63,2 |
| 18 | 21 | 3 | 73,0 | 67,3 | 70,1 | 100 | 0,5 | 0,100 | 50,2 | 4,92 | 61,15 | -5,7 | 58,4 |
| 21 | 24 | 3 | 67,3 | 61,5 | 64,4 | 100 | 0,5 | 0,103 | 51,7 | 4,59 | 62,34 | -5,8 | 53,6 |
| 24 | 27 | 3 | 61,5 | 55,5 | 58,5 | 100 | 0,5 | 0,107 | 53,5 | 4,28 | 63,79 | -6,0 | 48,7 |
| 27 | 30 | 3 | 55,5 | 49,4 | 52,4 | 100 | 0,5 | 0,111 | 55,6 | 3,98 | 65,59 | -6,1 | 43,7 |
| 30 | 33 | 3 | 49,4 | 43,1 | 46,2 | 100 | 0,5 | 0,116 | 58,1 | 3,70 | 67,83 | -6,3 | 38,5 |
| 33 | 36 | 3 | 43,1 | 36,5 | 39,8 | 100 | 0,5 | 0,123 | 61,3 | 3,44 | 70,69 | -6,6 | 33,1 |
| 36 | 39 | 3 | 36,5 | 29,5 | 33,0 | 100 | 0,5 | 0,131 | 65,3 | 3,19 | 74,45 | -6,9 | 27,5 |
| 39 | 42 | 3 | 29,5 | 22,1 | 25,8 | 100 | 0,5 | 0,141 | 70,6 | 2,97 | 79,60 | -7,4 | 21,5 |
| 42 | 45 | 3 | 22,1 | 13,9 | 18,0 | 100 | 0,5 | 0,157 | 78,3 | 2,77 | 87,10 | -8,1 | 15,0 |
| 45 | 48 | 3 | 13,9 | 4,7 | 9,3 | 100 | 0,5 | 0,181 | 90,6 | 2,59 | 99,22 | -9,3 | 7,8 |
| 48 | 49,2 | 1,2 | 4,7 | 0,1 | 2,4 | 100 | 0,5 | 0,229 | 114,5 | 2,45 | 122,95 | -4,6 | 0,8 |
| | | | | | | | | | | | | $s_r = \sum \Delta s_r =$ | 791 |

Таблиця XIII – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (дійсні значення K , φ_k , $i = -6\%$)

| t_n, c | t_k, c | $\Delta t, c$ | $v_{поч}, км/год$ | $v_{кін}, км/год$ | $v_{ср}, км/год$ | $\% \vartheta$ | ϑ | φ_k | $b_r, кгс/тс$ | $w_x, кгс/тс$ | $c, кгс/тс$ | $\Delta v, км/год$ | $\Delta s_r, м$ |
|---------------------------|----------|---------------|-------------------|-------------------|------------------|----------------|-------------|-------------|---------------|---------------|-------------|--------------------|-----------------|
| 0 | 3 | 3 | 100 | 99,4 | 99,7 | 15 | 0,091 | 0,067 | 6,1 | 6,80 | 6,93 | -0,6 | 83,1 |
| 3 | 6 | 3 | 99,4 | 96,9 | 98,1 | 62 | 0,376 | 0,067 | 25,4 | 6,75 | 26,15 | -2,4 | 81,8 |
| 6 | 9 | 3 | 96,9 | 93,5 | 95,2 | 87 | 0,528 | 0,068 | 35,9 | 6,56 | 36,50 | -3,4 | 79,3 |
| 9 | 12 | 3 | 93,5 | 89,7 | 91,6 | 97 | 0,589 | 0,069 | 40,6 | 6,30 | 40,86 | -3,8 | 76,3 |
| 12 | 15 | 3 | 89,7 | 85,7 | 87,7 | 100 | 0,607 | 0,070 | 42,4 | 6,02 | 42,43 | -4,0 | 73,1 |
| 15 | 18 | 3 | 85,7 | 81,7 | 83,7 | 100 | 0,607 | 0,071 | 43,1 | 5,74 | 42,83 | -4,0 | 69,8 |
| 18 | 21 | 3 | 81,7 | 77,7 | 79,7 | 100 | 0,607 | 0,072 | 43,8 | 5,47 | 43,28 | -4,0 | 66,4 |
| 21 | 24 | 3 | 77,7 | 73,6 | 75,7 | 100 | 0,607 | 0,073 | 44,6 | 5,21 | 43,82 | -4,1 | 63,0 |
| 24 | 27 | 3 | 73,6 | 69,5 | 71,5 | 100 | 0,607 | 0,075 | 45,5 | 4,96 | 44,44 | -4,1 | 59,6 |
| 27 | 30 | 3 | 69,5 | 65,2 | 67,3 | 100 | 0,607 | 0,077 | 46,5 | 4,71 | 45,17 | -4,2 | 56,1 |
| 30 | 33 | 3 | 65,2 | 60,9 | 63,1 | 100 | 0,607 | 0,078 | 47,5 | 4,48 | 46,02 | -4,3 | 52,6 |
| 33 | 36 | 3 | 60,9 | 56,6 | 58,8 | 100 | 0,607 | 0,080 | 48,8 | 4,25 | 47,01 | -4,4 | 49,0 |
| 36 | 39 | 3 | 56,6 | 52,1 | 54,3 | 100 | 0,607 | 0,083 | 50,2 | 4,03 | 48,18 | -4,5 | 45,3 |
| 39 | 42 | 3 | 52,1 | 47,4 | 49,7 | 100 | 0,607 | 0,085 | 51,8 | 3,82 | 49,57 | -4,6 | 41,5 |
| 42 | 45 | 3 | 47,4 | 42,7 | 45,0 | 100 | 0,607 | 0,088 | 53,6 | 3,61 | 51,23 | -4,8 | 37,5 |
| 45 | 48 | 3 | 42,7 | 37,7 | 40,2 | 100 | 0,607 | 0,092 | 55,8 | 3,42 | 53,26 | -5,0 | 33,5 |
| 48 | 51 | 3 | 37,7 | 32,5 | 35,1 | 100 | 0,607 | 0,096 | 58,5 | 3,24 | 55,77 | -5,2 | 29,2 |
| 51 | 54 | 3 | 32,5 | 27,0 | 29,7 | 100 | 0,607 | 0,102 | 61,9 | 3,06 | 58,97 | -5,5 | 24,8 |
| 54 | 57 | 3 | 27,0 | 21,1 | 24,0 | 100 | 0,607 | 0,109 | 66,3 | 2,90 | 63,19 | -5,9 | 20,0 |
| 57 | 60 | 3 | 21,1 | 14,6 | 17,9 | 100 | 0,607 | 0,119 | 72,3 | 2,75 | 69,04 | -6,4 | 14,9 |
| 60 | 63 | 3 | 14,6 | 7,4 | 11,0 | 100 | 0,607 | 0,134 | 81,2 | 2,61 | 77,78 | -7,3 | 9,2 |
| 63 | 65,5 | 2,5 | 7,4 | 0,2 | 3,8 | 100 | 0,607 | 0,158 | 96,2 | 2,49 | 92,69 | -7,2 | 2,6 |
| $s_r = \sum \Delta s_r =$ | | | | | | | | | | | | | 1068 |

Таблиця XIV - Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (дійсні значення K , φ_k , $i = 0\%$)

| t_n, c | t_k, c | $\Delta t, c$ | $V_{\text{поч}}, \text{км/ГОД}$ | $V_{\text{кін}}, \text{км/ГОД}$ | $V_{\text{сєр}}, \text{км/ГОД}$ | $\% \theta$ | θ | φ_k | $b_r, \text{кгс/тс}$ | $w_k, \text{кгс/тс}$ | $c, \text{кгс/тс}$ | $\Delta v, \text{км/ГОД}$ | $\Delta s_r, \text{м}$ |
|---------------------------|----------|---------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-------------|----------|-------------|----------------------|----------------------|--------------------|---------------------------|------------------------|
| 0 | 3 | 3 | 100 | 98,8 | 99,4 | 15 | 0,091 | 0,067 | 6,1 | 6,80 | 12,93 | -1,2 | 82,8 |
| 3 | 6 | 3 | 98,8 | 95,8 | 97,3 | 62 | 0,376 | 0,068 | 25,4 | 6,71 | 32,15 | -3,0 | 81,1 |
| 6 | 9 | 3 | 95,8 | 91,8 | 93,8 | 87 | 0,528 | 0,068 | 36,1 | 6,47 | 42,55 | -4,0 | 78,2 |
| 9 | 12 | 3 | 91,8 | 87,4 | 89,6 | 97 | 0,589 | 0,069 | 40,8 | 6,18 | 46,99 | -4,4 | 74,7 |
| 12 | 15 | 3 | 87,4 | 82,9 | 85,2 | 100 | 0,607 | 0,070 | 42,8 | 5,86 | 48,65 | -4,5 | 71,0 |
| 15 | 18 | 3 | 82,9 | 78,3 | 80,6 | 100 | 0,607 | 0,072 | 43,6 | 5,55 | 49,14 | -4,6 | 67,2 |
| 18 | 21 | 3 | 78,3 | 73,7 | 76,0 | 100 | 0,607 | 0,073 | 44,5 | 5,25 | 49,73 | -4,6 | 63,3 |
| 21 | 24 | 3 | 73,7 | 69,0 | 71,3 | 100 | 0,607 | 0,075 | 45,5 | 4,96 | 50,43 | -4,7 | 59,4 |
| 24 | 27 | 3 | 69,0 | 64,2 | 66,6 | 100 | 0,607 | 0,077 | 46,6 | 4,69 | 51,27 | -4,8 | 55,5 |
| 27 | 30 | 3 | 64,2 | 59,3 | 61,7 | 100 | 0,607 | 0,079 | 47,8 | 4,42 | 52,25 | -4,9 | 51,4 |
| 30 | 33 | 3 | 59,3 | 54,3 | 56,8 | 100 | 0,607 | 0,081 | 49,3 | 4,16 | 53,43 | -5,0 | 47,3 |
| 33 | 36 | 3 | 54,3 | 49,2 | 51,8 | 100 | 0,607 | 0,084 | 50,9 | 3,92 | 54,85 | -5,1 | 43,1 |
| 36 | 39 | 3 | 49,2 | 43,9 | 46,6 | 100 | 0,607 | 0,087 | 52,9 | 3,69 | 56,57 | -5,3 | 38,8 |
| 39 | 42 | 3 | 43,9 | 38,4 | 41,2 | 100 | 0,607 | 0,091 | 55,2 | 3,47 | 58,69 | -5,5 | 34,3 |
| 42 | 45 | 3 | 38,4 | 32,7 | 35,6 | 100 | 0,607 | 0,096 | 58,1 | 3,26 | 61,36 | -5,7 | 29,6 |
| 45 | 48 | 3 | 32,7 | 26,7 | 29,7 | 100 | 0,607 | 0,102 | 61,8 | 3,07 | 64,82 | -6,0 | 24,7 |
| 48 | 51 | 3 | 26,7 | 20,2 | 23,4 | 100 | 0,607 | 0,110 | 66,6 | 2,89 | 69,47 | -6,5 | 19,5 |
| 51 | 54 | 3 | 20,2 | 13,1 | 16,6 | 100 | 0,607 | 0,121 | 73,4 | 2,72 | 76,09 | -7,1 | 13,9 |
| 54 | 57 | 3 | 13,1 | 5,0 | 9,0 | 100 | 0,607 | 0,138 | 83,9 | 2,58 | 86,43 | -8,1 | 7,5 |
| 57 | 58,5 | 1,5 | 5,0 | 0,1 | 2,5 | 100 | 0,607 | 0,170 | 103,0 | 2,45 | 105,45 | -4,9 | 1,1 |
| $s_r = \sum \Delta s_r =$ | | | | | | | | | | | | | 944 |

Таблиця XV – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (дійсні значення K , φ_k , $i = 6\%$)

| t_n, c | t_k, c | $\Delta t, c$ | $V_{поч},$ км/год | $V_{кін},$ км/год | $V_{ср},$ км/год | $\% \vartheta$ | ϑ | φ_k | $b_r,$ кгс/тс | $w_k,$ кгс/тс | $c,$ кгс/тс | $\Delta v,$ км/год | $\Delta s_r,$ м |
|----------|----------|---------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------|-------------|-------------|------------------|------------------|----------------|-----------------------|--------------------|
| 0 | 3 | 3 | 100 | 98,2 | 99,1 | 15 | 0,091 | 0,067 | 6,1 | 6,80 | 18,93 | -1,8 | 82,60 |
| 3 | 6 | 3 | 98,2 | 94,7 | 96,5 | 62 | 0,376 | 0,068 | 25,5 | 6,66 | 38,16 | -3,6 | 80,38 |
| 6 | 9 | 3 | 94,7 | 90,1 | 92,4 | 87 | 0,528 | 0,069 | 36,2 | 6,39 | 48,61 | -4,5 | 77,00 |
| 9 | 12 | 3 | 90,1 | 85,2 | 87,7 | 97 | 0,589 | 0,070 | 41,1 | 6,05 | 53,12 | -5,0 | 73,05 |
| 12 | 15 | 3 | 85,2 | 80,1 | 82,6 | 100 | 0,607 | 0,071 | 43,2 | 5,71 | 54,89 | -5,1 | 68,85 |
| 15 | 18 | 3 | 80,1 | 74,9 | 77,5 | 100 | 0,607 | 0,073 | 44,1 | 5,36 | 55,50 | -5,2 | 64,55 |
| 18 | 21 | 3 | 74,9 | 69,6 | 72,2 | 100 | 0,607 | 0,074 | 45,2 | 5,04 | 56,24 | -5,2 | 60,21 |
| 21 | 24 | 3 | 69,6 | 64,3 | 67,0 | 100 | 0,607 | 0,076 | 46,4 | 4,72 | 57,14 | -5,3 | 55,80 |
| 24 | 27 | 3 | 64,3 | 58,9 | 61,6 | 100 | 0,607 | 0,079 | 47,8 | 4,43 | 58,23 | -5,4 | 51,31 |
| 27 | 30 | 3 | 58,9 | 53,3 | 56,1 | 100 | 0,607 | 0,081 | 49,4 | 4,14 | 59,55 | -5,6 | 46,73 |
| 30 | 33 | 3 | 53,3 | 47,6 | 50,4 | 100 | 0,607 | 0,084 | 51,3 | 3,87 | 61,17 | -5,7 | 42,04 |
| 33 | 36 | 3 | 47,6 | 41,7 | 44,6 | 100 | 0,607 | 0,088 | 53,6 | 3,62 | 63,17 | -5,9 | 37,20 |
| 36 | 39 | 3 | 41,7 | 35,6 | 38,6 | 100 | 0,607 | 0,093 | 56,3 | 3,38 | 65,71 | -6,1 | 32,19 |
| 39 | 42 | 3 | 35,6 | 29,1 | 32,3 | 100 | 0,607 | 0,099 | 59,8 | 3,16 | 69,00 | -6,4 | 26,95 |
| 42 | 45 | 3 | 29,1 | 22,3 | 25,7 | 100 | 0,607 | 0,106 | 64,5 | 2,96 | 73,43 | -6,9 | 21,41 |
| 45 | 48 | 3 | 22,3 | 14,8 | 18,5 | 100 | 0,607 | 0,117 | 70,9 | 2,77 | 79,72 | -7,4 | 15,46 |
| 48 | 51 | 3 | 14,8 | 6,5 | 10,7 | 100 | 0,607 | 0,133 | 80,9 | 2,61 | 89,47 | -8,4 | 8,88 |
| 51 | 52,8 | 1,8 | 6,5 | 0,5 | 3,5 | 100 | 0,607 | 0,162 | 98,6 | 2,47 | 107,10 | -6,0 | 1,74 |
| 0 | 3 | 3 | 100 | 98,2 | 99,1 | 15 | 0,091 | 0,067 | 6,1 | 6,80 | 18,93 | -1,8 | 82,60 |
| 3 | 6 | 3 | 98,2 | 94,7 | 96,5 | 62 | 0,376 | 0,068 | 25,5 | 6,66 | 38,16 | -3,6 | 80,38 |

$$s_r = \sum \Delta s_r = 846$$

Таблиця XVI– Зведені результати розрахунку гальмівного шляху

| Спосіб розрахунку | Значення s_r , м для ухилу i | | |
|---|----------------------------------|------|-----|
| | -6 | 0 | 6 |
| За інтервалами швидкості, розрахункові значення | 1088 | 961 | 852 |
| За інтервалами часу, розрахункові значення | 980 | 876 | 791 |
| За інтервалами швидкості, дійсні значення | 1180 | 1031 | 905 |
| За інтервалами часу, дійсні значення | 1069 | 944 | 846 |

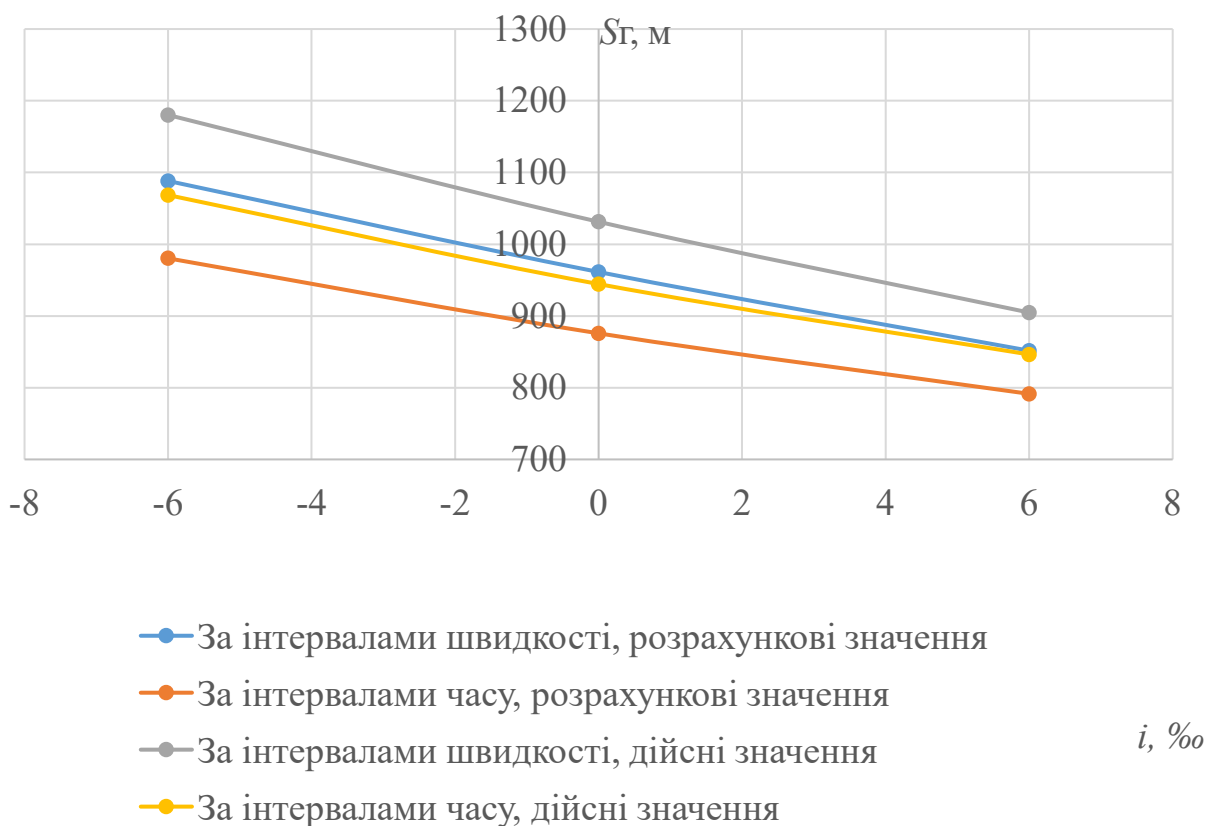


Рисунок 6 - Залежності $s_r = f(i)$ для різних способів розрахунку гальмівного шляху.

Результати розрахунку підтверджують необхідність проведення комплексу гальмівних випробувань одиночних локомотивів для утовнення значень, що входять до розрахункових формул гальмівного шляху та його складових.

3 ТЕХНОЛОГІЯ ГАЛЬМІВНИХ ВИПРОБУВАНЬ РУХОМОГО СКЛАДУ.

3.1 Область застосування, терміни та визначення

Дана технологія визначає методи контролю гальмівних систем локомотивів, моторвагонного рухомого складу, пасажирських і вантажних вагонів локомотивної тяги, а також іншого рухомого складу, призначеного для здійснення перевезень і функціонування інфраструктури залізничного транспорту (далі - залізничний рухомий склад).

Терміни і визначення

У описі даної технології застосовуються наступні терміни з відповідними визначеннями:

автоматичне гальмо: гальмо, що приводиться в дію при порушенні цілісності гальмівної магістралі, петлі безпеки й (або) при відкритті крана екстреного гальмування (стоп-крана);

вагон-лабораторія: технічний вагон пасажирського типу, призначений для розміщення випробувального устаткування і засобів вимірів (устаткування для виміру гальмівного шляху, швидкості початку гальмування) при проведенні ходових гальмівних випробувань одиниці залізничного рухомого складу;

ведучий локомотив: локомотив, призначений для тяги дослідного зчепу;

допоміжне гальмо: пневматичне гальмо ведучого локомотива, що приводиться в дію без розрядки гальмівної магістралі;

гідравлічне гальмо: обладнання, у якому сила гальмування створюється при перетворенні кінетичної енергії рухомого складу в теплову енергію робочої рідини в гідротрансформаторі;

догальмовування: автоматичний процес заміщення електричного (гідравлічного) гальмування електропневматичним або пневматичним при малих швидкостях руху;

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 65 |

задана швидкість: швидкість руху дослідного зчепу при контролі гальмівного шляху;

одиниця залізничного рухомого складу: окремий об'єкт залізничного рухомого складу, до якого відносять локомотиви, моторвагонний рухомий склад, пасажирські і вантажні вагони локомотивної тяги, а також інший рухомий склад, призначений для здійснення перевезень і функціонування інфраструктури залізниць;

виконавчий механізм гальмівної системи: частина пневматичного або рейкового гальма, призначена для безпосереднього виконання роботи зі створення гальмівної сили;

конструкційна швидкість: найбільша швидкість руху, заявлена в технічній документації на одиницю залізничного рухомого складу;

кран екстреного гальмування (стоп-кран): обладнання або комплекс обладнань, що служать для випуску повітря з гальмівної магістралі залізничного рухомого складу і приведення в дію автоматичних гальм якщо буде потреба екстреної зупинки;

магніторейкове гальмо: рейкове гальмо, що створює гальмове зусилля шляхом тертя електромагнітного притягання гальмівного башмака до рейки;

метод кидання: метод визначення гальмівного шляху, при якому екстрені гальмування виконують шляхом примусового відчеплення випробовуваної одиниці залізничного рухомого состава від дослідженого зчепу при його русі із заданою швидкістю;

метод безпосереднього гальмування: метод визначення гальмівного шляху самохідних одиниць залізничного рухомого складу, при якому набір заданої швидкості і екстрене гальмування проводять без використання дослідного зчепу;

метод послідовних гальмувань: метод визначення гальмівного шляху, при якому послідовно здійснюють екстрені гальмування дослідного зчепу з випробовуваною одиницею залізничного рухомого складу і без неї;

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 66 |

дослідний зчеп: поїзд, складений з ведучого локомотива, вагона-лабораторії, випробовуваної одиниці залізничного рухомого состава й призначений для проведення ходових гальмівних випробувань¹;

орган керування гальмами: крани машиніста, контролери керування гальмами, стоп-крани;

петля безпеки: електричний канал керування гальмовою системою поїзда (електричне коло), при розриві якого (зняття напруги) відбувається екстрене гальмування;

пневматичне гальмо: гальмо одиниці залізничного рухомого складу із пневматичним керуванням і пневматичним виконавчим механізмом;

розчин: рідина, наносима на поверхню рейок для зниження коефіцієнта зчеплення;

розрахункова сила натискання гальмівних колодок на вісь: показник, що характеризує гальмову ефективність одиниці рухомого складу і використовуваний для розрахунків забезпеченості залізничного рухомого состава в експлуатації²;

рейкове гальмо: вид виконавчого гальмівного механізму, у якому сила гальмування створюється в результаті безпосереднього контакту гальмівного башмака, розміщеного на одиниці залізничного рухомого состава, з рейкою;

стаціонарні гальмові випробування: Гальмові випробування, проведені в статичному стані одиниці залізничного рухомого состава;

гальмові випробування: випробування по перевірці вимог безпеки, пропонованих до гальмівних систем одиниць залізничного рухомого состава;

гальмівний шлях: відстань, яку проходить одиниця залізничного рухомого складу або поїзд при виконанні екстреного гальмування за час від моменту впливу на органі керування гальмами до повної зупинки;

¹ Примітка - Допускається створювати дослідний зчеп зчеп без вагона-лабораторії. При цьому функції вагона-лабораторії (примусового відчеплення й фіксування моменту початку гальмування) повинні бути покладені на ведучий локомотив.

² Розрахункова сила натискання повинна бути наведена до чавунних гальмівних колодок

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 67 |

гальмівний циліндр: силовий орган гальмівної системи, призначений для перетворення енергії робочого тіла в механічну енергію поршня, що впливає на фрикційні елементи;

фрикційний елемент: елемент фрикційної пари, що зношується до яких відносять гальмові колодки, накладки, башмаки рейкових гальм і т.д.;

фрикційна пара: вузол виконавчого механізму гальма, призначений для перетворення кінетичної енергії в теплову в результаті взаємодії фрикційних елементів і контртіл;

ходові гальмові випробування: гальмові випробування, проведені при русі одиниці залізничного рухомого состава;

екстрене гальмування: гальмування, при якому реалізується максимальна гальмова сила;

електричне гальмо: обладнання, у якому сила гальмування створюється при перетворенні кінетичної енергії поїзда в електричну енергію шляхом переведення тягових електродвигунів у режим генератора.

3.2 Показники, які перевіряються при випробуваннях та методи випробувань

Показники, які перевіряються у процесі гальмівних випробувань, наведені у табл. XVII

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 68 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

Таблиця XVII - Контрольовані показники

| Показник | | Відмітка про перевірку для видів рухомого складу | | | | | |
|------------------------------------|--|--|-----------------|-------------|-----------|---------------|----------------|
| | | Вагони пасажирські | Вагони вантажні | Електровози | Тепловози | Електропоїзди | Дизель- поїзди |
| Ефективність | Гальмівний шлях | + | + | + | + | + | + |
| | Стояночної гальмо | + | + | + | + | + | + |
| | Дійсні сили натискання гальмівних колодок (накладок) | - | + | - | - | - | - |
| | Розрахункове натискання на вісь у перерахунку на чавунні колодки | - | + | - | - | - | - |
| | Час наростання сили гальмівного натиснення до максимального значення при виконанні екстреного гальмування | - | + | + | + | + | + |
| | Час відпуску гальма після ступеня гальмування | - | + | - | - | - | - |
| | Час опускання башмака магніторейкового гальма на рейки | + | - | - | - | - | - |
| Стабільність роботи | Значення виходу штока гальмівних циліндрів | - | + | - | - | - | - |
| | Зміна сили гальмівного натиснення при використанні нових фрикційних елементів і зі зношуванням, що максимально допускається | + | + | - | - | - | - |
| | Зазор між гальмівними колодками і поверхнею кочення коліс (між накладками й диском) і дія автоматичного регулятора | + | + | - | - | - | - |
| | Герметичність пневматичної мережі | + | + | + | + | - | - |
| | Нерівномірність зношування фрикційних елементів | - | + | - | - | - | - |
| | Продуктивність системи живлення стисненим повітрям | - | - | - | + | + | + |
| | Відсутність самовільного відпуску | - | + | - | - | - | - |
| Дія протиюзного захисту | Безперерйне електроживлення систем гальмування і протиюзного обладнання | - | - | - | - | + | + |
| | Визначення коефіцієнта ефективності використання зчеплення | - | - | - | - | + | + |
| | Визначення довжини гальмівного шляху при роботі протиюзного захисту | + | - | + | + | - | - |
| | Визначення величини відносного ковзання колісних пар при фрикційному гальмуванні | + | - | + | + | + | + |
| | Автоматичне відключення протиюзного захисту при одиночній відмові кіл її керування | + | - | + | + | + | + |
| Системи заміщення | Робота системи автоматичного заміщення електричного (гідралічного) гальма іншим видом гальма | - | - | + | + | + | + |
| | Робота автоматичного заміщення електропневматичного гальма пневматичним на моторвагонному рухомому составі | - | - | - | - | + | + |
| Блокування | Блокування роботи стоп-крана | - | - | - | - | + | + |
| | Блокування керування пневматичними гальмами в кабіні машиніста | - | - | + | + | + | + |
| | Неприпустимість надавання руху локомотивів і моторвагонного рухомого состава при блокуванні органів керування й тиску в гальмівній магістралі менш 0,44 МПа (4,4 кгс/см ²) | - | - | + | + | + | + |
| Системи діагностування | Перевірка роботи сигналізації наявності стисненого повітря в гальмівних циліндрах візків залізничного рухомого складу на пульті керування в кабіні машиніста | - | - | + | + | + | + |
| | Перевірка роботи сигналізації мінімального тиску стисненого повітря в головних резервуарах на пульті керування в кабіні машиніста | - | - | + | - | - | - |
| | Захист головних резервуарів від перевищення тиску стисненого повітря | - | - | + | + | + | + |
| | Робота датчика стану гальмівної магістралі вантажного поїзда (для локомотивів) | - | - | + | + | - | - |
| Безпека пасажирів і інфраструктури | Відсутність юзу колісних пар порожніх вантажних вагонів | - | + | - | - | - | - |
| | Розміщення органів керування аварійним екстреним гальмуванням (стоп-кранів) | + | - | - | - | + | + |
| | Наявність запобіжних (страховочних) обладнань елементів конструкції гальма | + | + | + | + | + | + |
| | Наявність попереджуючих знаків і написів | - | + | - | - | - | - |
| | Відсутність торкання елементів гальма й ходової частини залізничного рухомого складу, не передбаченого конструкцією | + | + | + | + | + | + |
| | Кліматичне виконання | + | + | + | + | + | + |
| Недопущення виходу за габарит | | + | + | + | + | + | + |

Примітка - Знак "+" означає, що перевірка показника обов'язкова. Знак "-" означає, що перевірка показника не обов'язкова до виконання.

Випробування гальмівних систем проводять у складі одиниці залізничного рухомого складу.

Усі випробування проводять при нормальних значеннях кліматичних факторів зовнішнього середовища за ГОСТ 15150-69.

Контроль лінійних розмірів, крім гальмівного шляху, проводять штангенциркулем за ГОСТ 166 або лінійкою за ГОСТ 427 з межею вимірів до 300 мм.

Допускається застосування лінійок, виготовлених і повірників (відкаліброваних) підприємством-виготовлювачем, акредитованим у національній системі акредитації на право перевірки (калібрування) засобів вимірів.

Контроль тиску стисненого повітря проводять манометрами за ГОСТ 2405 або іншими засобами вимірів з межами вимірів до 1,6 МПа (16 кгс/см²) класу точності не нижче 0,6.

Контроль часу при випробуваннях проводять засобами вимірів з відносною погрішністю не більш $\pm 0,1\%$.

При проведенні багаторазових вимірів за результат приймають середнє значення.

Випробування проводять при використанні усіх типів фрикційних елементів, передбачених конструкцією гальмівної системи одиниці залізничного рухомого складу. Допускається проводити випробування на одному типі фрикційних елементів з наступним перерахуванням на інші типи фрикційних елементів.

Одиницю залізничного рухомого складу вважають, такою, що витримала випробування, якщо за всіма показниками табл XVII отриманий позитивний результат.

При одержанні негативного результату випробувань хоча б по одному показнику одиницю залізничного рухомого складу бракують.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 70 |

Повторні випробування допускається проводити тільки по тих пунктах табл XVII, по яких був отриманий негативний результат.

Випробування по визначенню гальмівного шляху

До проведення випробувань по визначенню довжини гальмівного шляху допускають технічно справні одиниці залізничного рухомого складу.

Випробування проводять

- для одиниці залізничного рухомого складу з однорежимним гальмом - при максимальному допустимому завантаженні;
- для локомотивів - в екіпірованому стані;
- для вантажних, пасажирських вагонів і моторвагонного рухомого складу, обладнаних обладнанням регулювання гальмівної сили - у порожньому стані і з максимальним розрахунковим завантаженням.

Випробування одиниць залізничного рухомого складу проводять у дослідному зчепі з ведучим локомотивом і вагоном-лабораторією. Допускається проводити випробування без використання вагона-лабораторії, якщо її функції виконує ведучий локомотив.

Довжину гальмівного шляху допускається визначати трьома способами:

1) методом кидання, при якому безпосередньо визначають відстань (гальмівний шлях), пройдене одиницею залізничного рухомого складу від моменту спрацьовування гальма до повної зупинки;

2) методом послідовних гальмувань, при якому гальмівний шлях одиниці залізничного рухомого складу визначають розрахунковим способом за результатами вимірів гальмівних шляхів дослідного зчепу з випробовуваною одиницею залізничного рухомого складу і без неї;

3) методом безпосередніх гальмувань, при якому функції ведучого локомотива і вагона-лабораторії повинні бути покладені на випробовувану одиницю залізничного рухомого складу.

При використанні методу кидання допускається відключати автоматичне гальмо ведучого локомотива і вагона-лабораторії, а також обладнання, що

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 71 |

автоматично відключає тягу ведучого локомотива при розриві гальмівної магістралі. У цьому випадку при виконанні зупинного гальмування дослідного зчепу застосовують електричне або допоміжне гальмо ведучого локомотива.

При випробуваннях поїзда, що представляє собою нероз'ємний зчеп, що складається з декількох вагонів, допускається застосовувати метод кидання.

При проведенні випробувань завантаження одиниць залізничного рухомого складу повинно бути забезпечено не менше 90% від максимального розрахункового завантаження.

При використанні методу послідовних гальмувань повинні бути дотримані наступні умови:

- розрахункові гальмові шляхи дослідного зчепу і випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу (на підставі розрахунків) не повинні відрізнятись більш ніж на 20%;

- маса випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу повинна бути не менш 50% від маси дослідного зчепу.

Метод послідовних гальмувань допускається застосовувати тільки при підтвердженні відповідності несамохідних комплексів спеціального рухомого складу.

Довжина ділянки залізничної колії, відведеної для випробувань, повинна становити не менш півторакратною відстані, необхідної для розгону дослідного зчепу зчепу до конструкційної швидкості випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу і його гальмування до повної зупинки. Дистанцію гальмівного шляху дослідного зчепу приймають рівній двократній довжині розрахункового гальмівного шляху випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу з конструкційної швидкості.

Радіус кривих на ділянці залізничної колії повинен бути не менш 900 м; допускається наявність підйомів і спусків з уклоном не більш $\pm 10\%$, при цьому середній уклон на довжині гальмівного шляху не повинен перевищувати $\pm 7\%$.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 72 |

Випробування проводять при відсутності атмосферних опадів і видимості не менш розрахункового гальмівного шляху одиниці залізничного рухомого складу. Робоча поверхня рейок і поверхня кочення коліс одиниці залізничного рухомого складу повинні бути без видимих забруднень.

Відсутність атмосферних опадів, дальність видимості, стан робочої поверхні рейок і кочення колес визначають візуально.

При випробуваннях у момент виконання гальмувань на ведучому локомотиві дослідного зчепу (для методу кидання) або на випробовуваній одиниці залізничного рухомого состава (для методу безпосередніх гальмувань) повинна застосовуватися система подачі піску.

У випадку спрацьовування протиюзного обладнання (при наявності) у процесі випробувань дослід вважається недійсним.

Значення заданої швидкості початку гальмування (або примусового відчеплення) вибирають із діапазону від 11,1 м/с (40 км/год) до конструкційної швидкості. Задана швидкість безпосередньо перед гальмуванням повинна бути постійною з відхиленням, що допускається, $\pm 5\%$.

На кожному значенні заданої швидкості проводять не менш трьох дослідів.

Засоби виміру швидкості руху і гальмівного шляху повинні відповідати наступним вимогам:

- верхня межа виміру швидкості повинен бути як мінімум в 1,2 рази більше конструкційної швидкості випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу;

- абсолютна погрішність виміру швидкості руху - не більш $\pm 0,55$ м/с;

- відносна погрішність виміру гальмівного шляху - не більш $\pm 1\%$.

Відхилення значення тиску стисненого повітря в гальмівних циліндрах одиниці залізничного рухомого складу, зареєстроване в різних дослідах, повинно бути не більш $\pm 0,01$ МПа ($\pm 0,1$ кгс/см²).

Гальмівний шлях із заданої швидкості на горизонтальній ділянці, м, обчислюють по формулі

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 73 |

$$S_{r0} = \frac{(1 + \gamma)v_0^2 S_{гн}}{(1 + \gamma)v_n^2 - 2giS_{гн}} \quad (4.1)$$

де $S_{гн}$ - вимірний гальмівний шлях, м;

v_0 - задана швидкість початку гальмування, м/с;

v_n - фактична швидкість гальмування, м/с;

g - прискорення вільного падіння, м/с² ;

i - середній уклон колії на ділянці гальмування (мінус - спуск, плюс - підйом), %

γ - безрозмірний коефіцієнт, що враховує інерцію обертових мас.

Коефіцієнт γ слід приймати відповідно до даних, наведених у конструкторській документації. При відсутності даних про коефіцієнт γ слід приймати:

- 0,18 - для електровозів;
- 0,115 - для вантажних тепловозів;
- 0,075 - для пасажирських тепловозів;
- 0,067 - для електропоїздів;
- 0,095 - для дизель-поїздів;
- 0,042 - для пасажирських вагонів;
- 0,084 - для порожніх вантажних вагонів;
- 0,028 - для навантажених вантажних вагонів.

Гальмівний шлях $S_{д0}$, м, приведений до максимально допустимої маси одиниці рухомого состава і до мінімально допустимого тиску в гальмівних циліндрах для відповідного режиму гальмування, визначають по формулі

$$S_{д0} = S_{r0} \frac{P_{\min}}{P_0} \frac{M_0}{M_{\max}} \quad (4.2)$$

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 74 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

де P_0 - тиск у гальмовому циліндрі, МПа;

P_{\min} - мінімально допустимий тиск для відповідного режиму гальмування, МПа;

M_0 - маса одиниці рухомого складу під час випробувань, т;

M_{\max} - максимально припустима маса одиниці рухомого состава відповідно до конструкторської документації, т.

При використанні методу послідовних гальмувань по отриманих у процесі випробувань і розрахованим по формулах (2) і (3) гальмовим шляхам досвідченого зчепу з випробовуваною одиницею залізничного рухомого состава й без неї відповідно до формули (11) підбирають значення розрахункових гальмівних коефіцієнтів δ_{c1} і δ_{c2} , при цьому розрахунковий гальмівний коефіцієнт випробовуваної одиниці δ_B визначають по формулі

$$\delta_B = \delta_{c1} + \frac{Q_1}{Q_2}(\delta_{c1} - \delta_{c2}) \quad (4.3)$$

де δ_{c1} - розрахунковий коефіцієнт сили натискання гальмівних колодок дослідного зчепу;

δ_{c2} - розрахунковий коефіцієнт сили натискання гальмівних колодок випробовуваної одиниці рухомого складу;

Q_1 - вага дослідного зчепу, кН;

Q_2 - вага випробовуваної одиниці рухомого складу, кН.

Гальмівний шлях випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу визначають по формулі (11) шляхом підстановки в неї отриманого гальмівного коефіцієнта випробовуваної одиниці δ_B .

Для вантажних і пасажирських вагонів гальмівний шлях поїзда, S_{Π} м, визначають за допомогою наступної формули

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 75 |

$$S_{\text{п}} = t_{\text{п}} v_0 + S_{\text{до}} \quad (4.4)$$

де $t_{\text{п}}$ - час підготовки гальм до дії, с.

Час підготовки гальм до дії слід приймати:

- 7 с - для вантажних вагонів;
- 4 с - для пасажирських вагонів;
- 2 с - для вагонів з електропневматичним гальмом.

Для моторвагонного рухомого складу перерахування гальмівного шляху окремого об'єкта (вагона або нероз'ємного зчепу) на гальмівний шлях при максимальній составності (з максимально допустимою кількістю вагонів), м, проводять по формулі

$$S_{\text{п}} = S_{\text{т0}} + v_0 \frac{t_x - t_r}{2}, \quad (4.5)$$

де t_x і t_r - час наповнення гальмівних циліндрів головного й хвостового вагонів, с.

Отримані результати $S_{\text{п}}$ і v_0 характеризують гальмову ефективність об'єкта й дозволяють розрахувати середнє сповільнення, м/с, по формулі

$$\alpha = \frac{v_0^2}{2S_{\text{п}}}. \quad (4.6)$$

Для об'єкта, що має систему, що регулює гальмову силу залежно від завантаження пасажирів, визначають залежність тиску стисненого повітря в гальмівних циліндрах об'єкта при екстреному гальмуванні від завантаження вагонів (із кроком не більш 5 т). Використовуючи дану залежність, знаходять завантаження об'єкта, при якому його середнє сповільнення мінімальне.

Розрахункове середнє сповільнення, м/с, визначають із виразу

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 76 |

$$\alpha_p = \frac{\sum \alpha_j Q_j}{\sum Q_j} \quad (4.7)$$

де α_j - мінімальне вповільнення об'єкта, м/с² ;

Q_j - маса j -го об'єкта, при якому досягається α_j , кг.

Гальмівний шлях моторвагонного рухомого состава, що має систему, що регулює гальмову силу залежно від завантаження пасажирів, м, знаходять по формулі

$$S_{\text{пер}} = \frac{v_0^2}{2\alpha_p} \quad (4.8)$$

і порівнюють його з нормативним значенням.

Визначення дійсної сили натискання гальмівних колодок (накладок)

Для визначення дійсної сили натискання гальмівних колодок (накладок) використовують силовимірювачі.

Силовимірювачі повинні відповідати наступним вимогам:

- поріг чутливості - не більш 0,5кН;
- верхній діапазон виміру сили - не менш 45 кН;
- основна відносна погрішність вимірів - не більш $\pm 1\%$.

Перед проведенням випробувань силовимірювачі слід установити на місце фрикційних елементів, після чого необхідно виставити необхідний зазор між елементами фрикційної пари (колодкою і колесом або накладкою і диском). На кожен гальмову вісь необхідно встановити не менш одного силовимірювача. Після чого роблять зарядку пневматичної мережі гальма.

Перевірку дійсного гальмівного натиснення проводять на всіх візках.

При випробуванні колодкового гальма установка силовимірювачів допускається з однієї сторони візка, при цьому з іншого боку в гальмівні башмаки

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 77 |

повинні бути встановлені рівні по товщині фрикційні елементи. У випадку якщо виконавчі елементи гальма допускають експлуатацію з різною товщиною фрикційних елементів, перевірку дії гальма проводять з максимально допустимою різницею по товщині фрикційних елементів. При випробуваннях дискового гальма установка силовимірювачів допускається з однієї сторони диска в один гальмівний башмак.

Виміри здійснюють при виконанні екстреного гальмування на всіх режимах роботи повітророзподільника, передбачених конструкторською документацією. Для кожного режиму роботи повітророзподільника проводять не менш трьох вимірів. Порівнянню підлягають дані, отримані на одному режимі повітророзподільника.

Визначення розрахункового натискання на вісь у перерахуванні на чавунні колодки

Визначають значення гальмівного шляху вагона за методикою, що наведена вище

Значення розрахункової сили натискання чавунних колодок на вісь одиниці залізничного рухомого складу K_p , кН, визначають по формулі

$$K_p = \frac{\mathcal{G}M_{\max}}{m} \quad (10)$$

де \mathcal{G} - розрахунковий гальмівний коефіцієнт натискання, кН/т;

m - кількість гальмівних осей на одиниці залізничного рухомого состава.

Допускається здійснювати розрахунок сили натискання чавунних колодок на вісь одиниці залізничного рухомого складу в інших одиницях виміру.

Значення розрахункового гальмівного коефіцієнта \mathcal{G} підбирають із рівняння (11) методом ітерації або методом половинчастого розподілу

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 78 |

$$S_{д0} = (1 + \gamma) \int_0^{v_{\text{ваг}}(0)} \frac{v_{\text{ваг}} dv_{\text{ваг}}}{g\varphi_{\text{кр}} + \frac{w_{0x}}{1000}} \quad (11)$$

де $v_{\text{ваг}}$ - швидкість вагона, км/год;

$v_{\text{ваг}}(0)$ - початкова швидкість гальмування, км/год;

$\varphi_{\text{кр}}$ - розрахунковий коефіцієнт тертя чавунних гальмівних колодок;

w_{0x} - основний питомий опір руху одиниці залізничного рухомого состава при холостому ході, Н/т.

Розрахунковий коефіцієнт тертя для чавунних гальмівних колодок визначають по формулі

$$\varphi(v) = 0,27 \frac{v_{\text{ваг}} + 100}{Sv_{\text{ваг}} + 100} \quad (12)$$

Значення основного питомого опору руху w_{0x} слід приймати відповідно до технічної документації на одиницю залізничного рухомого состава.

Перед проведенням випробувань на місце фрикційних елементів на кожну гальмову вісь установлюють не менш одного силівимірювач, після чого встановлюють необхідний зазор між робочими поверхнями фрикційної пари. Після чого здійснюють зарядку пневматичної мережі гальма.

Гальмо випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу пускають у хід шляхом застосування екстреного гальмування від органа керування гальмами.

При випробуваннях пасажирських і вантажних вагонів гальмування здійснюють від випробувальної установки.

При випробуваннях моторвагонного рухомого складу і локомотивів випробування проводять при використанні пневматичного і електропневматичного гальм. Для локомотивів, пасажирських вагонів і

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 79 |

моторвагонного рухомого складу час наростання сили гальмівного натиснення контролюють також при:

- відкритті кінцевого крана на гальмівній магістралі;
- зриві стоп-крана (при його наявності);
- натисканні кнопки аварійного гальмування (при наявності);
- включенні електропневматичного клапана автостопа (при наявності).

Час наростання сили гальмівного натиснення вимірюють із моменту подачі керуючого сигналу до моменту досягнення 95% від максимального значення гальмівного натиснення.

Для тепловозів перевіряють відносне збільшення часу наповнення гальмівного циліндра при екстреному гальмуванні, викликаному різними керуючими впливами.

Перевірку часу наростання гальмівної сили допускається проводити без вимірювання сили гальмівного натиснення за часом наповнення гальмівних циліндрів від моменту постановки органа керування гальмами в положення екстреного гальмування до досягнення в них тиску стисненого повітря 95% від максимального значення.

Випробування для визначення часу відпуску після ступеня гальмування

Перед проведенням випробувань у гальмівний циліндр установлюють манометр, після чого роблять зарядку гальмівної системи одиниці залізничного рухомого складу стисненим повітрям тиском від 0,53 до 0,55 МПа (від 5,3 до 5,5 кгс/см²) протягом 6 хв.

Гальмо випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу пускають у хід шляхом зниження тиску в гальмівній магістралі вагона на значення від 0,05 до 0,06 МПа темпом не менш 0,015 МПа/с. Візуально контролюють приведення гальма в дію.

Через 300 с після початку гальмування роблять підвищення тиску в гальмівній магістралі до номінального.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 80 |

Час відпуску гальма вимірюють із моменту підвищення тиску в гальмівній магістралі до повного зниження тиску в гальмовому циліндрі.

Випробування для визначення значення виходу штока гальмівного циліндра

Перед проведенням випробувань установлюють зазор між гальмівними колодками й поверхнею кочення коліс у діапазоні:

- від 5 до 8 мм для колодкового гальма двовісних візків;
- від 5 до 12 мм для колодкового гальма тривісних візків;
- від 3 до 6 мм для дискового гальма (сумарний для одного диска).

Значення зазору визначають за результатами вимірів на всіх гальмівних колодках (накладках) з верхньої й нижньої частини. За результат ухвалюють середню величину.

Здійснюють зарядку пневматичної мережі гальма стисненим повітрям тиском від 0,50 до 0,55 МПа (від 5,0 до 5,5 кгс/см²) протягом не менш 6 хв і виконують екстрене гальмування, Вихід штока гальмівного циліндра повинен відповідати нормативному значенню.

Гальмо випробовуваної одиниці залізничного рухомого складу пускають у хід шляхом зниження тиску в гальмівній магістралі вагона на значення від 0,15 до 0,17 МПа темпом не менш 0,015 МПа/с.

Значення виходу штока визначають як різницю значення лінійного переміщення поршня між відпущеним і загальмованим положеннями.

Методи випробування гальм на стабільність роботи

Випробування для визначення зміни сили гальмівного натиснення при використанні нових і повністю зношених фрикційних елементів проводять при наступних показниках роботи гальма:

- при установці нових фрикційних елементів і імітації їх повного зношування (з обов'язковим регулюванням гальмівної важільної передачі);
- при мінімальному й максимальному зазорах між гальмівними колодками (накладками) і поверхнею кочення коліс (дисків);

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 81 |

- при спрацьовуванні й неспрацьовуванні регулюючих обладнань (автоматичних регуляторів виходу штока гальмівних циліндрів).

Метод визначення сили гальмівного натиснення

Із загального ряду даних, отриманих на одному режимі роботи повітродозподільника при різних показниках роботи гальма, вибирають мінімальне й максимальне значення сили натискання гальмівних колодок (накладок) на одній осі.

Зміна сили гальмівного натиснення при дії гальма, %, визначають по формулі

$$\varepsilon = \frac{K_{\max} - K_{\min}}{K_{\max}} 100\% \quad (13)$$

де K_{\max} - максимальне значення сили гальмівного натиснення на одній осі, кН;

K_{\min} - мінімальне значення сили гальмівного натиснення на одній осі, кН.

Розрахунки слід проводити для кожної осі.

При випробування по визначенню зазору між робочими поверхнями фрикційних пар перевіряють наступні показники:

- працездатність автоматичного регулятора зазору між робочими поверхнями фрикційних пар (при наявності);
- відстань між гальмівними колодками й поверхнею кочення коліс (гальмівними накладками й дисками).

Випробування проводять у наступній послідовності:

- впливаючи на авторегулятор, збільшують зазор між робочими поверхнями фрикційних пар на відстань, що становить від 50% до 70% від максимального значення, що допускається (від 5 до 8 мм для колодкових гальм і від 3 до 6 мм для дискових гальм);
- здійснюють зарядку пневматичної мережі гальма й виконують серію з декількох (не менш двох) циклів екстреного гальмування і відпуску;

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 82 |

- контролюють спрацювання автоматичного регулятора й відвід фрикційних елементів від поверхні кочення коліс або дисків;

- вимірюють відстань між робочими поверхнями фрикційних пар з боку верхнього й нижнього торців фрикційного елемента, яке повинне відповідати нормативному значенню (від 5 до 8 мм для колодкових гальм і від 3 до 6 мм для дискових гальм).

За результат вимірів приймають середнє значення. Схема виконання вимірів наведена на рис. 7.

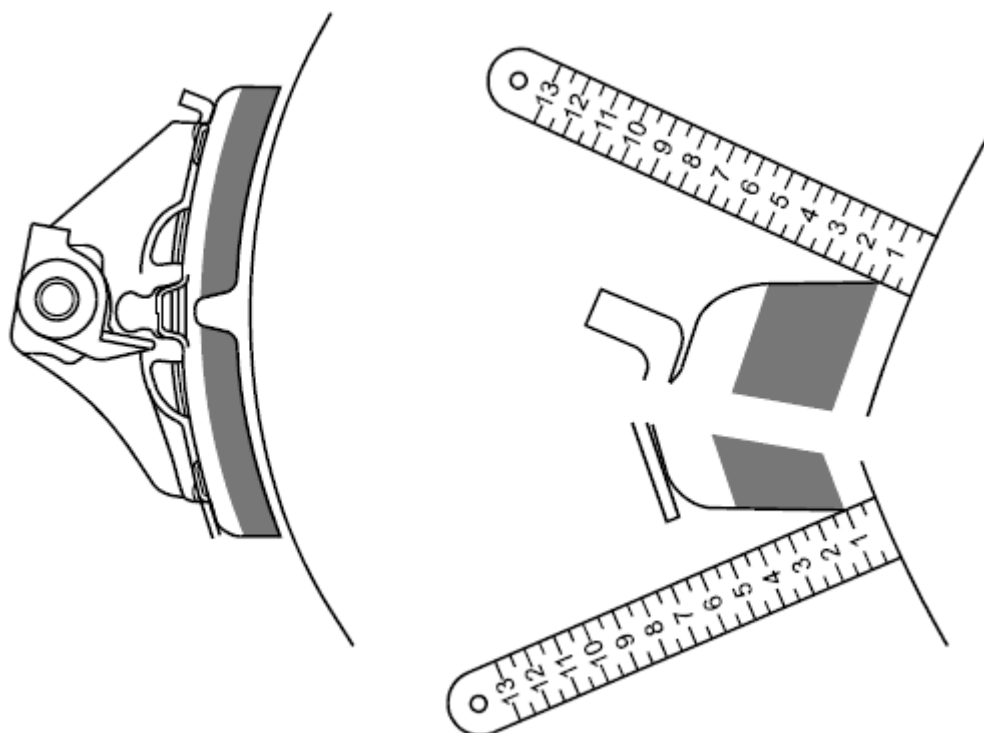


Рисунок 7 - Схема виконання виміру зазору між колодкою і поверхнею кочення колеса

При проведенні приймально-здавальних випробувань одиниць залізничного рухомого складу допускається контролювати зазор між елементами фрикційних пар за значенням виходу штока гальмівних циліндрів.

Випробування на наявність витоків стисненого повітря в пневматичній мережі

| | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|
| | | | | |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата |

0040.196594.МДР.2021.001

Арк.

83

При випробуваннях пневматичної мережі гальмівних циліндрів на витоки стисненого повітря повітродозподільник випробуваної одиниці слід увімкнути на режим, характеризуемый найбільшим тиском у гальмовому циліндрі відповідно до конструкторської документації. Після повної зарядки пневматичної мережі гальма до робочого зарядного тиску необхідно зробити екстрене гальмування до повного випуску стисненого повітря з гальмівної магістралі. Після приведення гальма в дію контролюють значення зниження тиску стисненого повітря з гальмівних циліндрів за час, відповідно до нормативних значень для випробуваної одиниці залізничного рухомого складу.

При випробуваннях локомотива рукоятка крана допоміжного гальма в процесі перевірки повинна перебувати у відпускну положенні. При наявності на локомотиві реле тиску, що харчує стисненим повітрям гальмові циліндри відповідного візка, після екстреного гальмування слід відключити його від живильного резервуара й виконати вимір значення зниження тиску в них за 1 хв.

Після виконання гальмувань на поверхні кочення коліс повинні відсутувати повзуни й навари.

Допускається перевірку відсутності юза колісних пар проводити розрахунковим методом.

Перевірку розміщення органів керування аварійним екстремим гальмуванням (стоп-кранів) проводять на пасажирських вагонах і моторвагонному рухомому складі в салонах і в кожному тамбурі візуальним способом.

Перевірку наявності запобіжних (страховочних) обладнань елементів у конструкції гальма й наявності попереджуючих знаків і написів проводять методом візуального огляду.

Перевірку відсутності торкання елементів гальма й ходової частини залізничного рухомого складу, не передбаченого конструкцією, проводять методом візуального огляду в стані гальмування й відпуску.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 84 |

4 КОНЦЕПЦІЯ СТВОРЕННЯ ВИПРОБУВАЛЬНОГО ПОЛІГОНУ.

4.1 Загальні вимоги до випробувального полігону

Підстава для розробки

Створення та впровадження в експлуатацію нової та модернізованої залізничної техніки доводить, що на всіх етапах дослідно-конструкторських і науково-дослідних розроблень особливого значення набувають натурні випробування.

Існуючі нині в Україні розрізнені випробувальні структури не в змозі виконувати комплексні натурні експлуатаційні випробування рухомого складу, колії, пристроїв СЦБ та зв'язку, енергетики, іншої техніки, вузлів та агрегатів за повнотою і у відповідність сучасним вимогам.

Тому технічний прогрес залізничного транспорту не зможе досягти високого технічного рівня без науково-дослідного комплексу, експериментальну основу якого кладе випробувальний полігон залізничної техніки і його матеріально-технічна база.

Підставою для розробки “Технічних вимог до випробувального полігону залізничної техніки” є доручення Міністра транспорту України - Генерального директора Укрзалізниці від 16.01.03 р.

Вимоги до випробувального полігону формувалися з урахуванням Європейського досвіду, пропозицій профільних департаментів АТ «Укрзалізниця», підприємств-виробників залізничної техніки та навчальних і наукових закладів, а також виходячи з концепції створення в Україні єдиного випробувального центру залізничної техніки.

При розробці технічних вимог також було враховано вітчизняний і закордонний досвід створення і експлуатації науково-експериментального центру залізничного транспорту.

Призначення

Випробувальний полігон, як основна експериментальна база залізничного

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 85 |

транспорту України, призначається для натурних повномасштабних випробувань рухомого складу різних типів: електровозів, тепловозів, дизель- та електропоїздів, пасажирських і вантажних вагонів, спеціалізованих засобів рейкового транспорту, залізнично-будівельних машин і спеціального самохідного рухомого складу, енергетичного обладнання, конструкцій колії, пристроїв СЦБ та зв'язку, транспортних металоконструкцій і іншої залізничної техніки, її вузлів і агрегатів.

Загальні вимоги

На випробувальному полігоні необхідно забезпечити проведення наступних видів експериментальних робіт:

- комплексних динамічних, ходових, поїзних, ударних, міцнісних і щодо дії на колію випробувань рухомого складу з метою перевірки працездатності, підвищення якості, надійності і довговічності конструкцій екіпажів, їхніх вузлів і устаткування, з метою досліджень і опрацювань зразків нової техніки при різних, у тому числі гранично допустимих, швидкостях, умовах і режимах руху;
- тягово-теплотехнічних і тягово-енергетичних випробувань локомотивів і моторвагонного рухомого складу;
- **гальмівних випробувань рухомого складу;**
- випробувань, перевірки і відпрацювання систем і пристроїв автоматичного керування, діагностики технічного стану рухомого складу, контролю і забезпечення безпеки руху, регулювання інформаційно-контролюючих пристроїв;
- випробувань і відпрацювання перспективних систем тягового приводу і регулювання тяги локомотивів та моторвагонного рухомого складу, рекуперації електроенергії;
- випробувань систем електропостачання і струмознімання локомотивів, вагонів і поїздів, відпрацювання і налагодження окремих видів відповідного устаткування рухомого складу;
- досліджень взаємодії рухомого складу і колії з метою оцінки допустимості заданих режимів руху та перевірки працездатності колійних конструкцій і

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 86 |

механізмів;

- експлуатаційних випробувань дослідних зразків рейок, стрілочних переводів та їх вузлів, скріплень та окремих елементів, конструкцій колійних споруд, з метою оцінки їх надійності, довговічності, зносостійкості, засобів забезпечення працездатності колії і ходових частин рухомого складу в умовах реальних швидкостей руху, підвищених осьових навантажень та інших режимів функціонування;

- теплотехнічних, шумометричних та аеродинамічних випробувань рухомого складу;

- ходових і стендових випробувань поглинальних апаратів і автозчіпного устаткування з метою вивчення їх характеристик і виявлення шляхів зниження поздовжніх динамічних сил, що діють на вагони і локомотиви при перехідних режимах руху поїздів, ударних навантаженнях, перевірки ефективності і працездатності дослідних конструкцій пристроїв амортизації;

- випробувань з перевірки зчіпних властивостей одиниць рухомого складу при проходженні кривих малого радіусу, зламів поздовжнього профілю колії і габаритних рамок;

- випробувань рухомого складу при аварійних зіткненнях і інших позаштатних силових навантаженнях, а також при раптових відмовах відповідальних частин, з метою оцінки резервів працездатності і безпеки конструкцій, а також відпрацювання систем ударного захисту пасажирів, обслуговуючого персоналу рухомого складу й схоронності небезпечних і коштовних вантажів в екстремальних ситуаціях;

- стаціонарних, ходових і ресурсних випробувань гальмівних систем;

- випробувань рухомого складу на пожежну безпеку, з метою перевірки й оцінки ефективності протипожежних заходів;

- прискорених ресурсних випробувань рухомого складу і окремих вузлів в умовах еквівалентних форсованих режимів навантаження;

- досліджень з оцінки екологічних якостей рухомого складу;

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 87 |

- випробувань обладнання, приладів і устаткування, призначених для забезпечення охорони праці працівників всіх господарств залізничного транспорту;
 - комплексних випробувань взаємодії струмоприймачів різних типів з різними типами контактної мережі;
 - досліджень відповідності динамічних характеристик контактної мережі вимогам швидкісного руху;
 - досліджень методів діагностики і визначення залишкового ресурсу опорних і підтримуючих конструкцій контактної мережі, електричного обладнання системи тягового електропостачання;
 - випробувань різних засобів та пристроїв захисту і автоматики фідерів контактної мережі на тягових підстанціях;
 - випробувань на технічну надійність і економічність різних схем виконання тягових підстанцій, схем живлення контактної мережі і постів секціонування;
 - ресурсних випробувань візків, кузовів, рам пасажирських вагонів.
- Випробування електроенергетичного устаткування необхідно проводити для різних систем електропостачання.

Необхідно передбачити глибокий ввід 110 кВ від районної підстанції 330 кВ і побудову суміщеної підстанції постійного і змінного струму.

Результати аналізу проведених на полігоні випробувань повинні використовуватися для обґрунтування технічних вимог і завдань щодо розробки нових типів і моделей локомотивів, вагонів і колійних пристроїв, а також для модернізації існуючого парку рухомого складу та його складових частин.

Результати випробувань рухомого складу і складових залізничної інфраструктури використовуються для вирішення питання про відповідність випробуваної залізничної техніки вимогам замовників.

Структура

До складу єдиного випробувального полігону повинні входити наступні

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 88 |

споруди і засоби:

- колійна структура, яка складається із спеціалізованих випробувальних діляниць (зон): для проведення випробувань рухомого складу зі швидкістю руху до 250 км/год; для експлуатаційних випробувань магістрального локомотивного і вагонного парку; для тягово-теплотехнічних і тягово- енергетичних випробувань локомотивів і моторвагонного рухомого складу, а також колійних конструкцій в умовах наближених до експлуатаційних;
- ділянка ударних випробувань;
- ізольована зона для проведення випробувань рухомого складу на аварійні зіткнення, сходи з рейок, перекидання і пожежну безпеку, дослідження роботи екіпажів при відмовах відповідальних частин;
- тракційні колії з необхідним набором кривих, а також колії відстою рухомого складу;
- експериментально-лабораторний корпус і депо для проведення стендових випробувань, підготовчих робіт і ремонту рухомого складу;
- комплекс стаціонарних і пересувних вимірювально-інформаційних лабораторій;
- комплекс мобільних, стаціонарних і переносних засобів виміру механічних, електричних, теплотехнічних, акустичних і інших характеристик рухомого складу, колії і різних залізничних пристроїв;
- комплекти мірних вантажів, пристосованих для механізованого завантаження в рухомий склад за заданою схемою;
- ваговий стенд для поколісного зважування одиниць рухомого складу;
- адміністративні і побутові приміщення, будинок відпочинку (готель), житло і господарський блок, споруди енергосилового господарства; Остаточний склад випробувальної бази полігона визначається при видачі
- технічного завдання на проектування з урахуванням обсягів робіт, видів випробувань і місця розташування.

Ділянка для проведення ходових динамічних та гальмівних випробувань

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 89 |

рухомого складу зі швидкостями руху до 250 км/год повинна являти собою залізничну лінію загальною довжиною не менше 25 км із пристроями СЦБ і електропостачанням змінним та постійним струмом, у тому числі ділянка прямої з нульовим профілем довжиною не менше 8-10 км. На трасі випробувальної лінії необхідний набір кривих з радіусами 300...350 м, 600...800 м, 900...2500 м.

Випробувальна ділянка має з'єднуватися з найближчою станцією магістральної лінії колією примикання і мати на кінцях обгінні колії або петлі.

До випробувальної ділянки повинно примикати кільце радіусом до 1000 м, призначене для довготривалих випробувань колійних конструкцій.

Ділянка для проведення експлуатаційних випробувань магістрального рухомого складу має примикати до ділянки станційних колій магістральних залізниць зі стрілочними переводами і набором кривих радіусами 60, 80, 120, 150 і 300 м.

Ділянки колії повинні мати максимально допустимі на діючих магістральних залізницях ухили, мінімальні криві та відповідати чинним нормативним документам України. Окремі ділянки повинні відповідати вимогам міжнародних норм і правил.

Ділянка для тягово-теплотехнічних і тягово-енергетичних випробувань локомотивів і моторвагонного рухомого складу організується відповідно до вимог п. 3.2 цих технічних вимог, як частина головної ділянки або як частина кільцевої ділянки, яка примикає до головної ділянки.

З огляду на необхідність створення в Україні конкурентоздатної залізничної техніки на стадії проектування комплексу випробувального полігона доцільно передбачити в структурі полігону ділянки колії відповідно до вимог міжнародних норм і правил. Зокрема, потрібно передбачити укладання спеціалізованої колії з можливістю адаптації і перебудови колії різних типів по ширині і нормах експлуатації.

Для оцінки стійкості рухомого складу при проході штучними спорудами залізниць, визначення ступеню впливу високошвидкісних транспортних засобів

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 90 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

на елементи мостів та шляхопроводів, а також для дослідження взаємодії нових моделей рухомого складу з прогоновими спорудами передбачити у складі центрального випробувального полігону наявність ділянки “Міст”, на якій:

- збудувати опори, призначені для установки прогонових споруд за схемою 1x66 м (металеві прогонові споруди з наскрізними головними фермами, відповідно типовому проекту інв. №-1293);

- передбачити можливість заміни згаданої схеми на варіант 3x22 м (прогонові споруди з залізобетону, сталобетону - з їздою верхом; металеві прогонові споруди з їздою верхом і низом, виготовленими за відповідними типовими проектами);

- передбачити можливість регулювання висоти проміжних опор та стоянів за рахунок збірно-розбірних елементів тіла опор та блоків нарощування підферменників;

- передбачити можливість укладання на прогонових спорудах різних типів сучасного мостового полотна в період проведення випробувань.

Коля і колійне господарство

Устрій і конструкція залізничної колії полігону в цілому і окремих її елементів повинна повністю відповідати діючим і тимчасовим будівельним нормам і правилам, “Правилам технічної експлуатації залізниць України”, “Інструкціям по устрою та утриманню колії залізниць України”.

На прямолінійній ділянці швидкісних випробувань полігону верхня будова колії - безстикова коля з рейками типу Р65 на залізобетонних шпалах. На відстані до половини довжини цієї ділянки повинні бути використані рейки довжиною 25 м, на іншій частині - безстикові рейки стандартної довжини.

У кривих з радіусами 600 м і більше укладається коля тієї ж конструкції, що і на швидкісній прямолінійній ділянці. На криволінійних ділянках колії з радіусами 350 м і менше рекомендується укласти коля з нормальним типом верхньої будови - з рейками Р50 на дерев'яних шпалах. На кругових кривих у місцях, де передбачається проведення випробувань з оцінки дії рухомого складу

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 91 |

на колію, слід укласти 2...3 ланки з рейками Р65.

На ділянках колії з дерев'яними шпалами застосовуються скріплення костильного типу. В кривих необхідно передбачити установку несиметричних прокладок. На ділянках колії із рейками Р65 на залізобетонних шпалах застосовується скріплення типу КБ-65. Можливий варіант застосування на одній з ланок у межах прямої ділянки колії безпідкладочного скріплення типу КПП. Для стикування рейок різного типу використовуються перехідні рейки. Струмopрoвідні стики обладнуються основними та дублюючими стиковими з'єднувачами. Для струмоізолюючих стиків застосовуються клеєболтові з'єднання.

На колії полігону необхідно передбачити ділянки: з щебеним баластом, піщаним і гравійним баластами, баластами з глинястими включеннями, азбестовим баластом. Розміри баластної призми встановлюються згідно діючих і тимчасових нормативів у залежності від типу верхньої будови колії.

На головних коліях полігону варто передбачити укладання швидкісних стрілочних переводів типу Р65 М 1/11, що мають хрестовину з гнучким рухомим осердям. Переводи типу Р65 М 1/11 на залізобетонних брусах варто укладати в зоні випробувань зі швидкостями руху до 160 км/год. По обидва боки стрілочного переводу такого типу повинна примикати колія на залізобетонних шпалах з рейками типу Р65. Довжина ділянок підходу з кожної сторони повинна бути не менше мінімальної довжини рейкової ланки безстикової колії (250 м). При швидкостях руху по стрілочних переводах більше 140 км/год стрілочні електроприводи повинні бути обладнані зовнішніми замикачами.

На ділянках, де дослідними поїздами може реалізуватися швидкість руху 120 км/год по прямому напрямку і 40 км/год - по боковому, можна передбачати укладання стрілочних переводів типу Р65 М 1/11 і 1/9, а також типу Р50 М 1/11 і 1/9. Відстань між стрілочними переводами повинна бути не менше 25 м.

Переводи зазначених типів можуть укладатися на головній колії з пристроями бокових напрямків у вигляді колії на роз'їзді поперечного типу. В

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 92 |

одній горловині можна розмістити переводи типу Р65, в іншій - типу Р50. Довжина станційних колій такого роз'їзду повинна забезпечувати реалізацію швидкості руху по стрілочному переводу до 40 км/год.

Стрілочні переводи, що не призначені для цілей випробувань, можуть бути будь-якого типу і марки. Порядок їх розташування визначається діючими нормативами. Рейки обгінних колій, що примикають до цих переводів, повинні бути того ж типу, що і переводи. У випадках, коли необхідне стикування рейок і переводів різних типів, варто застосовувати перехідні рейки. Між переводом і перехідними рейками повинна розташовуватися хоча б одна ланка з рейками одного з переводом типу.

Колія полігону повинна регулярно обстежуватись колієвимірником і дефектоскопом у складі поїзда технічної бази полігону. Роботи з підйомного, середнього і капітального видів ремонту колії повинні виконуватися найближчою спеціалізованою колійною машинною станцією згідно діючих для магістральних колій нормативів, або власними силами експлуатаційного персоналу полігону .

Поточне утримання колії повинно забезпечувати справний стан всіх елементів колії, при якому гарантується безпека руху поїздів і утримання її в межах встановлених норм і допусків; попередження появи несправностей; своєчасне їх усунення та ліквідація причин, що викликають несправності.

4.2 Технічне оснащення полігону

Вимірювально-інформаційний комплекс

Усі засоби і компоненти, що забезпечують одержання, перетворення й обробку інформації про властивості і показники досліджуваних на полігоні об'єктів і явищах об'єднуються у єдиний інформаційно-вимірювальний комплекс (ІВК). До складу ІВК входять наступні структурні одиниці: парк рухомих лабораторій (вагони і автобуси), стаціонарний інформаційно-вимірювальний центр, тарувально-перевірочна лабораторія, ділянка точної механіки, ділянка ремонту електронної і мікропроцесорної апаратури, пересувна електростанція,

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 93 |

склад приладів і запасної елементної бази.

До апаратурних і методичних компонентів ІВК, що розташовуються як у рухомих засобах, так і в стаціонарних умовах, пред'являються наступні вимоги:

- електрична, конструктивна, метрологічна і програмна сумісність первинних, вторинних і проміжних вимірювальних перетворювачів, засобів реєстрації й аналізу отриманих експериментальних даних;

- економічність, зручність і ефективність при використанні ІВК на всіх етапах проведення експериментальних досліджень;

- безумовна достовірність одержуваної інформації, неприпустимість використання технічних засобів, методик виміру й обробки, які в процесі застосування самі б були об'єктами дослідження.

Для реалізації викладених вимог до ІВК повинні виконуватися наступні умови:

- застосування перевірених стандартизованих засобів вимірювальної і обчислювальної техніки. Використання нестандартизованих засобів може бути допущено у виняткових випадках у силу специфічності проведених вимірів, але після необхідних випробувань і атестації;

- розробка методик виконання усіх вимірювань і їхня метрологічна атестація повинна відповідати міжнародним вимогам;

- використання гранично однотипних за принципом перетворення датчиків механічних величин, наприклад, тензометричних, при цьому за допомогою одного каналу забезпечується вимірювання різноманітних фізичних величин при різних випробуваннях;

- виконання вимірювань переважно прямим методом. Усі первинні перетворювачі, чуттєвими елементами яких є тензорезистори, або інші, побічно пов'язані з вимірюваною величиною перетворювачі, підлягають таруванню автономно або у складі вимірювального каналу. Для цього застосовуються випробувальні машини, преси, вібростенди й інше технологічне обладнання, яке відтворює безпосередньо вимірювану величину з достатньою для даного

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 94 |

дослідження точністю;

- використання на полігоні засобів обчислювальної техніки, у тому числі комп'ютерних модемів, які мають повну програмну і системну сумісність, і працюючих в єдиному інтерфейсі.

Технічна база

Для забезпечення натурних випробувань залізничного рухомого складу на полігоні необхідно створити відповідну випробувальну базу, яка включає стендове устаткування, комплекс споруд і пристроїв. На території полігона повинно бути передбачено розташування споруд, необхідних для розміщення різноманітного устаткування й обслуговуючого персоналу, а також комунікацій для інженерного забезпечення випробувальної бази.

У загальному випадку на полігоні або на іншій базі, що входить до полігонного комплексу, доцільно розмістити наступне основне стендове устаткування і випробувальні установки:

- комплекс стендів-пресів, розривних машин, копрів для випробувань несучих конструкцій рухомого складу, деталей і вузлів на екстремальні навантаження, включаючи руйнівні;
- автоматизовану стенд-гірку для випробувань вагонів на зіткнення;
- стаціонарну установку для проведення досліджень аварійних навантажень спеціалізованого рухомого складу;
- ділянку для випробувань вагонів на удар падаючим вантажем;
- коткову станцію для дослідження роботи екіпажних частин, енергетичного і гальмівного обладнання рухомого складу;
- комплекс стендів для проведення ресурсних випробувань на втому великогабаритних деталей і вузлів локомотивів і вагонів;
- комплекс стендів і пристроїв для випробувань і перевірки працездатності гальмівного обладнання, приладів і апаратів систем керування, тягового і допоміжного устаткування;
- ваговий стенд для зважування одиниць рухомого складу;

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 95 |

- кліматичну камеру з необхідним обладнанням для проведення теплотехнічних випробувань;

- комплекс стендів для випробування колійних конструкцій, у т.ч. в умовах наближених до експлуатаційних,

Для підготовки дослідних об'єктів і забезпечення проведення натурних випробувань рухомого складу на базі полігона необхідно передбачити розміщення комплексу будівель і споруд, у тому числі:

- експериментально-лабораторний корпус і депо зі стендовим устаткуванням, верстатним парком і транспортними засобами;

- споруд і обладнання системи промислового енергозабезпечення;

- будівлі колійної ділянки;

- установки, пристрої і комунікації, призначені для інженерного, соціального й екологічного забезпечення полігону;

- адміністративно-побутовий блок.

Розташування колійної структури, будинків і інших постійних споруд полігону повинне визначатися з урахуванням їхніх функціонально-технологічних зв'язків і раціонального використання території. Для забезпечення робіт усі випробувальні ділянки повинні бути пов'язані системою автомобільних доріг. Територія полігона повинна бути упорядженою.

4.3 Забезпечення безпеки руху та охорони навколишнього середовища при проведенні випробувань

Безпека випробувальних робіт

Система організації руху поїздів, умови утримання та експлуатації стаціонарних об'єктів, залізничних пристроїв, рухомого складу, а також порядок роботи випробувального полігона повинен відповідати вимогам Правил технічної експлуатації залізниць України (ЦРБ-0004), Інструкції з руху поїздів і маневрової роботи на залізницях України (ЦД-0001), Інструкції з сигналізації на залізницях

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 96 |

України (ЦШ-0001), Правил пожежної безпеки в Україні (НАПБ А. 01.001-95), державних будівельних норм (ДБН, СНиП) та стандартів (ДСТУ, ГОСТ), Правил пожежної безпеки на залізничному транспорті (ЦУО-0018), чинних відомчих норм технологічного проектування (ВНТП), норм пожежної безпеки рухомого складу, та інших діючих нормативних документів.

Порядок приймання, відправлення, пропускання поїздів і виконання маневрової роботи на станціях полігону встановлюється технічно-розпорядчим актом станції (ТРА). Порядок використання технічних засобів полігону встановлюється технічним паспортом полігону, який розробляються відповідно до вимог ПТЕ та інших нормативних документів. Положення ТРА станції є обов'язковими для виконання працівниками всіх служб полігону.

Для забезпечення високого рівня безпеки випробувальних робіт доцільно обладнати полігон сучасними засобами автоматики, телемеханіки, зв'язку і єдиним пунктом керування всією експлуатаційною роботою. У склад проекту необхідно включити об'єкти керування всіма ділянками, допоміжними коліями, а також стрілочними переводами примикання до найближчої залізничної станції.

Керування експлуатаційною роботою полігону, в залежності від місцевих умов та потреб, повинно здійснюватися за допомогою наступних видів зв'язку:

поїзного диспетчерського, поїзного міжстанційного, постанційного, лінійноколійного, стрілочного, енергодиспетчерського, перегінного, поїзного радіозв'язку, станційного радіозв'язку, двостороннього паркового зв'язку, зв'язку для інформації обслуговуючого персоналу та пасажирів.

Керування рухом поїздів на полігоні має здійснюватись за допомогою наступних видів зв'язку:

двостороннього паркового, маневрового, поїзного радіозв'язку, диспетчерського зв'язку, телефонного та інших видів зв'язку в залежності від технології роботи.

Для керування роботою полігону необхідно передбачити телефонний зв'язок, телеграфний інформаційний, електронну пошту та інші види зв'язку.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 97 |

По периметру полігона повинна бути встановлена огорожа, що перешкоджає доступу в зону підвищеної небезпеки сторонніх осіб. Всі переїзди по лінії під час випробувань повинні охоронятись.

Проект повинен передбачити реалізацію заходів щодо забезпечення вимог охорони праці (в тому числі забезпечення злектро-, пожежо- і вибухобезпеки) а також санітарно-гігієнічних вимог як для працівників полігону так і для випробувачів.

Охорона навколишнього природного середовища

В процесі проектування полігону необхідно керуватися Законом України "Про охорону навколишнього природного середовища", Законом України "Про охорону атмосферного повітря", Земельним законодавством України, Водним законодавством України, Гранично припустимими концентраціями забруднюючих речовин в атмосферному повітрі, Гранично припустимими концентраціями забруднюючих речовин у воді водойм, Гранично припустимими концентраціями забруднюючих речовин у ґрунтах, Санітарними правилами з охорони атмосферного повітря населених місць.

У проекті необхідно передбачити заходи для запобігання або зменшення впливу полігона (як при будівництві, так і при експлуатації) на шляхи міграції тварин, місця гніздувань птахів, зимівлі тварин. При близькості зимовищ тварин і птахів передбачити обов'язкові шумозахисні споруди, а також споруди і заходи, що зменшують поширення електромагнітних полів. Ці ж позиції необхідно передбачити і при розміщенні під'їзних шляхів автотранспорту.

При розробці комплексу заходів щодо охорони навколишнього середовища повинні бути передбачені міри захисту від шуму, вібрацій, електромагнітного випромінювання, твердих і рідких відходів, шкідливих викидів в атмосферу. Проектування цих заходів повинно відбуватися з використанням усіх методів і сучасних досягнень в області захисту навколишнього середовища.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 98 |

ВИСНОВКИ

Від технічного стану гальмівної системи рухомого складу напряму залежить безпека руху залізниць, тому питання удосконалення гальмівних розрахунків та проведення випробувань гальмівних систем є надзвичайно актуальним.

У роботі досліджувалась гальмівна система тепловоза серії 2М62 та методи гальмівних розрахунків.

Вибір об'єкта дослідження, а саме тепловоза серії 2М62 пояснюється тим, що до цього часу дані тепловози знаходяться у експлуатації на європейських залізницях. Наприклад, у Польщі на сьогодні експлуатується близько 250 тепловозів цієї серії. Більшість з них уже модернізовані, в основному шляхом заміни двигуна. Технічні характеристики гальмівної системи даного тепловозу стали вихідними даними для проведених розрахунків.

Нормативними документами, які визначають технічні вимоги до гальмівних систем країна у ЄС є директива з інтеоперабельності, ТСІ «Локомотиви та пасажирський рухомий склад» а також європейські норми. В Україні – це усім відомі базові нормативні документи: ПТЕ, Інструкція з експлуатації гальм та інструкція з технічного обслуговування гальмівного устаткування.

При аналізі європейської нормативної бази виявлені основні відмінності у вимогах до гальмівних систем. Однією з найважливіших є можливість у машиніста відмінити команду екстреного гальмування, що подана з поїзда у випадках, коли зупинка поїзда призведе до ще гірших наслідків (наприклад зупинка в тунелі при пожежі у вагоні).

Аналіз нормативної бази показав, що гальмівні розрахунки є невід'ємною частиною процесу випробувань, адже при випробуваннях порівнюються результати теоретичного розрахунку з фактично отриманими даними. У роботі гальмівний шлях тепловоза 2М62 розраховано за допомогою чотирьох способів.

Як і очікувалось, для випадку одного локомотива результати розрахунку за різними способами відрізняються. У гіршому випадку (для спуску -6 тисячних) різниця становить 17%. Це ще раз підтверджує необхідність проведення

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 99 |

гальмівних натурних випробувань для уточнення методів розрахунку.

На основі напрацювань вітчизняних і закордонних учених запропонована методика гальмівних випробувань. Це випробування на ефективність, стабільність роботи, дію протиюзного захисту, системи заміщення і т.і.

Для проведення гальмівних та інших видів випробувань рухомого складу в Україні давно назріла необхідність створення випробувального полігону. У роботі запропонована концепція даного полігону, структура якої наведена на слайді.

Запропоновані заходи сприятимуть підвищенню безпеки руху на залізницях України шляхом удосконалення технології гальмівних випробувань рухомого складу та методів розрахунку гальмівного шляху. Тобто поставлена мета досягнута.досягнута.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 100 |

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Tomaszewski F., Tomaszewski S.: RAIL VEHICLES, Volume: 4, Pages: 1-10, Published: (2015)
2. J. Merkisz, L. Rymaniak, EKSPLOATACJA I NIEZAWODNOSC-MAINTENANCE AND RELIABILITY, Volume: 19, Issue: 4, Pages: 522-529, DOI: 10.17531/ein.2017.4.5, Published: (2017)
3. P. Daszkiewicz, M. Andrzejewski, MATEC Web of Conferences, Volume: 118, Article Number: UNSP 00014, DOI: 10.1051/matecconf/201711800014, Published: (2017)
4. Угода про асоціацію | Кабінет Міністрів України. Урядовий портал. [Електронний документ] Режим доступу: <https://www.kmu.gov.ua/ua/diyalnist/evropejska-integraciya/ugoda-pro-asociaciyu>
5. Національна транспортна стратегія України на період до 2030 долі. Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р. [Електронний документ] Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/430-2018-%D1%80>
6. Довганюк, С. С. Дослідження спільної роботи гальм рухомого складу залізниць Польщі в поїздах Укрзалізниці : автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.07 / С. С. Довганюк ; Дніпропетр. держ. техн. ун-т залізн. трансп. - Дніпропетровськ, 1998. - 25 с. Захист — 19 лютого 1999 р.
7. Терещак, Ю. В. Вимоги з допуску рухомого складу до експлуатації в міжнародному сполученні / Ю. В. Терещак // Залізничний транспорт України. - 2011. - № 6. - С. 39-41.
8. Бабаєв, А. М. Гальмові системи вантажних вагонів типу «Схід-Захід» // Бюлетень ОСЗ. - 2018. - № 4. - С. 27-30.
9. Випробування перспективних гальмівних колодок на залізницях України / Л. А. Мурадян, В. Ю. Шапошник, Бернд Уве Винстрот, С. П. Муковоз // Локомотив-Информ : Міжнародний інформаційний науково-технічний

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 101 |

- журнал. - Харків, 2015. - № 7-8. - С. 20-22.
10. Оцінка перегріву композиційних колодок на перевальних ділянках / Г. Г. Кванталиани, І. П. Корженевич, Т. Г. Тодуа, Б. І. Торопов // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізничн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Д., 2008. - Вип. 24. - С. 82-84. УДК 625.173
 11. Бабаев, А. М. Про структурний аналіз важільної передачі дискових гальм рухомого состава / А. М. Бабаев, В. Я. Панасенко, Л. А. Недужая // Транспорт: зб. наук. ін. Дніпропетр. держ. тих. ун-ту залізн. трансп. - Дніпропетровськ, 2000. - Вип. 3 — С. 36-39.
 12. Бабаев, А. М. Вихретоковые гальма рейкового транспорту / А. М. Бабаев, А. С. Смирнов // Техніка железных доріг. - 2015 — №. 4. - С. 50-53.
 13. Удосконалення методів ефективності гальм вагонів / А. Н. Пшинько, С. В. Мямлин, В. І. Приходько [і ін.] // Вісн. Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. - Дніпропетровськ, 2005. - Вип. 7. - С. 74-78.
 14. Балон, Л. В. Підвищення ефективності гальмування рухомого состава залізничного транспорту : авт. дис. буд.т.зв. : 05.22.07, 05.22.12 / Л. В. Балон. - Дніпропетровськ: ДИИТ, 1991. - 49 с. — (Сканувала Юнаковская В. В.).
Захищено 01.10.1991.
 15. Бабаев, А. М. Вплив розміщення гальмівних колодок на колеса вантажного вагона на ефективність його гальмування / А. М. Бабаев, П. Д. Даньш // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. - Д., 2008. - Вип. 22. - С. 7-9. УДК 629.4.014.7(077-592+013.24)
 16. Navryliuk, V. I. An overview of the ETCS braking curves / V. I. Navryliuk // Електромагнітна сумісність та безпеку на залізничному транспорті. - 2017. - № 13. - С. 11-19.
 17. Мурадян Л. А. Про гальмові колодки доріг України / Л. А. Мурадян, А. М. Бабаев, С. В. Винокурова // Вагони й вагонне господарство. - 2010. - № 24. - С. 43-44.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 102 |

18. Reidemeister, O. H. Determination of stopping distance of unpowered rolling stock by method of sequential braking / O. H. Reidemeister // Наука та прогрес транспорту. - 2015. - № 6 (60). - P. 127-133. - doi: 10.15802/stp2015/57097
19. Правила технічної експлуатації залізниць України. Затверджені наказом міністерства транспорту України від 20.11.96 р. №441 [Електронний документ] Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0050-97#Text>
20. Інструкція з експлуатації гальм рухомого складу на залізницях України: (Зі змінами та доповненнями згідно з наказом №312-Ц від 07.06.2001 р.). №ЦТ-ЦВ-ЦЛ-0015 – К.: – 2004.
21. Інструкція з технічного обслуговування, ремонту та випробування гальмівного устаткування локомотивів і моторвагонного рухомого складу. 105.25100.00300. Київ. 2000. 223 с.
22. COMMISSION REGULATION (EU) No1302/2014 of 18 November 2014 concerning a technical specification for interoperability relating to the ‘rollingstock — locomotives and passenger rolling stock’ subsystem of the rail system in the European Union [Електронний документ] Режим доступу: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=uriserv%3AOJ.L_.2014.356.01.0228.01.ENG

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 103 |

СПИСОК РИСУНКІВ

Рисунок 1 - Розташування обладнання на секції тепловоза 2М62:

Рисунок 2 – Загальний вигляд модернізованого тепловоза М62 і його аналога ST44.

Рисунок 3 – Схема пневматичного гальма тепловозів (до 1985 р.в.):

Рисунок 4 – Схема пневматичного гальма тепловозів (після 1985 р.в.):

Рисунок 5 – Гальмівна важільна передача:

Рисунок 6 – Залежності $s_r = f(i)$ для різних способів розрахунку гальмівного шляху.

Рисунок 7 - Схема виконання виміру зазору між колодкою і поверхнею кочення колеса.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 104 |

СПИСОК ТАБЛИЦЬ

Таблиця I – Технічна характеристика важільної гальмівної передачі тепловоза 2М62.

Таблиця II – Позначення величин, які використовуються при розрахунках гальмівного шляху:

Таблиця III - Вихідні дані для розрахунку

Таблиця IV– Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}$, $i = -6\%$)

Таблиця V– Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}$, $i = 0\%$)

Таблиця VI – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}$, $i = 6\%$)

Таблиця VII – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (дійсні значення K, φ_k , $i = -6\%$)

Таблиця VIII – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (дійсні значення K, φ_k , $i = 0\%$)

Таблиця IX – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах швидкості (дійсні значення K, φ_k , $i = 6\%$)

Таблиця X – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}$, $i = -6\%$)

Таблиця XI – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}$, $i = 0\%$)

Таблиця XII – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (розрахункові значення $K_p, \varphi_{кр}$, $i = 6\%$)

Таблиця XIII– Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу (дійсні значення K, φ_k , $i = -6\%$)

Таблиця XIV - Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| | | | | | | 105 |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | |

(дійсні значення K , φ_k , $i = 0\%$)

Таблиця XV – Результати розрахунку гальмівного шляху по інтервалах часу

(дійсні значення K , φ_k , $i = 6\%$)

Таблиця XVI– Зведені результати розрахунку гальмівного шляху

Таблиця XVII - Контрольовані показники

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 106 |

АННОТАЦИЯ И КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА

Магистерская работа состоит из введения, 4-х разделов основной части и выводов. Общий объем текста – 108 страниц: основной текст - 95 страниц, библиография, включающая 22 наименования - 3 страницы, 7 рисунков, 17 таблиц.

Целью работы является повышение безопасности движения на железных дорогах Украины путем усовершенствования технологии тормозных испытаний подвижного состава и методов расчета тормозного пути.

Объектом исследования в данной работе является тормозная система тепловоза серии 2М62.

Предметом исследования являются методы расчета тормозного пути и методы тормозных испытаний подвижного состава.

Во *введении* показана актуальность темы и ее взаимосвязь с тенденциями развития железных дорог Украины. Сформулирована цель, предмет и объект исследования.

В *первом разделе* проанализированы научные труды отечественных и зарубежных ученых в решении вопроса усовершенствования тормозных систем и методов их испытаний, проанализирована конструкция и принцип действия объекта исследования.

Второй раздел посвящен сравнительному анализу требований нормативных документов Украины и стран ЕС к тормозным системам подвижного состава. Рассмотрены требования ТСИ к конструкции тормозных систем и методам тормозных испытаний. Усовершенствована методика расчета тормозного пути одиночного локомотива, в частности предложено производить выбор метода расчета тормозного пути в зависимости от начальной скорости торможения и состояния тормозной системы. Произведены сравнительные тяговые расчеты.

В *третьем разделе* разработана технология тормозных испытаний

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 107 |

подвижного состава. Предложены методы испытаний различных частей тормозного оборудования.

Четвертый раздел посвящен вопросу организации испытательного полигона, разработке его структуры и технического обеспечения.

Ключевые слова: безопасность движения, тепловоз, тормозные системы, методы испытаний, испытательный полигон.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 108 |

ABSTRACT AND KEYWORDS

Master's thesis consists of introduction, 4 sections of the main body and conclusions. The total amount of text consists of 108 pages: the main text consists of 95 pages, bibliography, including the 22 names consists of 3 pages, 7 drawings and 17 tables.

The aim of the paper is to increase traffic safety on the railways of Ukraine by improving the technology of brake tests of rolling stock and methods of calculating the braking distance.

The object of research is the braking system of the 2M62-type diesel-electric locomotive.

The subject of the research is the methods of braking distance calculation as well as methods of rolling stock testing.

The regulation documents related to the rolling stock braking system and its testing were analyzed. The braking distance used four methods of calculation was calculated. The concept of a rolling stock testing centre was developed

Keywords: traffic safety, diesel-electric locomotive, braking systemsafety improvement measures, testing methods, testing centre.

| | | | | | | |
|----|-------|---------|--------|------|--------------------------|------|
| | | | | | 0040.196594.МДР.2021.001 | Арк. |
| Зм | Аркуш | № докум | Підпис | Дата | | 109 |