

Вінницький національний технічний університет
Факультет машинобудування та транспорту
Кафедра автомобілів та транспортного менеджменту



Пояснювальна записка
до магістерської кваліфікаційної роботи

на тему «Удосконалення методики діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів в умовах авторемонтної бази товариства з обмеженою відповідальністю "Тотал-Агро" місто Хмельницький»

Виконав: студент 2 курсу,
групи 1АТ-18м
спеціальності 274 – «Автомобільний
транспорт»
Ковпак О. О.

Керівник: канд. техн. наук, доцент
Кашканов В. А.
Рецензент:

Вінниця – 2019 року

ЗМІСТ

ВСТУП	3	
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ПРИЧЕПІВ І НАПІВПРИЧЕПІВ		6
1.1 Обґрунтування вибору типу автопоїзда для дослідження його гальмівних властивостей	6	
1.2 Аналіз показників ефективності функціонування гальмівної системи автопоїзда	9	
1.3 Аналіз існуючих методів і засобів контролю технічного стану робочої гальмівної системи автопоїзда	14	
1.4 Огляд і аналіз приводів гальмівних систем автомобілів	20	
Висновки до розділу 1 та постановка задач дослідження	24	
РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ СІДЕЛЬНИХ АВТОПОЇЗДІВ		26
2.1 Математичні моделі руху транспортного засобу	26	
2.2 Динамічна модель процесу гальмування	30	
2.3 Оцінка впливу жорсткості підвіски і коефіцієнта опору амортизаторів на гальмівний шлях	37	
Висновки до розділу 2	42	
РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА СТАНУ АВТОРЕМОНТНОЇ БАЗИ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ТОТАЛ-АГРО» МІСТО ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ ...		43
3.1 Загальна характеристика підприємства	43	
3.2 Аналіз складу, структури і стану рухомого складу	44	
3.3 Аналіз стану існуючої виробничо-технічної бази	45	
3.4 Аналіз існуючої системи організації ТО і ПР	51	
3.5 Діагностування технічного стану АТЗ на підприємстві	52	
Висновки до розділу 3	57	

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ТА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУ- ВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ПРИЧЕПІВ І НАПІВПРИЧЕПІВ	58
4.1 Контрольно-вимірjuвальний комплекс для випробувань гальмівних систем з ПГП АТЗ категорій О ₂ , О ₃ , О ₄	58
4.2 Удосконалена методика визначення експлуатаційних параметрів гальмівних систем причепів і напівпричепів	62
Висновки до розділу 4	69
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	70
5.1 Охорона праці	70
5.1.1 Аналіз умов праці	70
5.1.2 Виробнича санітарія	71
5.1.3 Техніка безпеки	76
5.1.4 Пожежна безпека	80
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	82
5.2.1 Дія іонізуючих випромінювань на людей	82
5.2.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту	84
Висновки до розділу 5	89
ВИСНОВКИ	90
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	93
ДОДАТКИ	97

ВСТУП

Актуальність теми. Гальмівні властивості автомобілів належать до одних із найважливіших експлуатаційних характеристик, що визначають активну безпеку транспортного засобу – сукупність спеціальних конструктивних заходів, які забезпечують зниження ймовірності виникнення дорожньо-транспортних пригод або зменшують їх наслідки.

Особливим і найбільш складним видом дорожньо-транспортних пригод за участю автопоїздів є пригоди, що виникають в результаті їх гальмування з виходом із займаної смуги (складання) – як кінцевої причини тяжких ДТП. Для попередження цієї причини, а, значить, зниження смертності в дорожньому русі, необхідні знання про причини, які викликають несиметрію дії гальмівних сил, яка викликає подальше ДТП автопоїздів. Тому актуальним постає удосконалення методик діагностування гальмівних систем автопоїздів.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до Закону України «Про пріоритетні напрямки розвитку науки і техніки» із змінами, внесеними згідно із Законами № 848-VIII від 26.11.2015, ВВР, 2016, № 3, ст.25; розпорядження Кабінету Міністрів України з виконання Програми діяльності Кабінету Міністрів України та Стратегії сталого розвитку «Україна-2020» № 213-р. від 4 березня 2015 р. Дослідження з теми кваліфікаційної роботи належать до основних наукових напрямків кафедри «Автомобілі та транспортний менеджмент» Вінницького національного технічного університету та виконувались відповідно плану науково-дослідних робіт ВНТУ на 2018-2019 рр.

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження є – удосконалення методики діагностування гальмівних систем причіпів і напівпричіпів, яка дозволить підвищити ефективність гальмівних систем автопоїздів в експлуатації.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати науково-технічне обґрунтування необхідності удосконалення методики діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів;
- виконати математичне моделювання функціонування гальмівних систем сидельних автопоїздів;
- виконати аналіз діяльності підприємства та стану авторемонтної бази товариства з обмеженою відповідальністю «Тотал-Агро» місто Хмельницький;
- розробити засоби діагностування та методику діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

Об'єкт дослідження – процес визначення діагностичних параметрів гальмівної системи автопоїздів з пневматичним гальмівним пристроєм.

Предмет дослідження – гальмівна система автопоїздів з пневматичним гальмівним пристроєм.

Методи досліджень. При розв'язанні поставлених задач використовувались методи досліджень, основані на застосуванні системного аналізу, математичного моделювання, математичної статистики, теорії автомобіля.

Наукова новизна одержаних результатів.

Набув подальшого розвитку метод діагностування гальмівних систем автопоїздів з пневматичним гальмівним пристроєм в умовах експлуатації.

Практична значимість отриманих результатів.

Результати наукового дослідження можуть використовуватися на підприємствах автомобільного транспорту для підвищення ефективності робіт з діагностування технічного стану гальмівних систем АТЗ категорій О₂, О₃, О₄.

Достовірність теоретичних положень магістерської кваліфікаційної роботи підтверджується строгістю постановки задач, коректним застосуванням математичних методів під час доведення наукових положень, строгим виведенням аналітичних співвідношень, порівнянням результатів, отриманих за

допомогою розроблених у роботі методів, з відомими.

Апробація результатів роботи. Деякі положення та результати роботи доповідались та обговорювались на XII міжнародній науково-практичній конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця: ВНТУ, 21-23 жовтня 2019 р.) та на VII-ій міжнародній науково-практичній інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту» (Вінниця, ВНТУ, 08-10 квітня 2019 р.).

Публікації. Основні положення та результати досліджень за участі автора опубліковані в публікаціях [15, 16].



РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ПРИЧЕПІВ І НАПІВПРИЧЕПІВ

1.1 Обґрунтування вибору типу автопоїзда для дослідження його гальмівних властивостей

Автопоїзд – конструктивно завершений автотранспортний засіб (АТЗ), що складається з декількох ланок, з'єднаних між собою роз'ємними зчіпними пристроями. Ланки – частини автопоїзда, що мають власну траєкторію руху, яку добре помітно при русі на повороті. Ланки автопоїзда можуть бути активними (в тому числі і причіпні) і пасивними (що не ведуть) [24]. Оскільки автопоїзд трактується як дво- або багатомасова система, ланки якої пов'язані пружними зв'язками [37] розглянемо класифікацію компоувальних схем автопоїздів н проаналізуємо їх.

За типом причіпної ланки, розрізняють наступні види автопоїздів [37]:

1. Причіпний автопоїзд (рис. 1.1.).



Рисунок 1.1 – Причіпний автопоїзд

2. Сідельний тягач з напівпричіпом (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Сідельний автопоїзд

3. З причепом-розпуском (рис. 1.3).

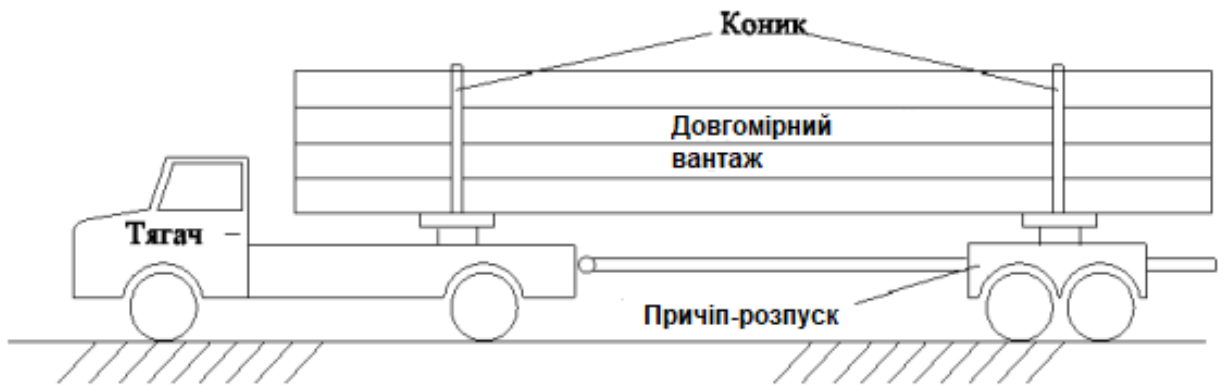


Рисунок 1.3 – Автопоїзд з причепом-розпуском

4. Комбінований автопоїзд (рис. 1.4).

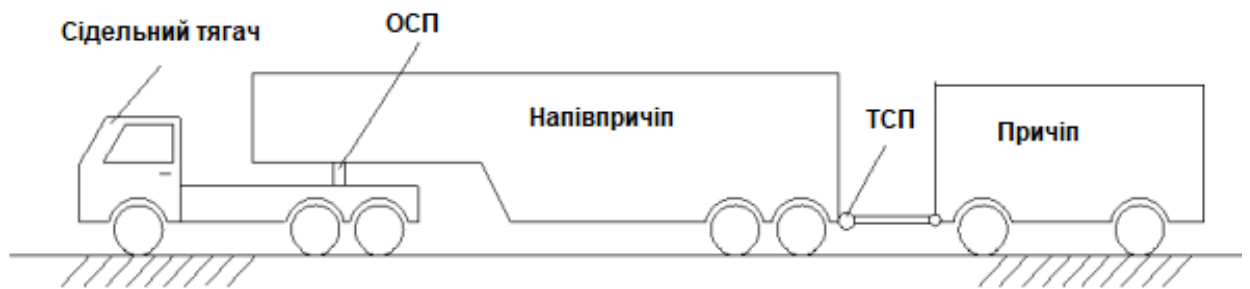


Рисунок 1.4 – Комбінований (сідельно-причіпний) автопоїзд

5. Комбінований автопоїзд з використанням підкатного візка, можливе використання другого напівпричепа в якості причепа (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Сідельно-причіпний автопоїзд з підкатним візком

6. Причіпний триланковий автопоїзд (рис. 1.6).

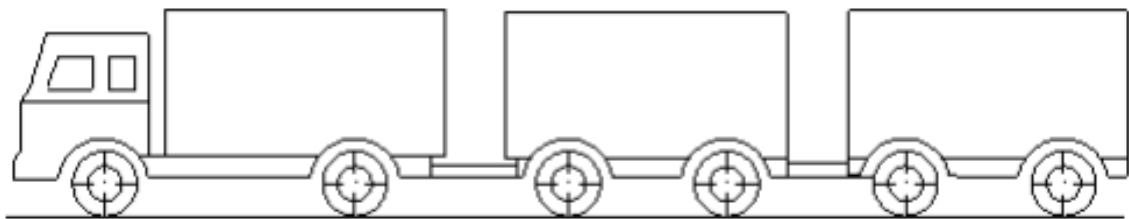


Рисунок 1.6 – Триланковий автопоїзд (автомобіль-тягач + два причіпа)

У відповідності до класифікації ТЗ категорій O_2 , O_3 , O_4 додатково класифікують в залежності від конструкції [37]:

- напівпричіп – буксирується АТЗ, осі якого розташовані позаду центру мас повністю завантаженого ТЗ, обладнаного сідельно-зчіпним пристроєм, що передає горизонтальні та вертикальні навантаження на буксируючий ТЗ (тягач). Одна або більше осей напівпричепа може бути ведучою з приводом від буксируючого тягача;

- повний причіп – буксирується АТЗ, обладнаний щонайменше двома осями і буксирним (тягово-зчіпним) пристроєм, який може переміщатися вертикально по відношенню до причепа та служить для повороту передніх

осей, але не передає будь-якого значного статичного навантаження на буксируємий тягач;

– причіп з центральною віссю – буксирується АТЗ, обладнаний тяговозчіпним пристроєм, який не може рухатися щодо тягача в вертикальній площині. Осі зміщені відносно центру мас при повному завантаженні причепа таким чином, що тільки незначне статичне вертикальне завантаження, що не перевищує 120% маси причепа або 10 кН (меншого з цих значень), передається тягачу.

Автопоїзд у складі тягача і напівпричепа має більш високу стійкість, маневреність, прохідність, можливість керованого руху заднім ходом в порівнянні з автопоїздом в складі тягача - причіпу. Сідельні автопоїзди при тій же вантажопідйомності мають меншу довжину, витримують в повороті динамічний коридор ТЗ, по конструкції більш прості і мають менший коефіцієнт металоємності. Їх використання дозволяє підвищити коефіцієнт пробігу, скоротити простої під навантаженням і розвантаженням. Виходячи з переваг сідельного автопоїзда, при порівнянні його з причіпним ТЗ, за умовами безпеки дорожнього руху, а також спираючись на статистику зареєстрованих в Україні напівпричепів, прийнято рішення вибрати його для подальшого дослідження.

1.2 Аналіз показників ефективності функціонування гальмівної системи автопоїзда

Гальмівні системи автопоїздів є складними системами, технічний стан яких впливає на безпеку транспортного процесу. Важливе значення відводиться визначенню технічного стану гальмівної системи в цілому і окремих її частин з використанням процедур діагностування. У науковій і технічній літературі містяться методики діагностування гальмівних систем і їх частин з використанням стендів. Однак ці методики спрямовані на автотранспортні засоби (АТЗ), які мають не більше двох осей з

функціонуючою антиблокувальною системою (АБС). При цьому парк сучасних багатовісних АТЗ неможливо продіагностувати на цих стендах.

Крім того, гальмівні властивості АТЗ значно змінюються в експлуатації внаслідок зміни технічного стану частин цих систем, а також інших частин, наприклад підвіски. До теперішнього часу вплив гальмівних властивостей автопоїздів з АБС в експлуатації залишаються невивченими.

При експлуатації автопоїздів зміна технічного стану гальмівної системи істотно впливає на ефективність гальмування і як наслідок на безпеку дорожнього руху.

Для забезпечення ефективного гальмування автопоїзда, гальмівне управління включає в себе чотири складні системи [3]:

1. Робоча гальмівна система, яка призначена для підтримки необхідної швидкості руху транспортних засобів, її зниження аж до повної зупинки в будь-яких умовах.

2. Запасна гальмівна система, яка служить для зупинки автомобіля в разі виходу з ладу робочої гальмівної системи:

3. Гальмівна система, яка призначена для утримання транспортного засобу (ТЗ) в нерухомому стані на опорній поверхні при впливі на нього зовнішніх сил;

4. Допоміжна гальмівна система, яка призначена для тривалого підтримання постійної швидкості руху транспортних засобів. а також її регулювання в межах, відмінних від нуля.

Для забезпечення безпеки дорожнього руху гальмівне управління повинно в будь-який момент часу забезпечувати максимально можливу в даних умовах ефективність гальмування, тобто зупинити автопоїзд з мінімальним гальмівним шляхом.

Робоча гальмівна система (РГС) – це основна гальмівна система, яку використовують водії ТЗ на будь-яких режимах гальмування.

Оцінка технічного стану РГС автопоїзду на предмет відповідності її ефективності гальмування, нормативам, встановленим ДСТУ 3649:2010. При

перевірках на роликівих стендах розраховується [13]:

– зусилля на органі управління P_n для тягача і для напівпричепа не більше 686 Н:

– загальна питома гальмівна сила γ_z обчислюють за такою формулою

$$\gamma_z = \frac{\sum_{i=1}^n P_{z \max_i}}{M_a g}. \quad (1.1)$$

де $\sum_{i=1}^n P_{z \max_i}$ – сума максимальних гальмівних сил усіх коліс ТЗ, Н;

– коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил коліс будь-якої осі

$$K_H = \frac{|P_{zl} - P_{zn}|}{P_{zlm \max}} \cdot 100\%, \quad (1.2)$$

де P_{zl} , P_{zn} – гальмівні сили, відповідно, лівого та правого коліс однієї осі, Н;

$P_{zlm \max}$ – значення гальмівної сили, найбільше з P_{zl} або P_{zn} , Н.

За результат визначення K_H беруть його максимальне значення, яке набувається протягом змінення гальмівних сил від 50 % до 100 % від їхнього максимального значення.

За показником питомої гальмівної сили характеризується взаємодія ланок автопоїзда – тягача та напівпричепа в процесі гальмування [24]:

1. Якщо $\gamma_n = \gamma_m$, то $P_c = 0$ – гальмування синхронне;

2. Якщо $\gamma_n > \gamma_m$, то $P_c > 0$ – напівпричіп посилює гальмування тягача та забезпечує розтягування автопоїзда, при цьому виключається складання автопоїзда;

3. Якщо $\gamma_n \leq \gamma_m$, то $P_c < 0$ – при гальмуванні напівпричіп накочується на

тягач, що призводить до втрати стійкості і складання автопоїзда;

Визначають також значення сумісності ланок автопоїзда K_c за формулою

$$K_c = \frac{\gamma\tau_H}{\gamma\tau_H}, \quad (1.3)$$

де $\gamma\tau_H$, $\gamma\tau_H$ – загальна питома гальмівна сила, відповідно, наступних та попередніх ланок автопоїзда, починаючи з тягача.

ТЗ випробовують у стані максимальної маси або з частиною цієї маси, яка відповідає навантаженню на випробну вісь.

Дозволено випробовувати ТЗ із пневматичним приводом робочої гальмівної системи (РГС) у стані порожньої маси [13].

Дозволено випробовувати ТЗ з гідравлічним приводом РГС у стані порожньої маси, крім таких випадків:

- сертифікаційні випробовування;
- експертні дослідження;
- розгляд апеляційних питань;
- результати випробувань перевищують нормативне значення менше ніж на 5 %.

Під час визначання тривалості спрацьовування РГС на стенді тривалість приведення у дію органу керування РГС має бути не більше ніж 0,2 с.

Умови проведення дорожніх випробувань РГС.

Дорога для випробувань має бути з цементо- чи асфальтобетонним покриттям. Поверхня дороги має бути суха, чиста та рівна. Поздовжній і поперечний ухили — не більше ніж 1,5 %. Ширина — не менше ніж 7,5 м.

Шини ТЗ мають бути чисті та сухі. Тиск повітря в них має бути згідно з нормами з експлуатації.

ТЗ випробовують у стані порожньої маси та встановленими засобами вимірювань (за потреби — з оператором-випробовувачем).

Випробовування здійснюють із від'єднаним від трансмісії двигуном, а також із відкритими приводами додаткових рушійних мостів та розблокованими трансмісійними диференціалами, якщо це передбачено конструкцією ТЗ.

Випробовування ТЗ проводять із «холодними» гальмівними механізмами.

Під час гальмування РГС водію заборонено коригувати траєкторію руху ТЗ, якщо цього не потребує безпека руху. У випадку коригування траєкторії результат випробування не зараховують.

Під час випробовування РГС початкова швидкість гальмування має бути в межах від 35 км/год до 45 км/год. ТЗ, які за технічними характеристиками не можуть рухатися з такою швидкістю, гальмування починають із максимально можливої швидкості. Норматив гальмівного шляху обчислюють за однією з формул [13], відповідно до категорії ТЗ.

Зусилля на органі керування РГС під час гальмування має бути не більше ніж 490 Н для ТЗ категорій M_1 і N_1 та 686 Н для ТЗ інших категорій.

За результатами перевірок РГС, отримані значення показників порівнюють з нормативними, встановленими ДСТУ. У разі відповідності зазначених значень нормативним, РГС вважається справною і допускається до експлуатації, в разі невідповідності – до усунення несправностей експлуатація ТЗ не припустима.

Таким чином, з перерахованих вище показників ефективності гальмування РГС автопоїзда, визначають лише чи справна або несправна дана система, що недостатньо для якісного контролю функціонування РГС автопоїзда. Безліч чинників, які впливають на процес гальмування автопоїзда, і в підсумку, на рівень дорожньої небезпеки, роблять доцільним виконання досліджень механізму впливу на неї не доступних для оцінки раніше параметрів робочих процесів функціонування пневматичних приводів РГС автопоїздів. З метою розробки удосконаленого методу діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів проаналізуємо методи і засоби

контролю РГС автопоїздів.

1.3 Аналіз існуючих методів і засобів контролю технічного стану робочої гальмівної системи автопоїзда

У вимогах ДСТУ 3649:2010 ефективність роботи гальмівних систем ТЗ допускається оцінювати за допомогою проведення або дорожніх випробувань або стендових випробувань. Вимоги стандартів є обов'язковими і спрямовані на забезпечення безпеки дорожнього руху, життя і здоров'я людей, збереження їх майна і охорони навколишнього середовища. Блок-схема класифікації методів контролю гальмівних систем автомобілів показано на рисунку 1.1.



Рисунок 1.1 – Класифікація методів контролю гальмівних систем автомобілів

Дорожній метод контролю РГС має ряд істотних недоліків:

– обов'язкова наявність майданчика з рівним горизонтальним покриттям,

що не у кожного автопідприємства є;

- несприятливі погодно-кліматичні умови, які не дозволяють виконувати контроль в потрібний час і встановлені терміни;
- наявність водіїв з необхідною кваліфікацією водіння;
- якщо оціночні показники виходять за межі нормативних значень, метод не дозволяє виявляти причину і місце несправності, що все одно веде до необхідності виконання діагностування ТЗ на стенді.

Тому надалі в роботі дорожній метод випробовувань розглядатися не буде.

Для підтримки необхідного технічного стану РГС автопоїзда в процесі експлуатації потрібно якісно виконувати її діагностування.

Діагностування РГС ТЗ відповідно до нормативних документів може здійснюватися наступними методами [3, 20, 24]:

- органолептичним – за допомогою органів чуття людини (зору, слуху, дотику і нюху), достовірність якого не перевищує 40%;
- технічним – за допомогою спеціального діагностичного обладнання без розбирання ТЗ, достовірність якого більше 90%.

Відсутність витоків стисненого повітря з гальмових камер коліс перевіряють при вимкненому двигуні і нормативному тиску в пневмоприводі на слух або за допомогою електронного детектора витоків стисненого повітря.

Для стендових випробовувань використовують роликові гальмівні стенди, що відповідають вимогам ДСТУ 3333-96.

Стенди для діагностування гальмівної системи АТС мають різний принцип дії і різну конструкцію.

Існує кілька класифікацій діагностичних гальмівних стендів. Класифікація поширених різновидів стендів представлена на рис. 1.2 [22].

Відповідно до іншої класифікації стенди для діагностування гальмівної системи АТЗ можна класифікувати за такими основними ознаками [3, 20, 27]:



Рисунок 1.2 – Класифікація стендів для діагностування гальмівних якостей АТЗ

1) За типом опорних органів стенди розрізняються на: площадкові (платформні), барабанні (роликові), стрічкові.

Площадкові (платформні) стенди як робочий орган мають одну платформу під весь автомобіль або окремі майданчики під кожне його колесо. Площадкові стенди, в свою чергу, поділяються на статичні (силові) і динамічні (інерційні).

На роликових стендах кожне колесо АТЗ спирається на два паралельних барабана (ролика) - передній і задній. За рівнем розташування опорних роликів такі стенди можна розділити на симетричні і несиметричні. У перших осі опорних роликів знаходяться на одному рівні, а у других - задній

опорний ролик трохи піднятий відносно переднього, що значно підвищує стійкість АТЗ на стенді в процесі гальмування. Такі стенди розрізняються також розташуванням робочого (провідного) опорного ролика, з'єданого з приводним пристроєм. Ведучими можуть бути: передній, задній, або обидва опорних ролика.

Стрічкові стенди характеризуються наявністю опорного органу у вигляді нескінченної еластичної стрічки, одягненої на барабани, що обертаються. Завдяки тому, що колеса автомобіля спираються на еластичну стрічку, забезпечуються сприятливі умови для реалізації гальмівної сили при діагностуванні.

2) Стенди розрізняють і за принципом передачі гальмівної сили: через опорну поверхню шини або через втулку колеса АТЗ.

У стендів першої групи сила гальмування діє в області контакту шини з опорним органом стенду – площадкою, опорним роликом або стрічкою. На стендах другого типу колеса АТЗ приводяться в рух електромоторами через спеціальні муфти, будучи вивішеними або вільно розташованими на невеликих роликах. Для визначення гальмівної сили в заданих режимах колеса загальмовуються. Тут вплив типу і стану колісних шин на величину вимірюваної сили повністю виключається. Однак, незважаючи на очевидні переваги, стенди такого типу в практиці зустрічаються рідко, тому що вони характеризуються зайвою громіздкістю і малою продуктивністю.

3) За способом навантаження (методом вимірювання) стенди підрозділяють на статичні (силові), динамічні (інерційні), кінематичні і статико-динамічні.

Стендові методи, найбільш поширені при діагностуванні гальмівної системи ТЗ в умовах експлуатації, і мають ряд переваг:

- виключено вплив природно-кліматичних факторів;
- можливість виконання більшої кількості перевірок і скорочення часу обробки результатів діагностування.

Недоліками силових статичних стендів є [24]: низька точність

результатів діагностування, висока трудомісткість і великі витрати часу на проведення діагностики ТЗ.

Згідно з дослідженнями А.І. Федотова і В.Г. Власова, методи діагностики гальмівної системи на майданчикових стендах мають такі недоліки [27]:

- поздовжні коливання майданчиків, що викликають зриви плями контакту як в момент наїзду на них коліс автомобіля, які гальмують, так і в момент блокування коліс;

- висока складність позиціонування коліс автомобіля, які гальмують, щодо центрів майданчиків стенду і пов'язане з цим поява моментів, які розвертають майданчики;

- нестабільність текстового впливу (зусилля і швидкість натискання на педаль гальма), похибка вимірювання гальмівних сил на майданчикових стендах досягає 50% [21].

Згідно ДСТУ 3649:2010 гальмівні системи причепів (напівпричепів) спорядженої маси перевіряють в складі автопоїзда тільки на роликівих стендах, в зв'язку з чим перевірка гальмівної ефективності автопоїзда на майданчикових стендах не допускається.

Інерційні роликіві стенди мають такі недоліки:

- залежність результатів перевірки від кута установки колеса ТЗ щодо поздовжніх осей роликів, крутильних коливань колеса на жорсткість підвіски, характеру взаємодії еластичного колеса при гальмуванні з двох роликів на один, перерозподіл нормальних реакцій, а також геометричних параметрів стенду і колеса [35];

- недостатня безпека випробувань;

- висока трудомісткість і великі витрати часу на проведення діагностики ТЗ.

Силові стенди з біговими барабанами не завжди дають об'єктивну оцінку її технічного стану через виникнення великих похибок вимірювання силових параметрів, що характеризують гальмівну ефективність і стійкість

автомобіля при гальмуванні, наприклад, низька швидкість прокручування коліс ТЗ призводить до зміни гальмівних сил від плюс 8,5 до плюс 22% в залежності від режиму гальмування [24].

Силові роликові гальмівні стенди мають наступні переваги перед усіма іншими видами стендів:

- забезпечена безпека при проведенні контролю, так як кінетична енергія випробуваного ТЗ на такому стенді дорівнює нулю:

- дозволяють отримувати точні дані за результатами перевірки гальмівних систем ТЗ;

- дозволяють забезпечити точне завдання значень швидкості гальмування приводу роликів стенда;

- динаміку процесу гальмування можна спостерігати в графічній інтерпретації.

Таким чином, з усіх видів стендів силові роликові гальмівні стенди представляються як найбільш ефективні засоби діагностування гальмівних систем ТЗ.

Сучасні силові роликові стенди вимірюють такі оціночні показники:

- вагу, що припадає на окреме колесо ТЗ, G , кг;

- гальмівну силу кожного колеса ТЗ, P_T , кН;

- питому гальмівну силу кожного колеса, γ_2 ;

- зусилля на органі гальмівного керування, P_n , Н;

- нерівномірність гальмівної сили за один оборот колеса;

- дані перевірки виводяться на дисплей у вигляді цифрової або графічної інформації, результати діагностування зберігаються в базі даних підприємств державного технічного контролю.

З огляду на вищевикладене, силові роликові гальмівні стенди найбільш якісно характеризують технічний стан РГС автопоїзда, мають найбільшу точність, в порівнянні з іншими видами стендів, а також оперативністю виконання випробувань.

1.4 Огляд і аналіз приводів гальмівних систем автомобілів

Управління механізмами гальмівних систем ТЗ здійснюється за допомогою приводів, які можуть бути механічними, гідравлічними, пневматичними, електричними і комбінованими. Вирішальним фактором при виборі приводу вважаються недоліки інших приводів.

Пневматичні приводи гальм застосовуються на вантажних автомобілях середньої й великої вантажопідйомності і на автобусах [15].

Пневмопривід має наступні переваги: легкість управління і зручність з'єднання приводів гальмівних систем тягача та причепа (напівпричепа): можливість використання стисненого повітря для інших цілей (накачування і підтримання тиску в шинах, привід склоочисників і ін.); можливість впровадження системи ABS, реалізація можливості аварійного резервування поділом контурів; відсутність необхідності повертати робоче тіло (повітря) назад до компресора; меншу вагу робочого тіла; меншу вагу виконавчих пристроїв в порівнянні з електричними; простота і економічність, обумовлені дешевизною робочого тіла; можливість скидання відпрацьованого повітря назад в атмосферу; допустимість природних витоків стиснутого повітря, пожежна безпека; менш чутливий до зміни температури навколишнього середовища внаслідок меншої залежності коефіцієнта корисної дії (ККД) від витоків робочого середовища, тому зміна зазорів між деталями пневмообладнання і в'язкості робочого середовища не роблять істотного впливу на робочі параметри пневмоприводу [24].

Недоліками пневмоприводу є складність виробництва і обслуговування, порівняно висока вартість, постійні витрати потужності на привід компресора, великий час спрацьовування (в 5-10 разів більше, ніж у гідроприводу). Останній недолік може бути відсутнім при застосуванні електропневмоприводу; нагрівання та охолодження робочого газу в процесі стиснення в компресорах (обумовлений законами термодинаміки, що може привести до обмерзання пневмосистем); конденсація водяної пари з робочого

газу, і в зв'язку з цим необхідність його осушення; більш низький ККД, ніж у гідроприводу; низькі точність спрацьовування і плавність ходу; можливість вибухового розриву трубопроводів або виробничого травматизму (як правило тиск в пневмосистемах не перевищує 1 МПа і, як наслідок, зусилля на робочих органах значно менше в порівнянні з гідроприводом) [24].

Гідравлічний привід гальм застосовується в робочих гальмівних системах легкових і легких вантажних автомобілів [15].

Гідропривід має наступні переваги: можливість отримання бажаного розподілу гальмівних зусиль між мостами, колесами і колодками за рахунок розмірів поршнів колісних циліндрів; незначний час спрацьовування внаслідок не стисливості рідини і великий жорсткості трубопроводів; високий ККД, так як втрати енергії пов'язані в основному з переміщенням малов'язкої рідини з одного об'єму в іншій; простота управління і автоматизації; простота запобігання приводного двигуна і виконавчих органів від перевантажень; наприклад, якщо зусилля на штоку гідроциліндру стає занадто великим (таке можливо, зокрема, коли шток, сполучений з робочим органом, зустрічає перешкоду на своєму шляху), то тиск в гідросистемі досягає великих значень – тоді спрацьовує запобіжний клапан в гідросистемі, і після цього рідина йде на злив в бак, і тиск зменшується; невеликі маси і розміри і зручність компонування апаратів приводу [6].

Недоліки гідроприводу: неможливість тривалого гальмування, так як значний тиск рідини (до 10-12 МПа) протягом тривалого часу зменшується через негерметичність ущільнювачів; вихід з ладу всієї гальмівної системи при місцевих ушкодженнях; значне зниження ККД при низьких температурах (нижче – 30 °С) [6].

Механічний привід гальм застосовується для стоянкових гальм, що встановлюються як правило на агрегати трансмісії або гальмівні механізми однієї осі [6].

Недоліки механічного приводу: не забезпечує в експлуатації одночасного початку роботи гальм і необхідного розподілу приводних сил

між ними; велике число шарнірних з'єднань і опор в приводі призводять до значних втрат на тертя, цими втратами пояснюється низький ККД. Перераховані недоліки визначають неможливість використання механічного приводу в РГС ТЗ.

Електричний привід гальм не має поки широкого застосування внаслідок відсутності на автомобілях досить потужного і надійного джерела електричної енергії. Він застосовується для управління гальмами деяких легкових причепів [24].

Комбінований електропневматичний гальмівний привід (ЕПГП) набув поширення порівняно недавно. Він являє собою комбінацію електричного і пневматичного приводів. У ЕПГП повітря використовують для загальмування коліс, а управління всіма апаратами здійснюється електричним шляхом. Встановлюється такий привід тільки в робочій гальмівній системі.

Перевагами ЕПГП є: зменшення часу спрацьовування особливо віддалених осей причепа або напівпричепа; зменшення гальмівного шляху; оптимальний розподіл гальмівних сил між передніми і задніми колесами автомобіля; зменшення стискаючих зусиль в зчепленні автопоїзда за рахунок одночасності спрацьовування гальм на всіх ланках автопоїзда; збільшення стійкості автопоїзда (зниження ризику складання); безперервний контроль за справністю елементів приводу, здійснюваний бортовою діагностикою; можливість подальшої автоматизації управління рухом автомобіля за рахунок використання електронного управління гальмами; спрощення приводу, в порівнянні з пневматичним, за рахунок об'єднання функцій декількох апаратів в одному.

Недоліки ЕПГП: є небезпека порушення контактів, збою в роботі комп'ютера або механічного пошкодження провідників. Це призводить до повного виходу гальмівного приводу з ладу і тому будь-яка схема сучасного ЕПГП передбачає виконання одного або декількох контурів тягача і управління причепом з паралельним дублюванням пневматичним приводом.

Пневмогідролічний гальмівний привід застосовується в РГС середніх і важких вантажних транспортних засобах, зокрема тягачів і причепів [24].

Пневмогідролічний привід має значно менші габарити і масу, менший час спрацьовування, ніж у чисто пневматичного приводу.

При використанні комбінованих приводів недоліки одного з приводів намагаються компенсувати перевагами іншого.

Таким чином, з огляду на переваги і недоліки гальмівних приводів вже довгі роки на важких ТЗ з успіхом використовуються пневматичні гальмівні системи, зумовлено це їх перевагами перед іншими гальмівними приводами.

Несправності гальмівної системи управління з пневматичним приводом і їх причини.

Причини зниження ефективності роботи гальмівних механізмів:

- підвищене зношування або замащення фрикційних накладок;
 - підвищене зношування гальмівних барабанів – супроводжується появою еліпсності і численних рисок і задирів на робочій поверхні;
 - збільшення зазору між накладками колодок і гальмівними барабанами;
 - знижений тиск повітря в пневмосистемі приводу гальмівних механізмів
- відбувається при витoku повітря в місцях негерметичності, при ослабленні натягу приводного ремня, при підвищеному зношенні циліндропоршневої групи компресора і виході з ладу клапанної системи розвантажувального пристрою або регулятора тиску, в тому числі через неправильне регулювання;
- несправна робота гальмівного крана - відбувається при неправильному регулюванні або підвищеному зношуванні деталей і порушення роботи клапанних механізмів; підвищений вільний хід педалі гальма [25].

Причини нерівномірної роботи гальмівних механізмів:

- наявність вищевказаних несправностей в окремих класах;
- від'єднання штока гальмівної камери від гальмівного важеля колісного механізму або вихід з ладу самої гальмівної камери.

Причина повної відмови гальмівних механізмів при нормальному тиску

повітря в пневмосистемі приводу - замерзання незлитого вчасно конденсату з ресиверів при низькій температурі і утворення крижаних пробок в магістральних трубопроводах або заклинювання гальмівного крана в разі примерзання клапанів до сідел і т. д.

Причини нерозгальмовування коліс автомобіля при повністю відпущеній педалі гальма:

- прорив стисненого повітря в гальмівні камери при негерметичність клапанів гальмівного крана;
- обрив стяжних пружин колодок;
- заїдання розтискного кулака;
- еліпсоподібну зношування барабанів;
- прихоплювання від вологих накладок до гальмівних барабанів після тривалих стоянок (в зимову пору року);
- зрив окремих елементів накладок, що приводить до заклинювання колеса [27].

Висновки до розділу 1 та постановка задач дослідження

Кількість автопоїздів в транспортних потоках збільшується, зростає рівень небезпеки виникнення ДТП з їх участю, особливим і найбільш складним видом ДТП за участю автопоїздів є ДТП, що виникають в результаті їх складання.

Рівень компетенції працівників автотранспортних підприємств і організацій, якість підготовки ТЗ перед виїздом з парку і ТО рухомого складу недостатнє для відповідності вимогам сучасного етапу розвитку науки і техніки.

Сучасні гальмівні системи автопоїздів це складні енергоємні, багатофункціональні системи, які перетворюють зусилля на гальмівну педаль в гальмівну силу на загальмовувані колеса. У конструкції цих систем вбудовані різні функціональні елементи, що істотно підвищують їх ефективність щодо

колишніх гальмівних систем. Звідси випливає, що ефективність гальмівних систем не може бути однозначно визначена тільки за параметрами зусилля на педаль і сили на загальмовуваних колесах.

Сьогодні діагностам станцій технічного обслуговування, ліній технічного контролю потрібні методичні засоби, пов'язані з володінням сучасною нормативною технічною базою, передовими технологіями забезпечення працездатності ТЗ, процедурами управління і їх інформаційної складової. Це необхідно для більш глибокого вивчення параметрів робочих процесів систем РГС і отримання показників, що визначають роботу системи на основі вимірювання і аналізу технічного стану всіх функціональних елементів пневмоприводу РГС сидельних автопоїздів.

Мета дослідження даної магістерської кваліфікаційної роботи – удосконалення методики діагностування гальмівних систем причіпів і напівпричіпів, яка дозволить підвищити ефективність гальмівних систем автопоїздів в експлуатації.

В подальших розділах даної роботи необхідно вирішити такі завдання:

- виконати математичне моделювання функціонування гальмівних систем сидельних автопоїздів;
- виконати аналіз діяльності підприємства та стану авторемонтної бази товариства з обмеженою відповідальністю «Тотал-Агро» місто Хмельницький;
- розробити засоби діагностування та методику діагностування гальмівних систем причепів і напівпричепів;
- розробити заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при виконанні робіт з діагностування автомобілів на підприємстві.

РОЗДІЛ 2. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ФУНКЦІОНУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ СІДЕЛЬНИХ АВТОПОЇЗДІВ

2.1 Математичні моделі руху транспортного засобу

Проаналізуємо математичні моделі, які описують процес руху автопоїздів, що передуює ДТП (зіткнення) - за такими видами руху:

- прямолінійний;
- криволінійний;
- при гальмуванні.

При прямолінійному русі (рисунок 2.1) $\alpha_k = 0$ і сили, які діють на ТЗ, визначені рівняннями 2.1-2.4.

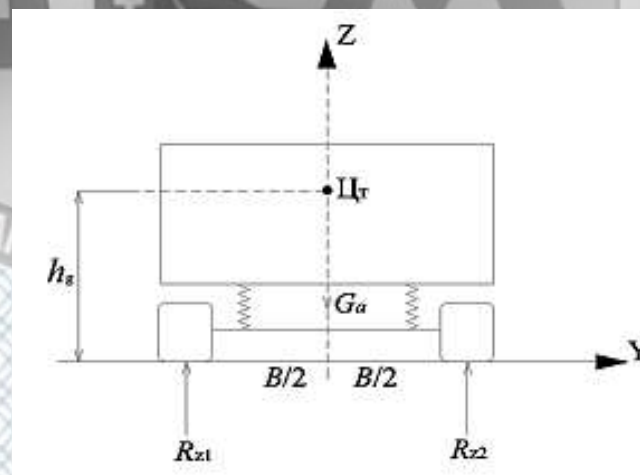


Рисунок 2.1 – Розрахункова схема сил, які діють на ТЗ при прямолінійному русі на горизонтальній опорній поверхні

Позначення на рисунку 2.1: G_a – вага ТЗ; R_{zi} – нормальна реакція дороги, яка діє на колеса ТЗ; h_g – висота центру ваги ТЗ; B – колія ТЗ.

Рівняння руху ТЗ:

$$\frac{G_a}{g} \cdot j = R_{z1} + R_{z2} - P_g, \quad (2.1)$$

$$G_a = m_a \cdot g = R_{z1} + R_{z2}, \quad (2.2)$$

де g – прискорення вільного падіння, м/с²;

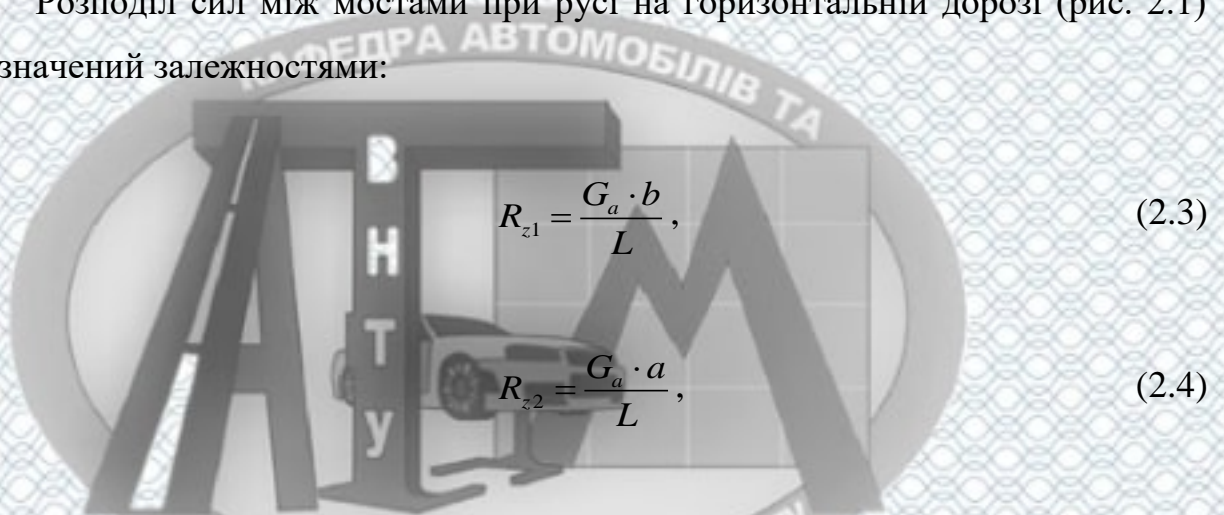
j – прискорення ТЗ, м/с²;

$P_в$ – сила опору повітря;

m_a – маса ТЗ;

R_{xi} – поздовжня реакція дороги, що діє на колеса ТЗ.

Розподіл сил між мостами при русі на горизонтальній дорозі (рис. 2.1) визначений залежностями:



$$R_{z1} = \frac{G_a \cdot b}{L}, \quad (2.3)$$

$$R_{z2} = \frac{G_a \cdot a}{L}, \quad (2.4)$$

де a – відстань від центру ваги ТЗ до передньої осі; b – відстань від центру ваги ТЗ до задньої осі; L – база ТЗ.

Сили, які діють на ТЗ при виконанні повороту, описані рівняннями 2.5-2.17 і показані на рисунку 2.2.

Позначення на рисунку 2.2: A_1 – центр передньої осі при зміщенні точки А; B_1 – центр задньої осі при зміщенні точки В; C' – центр мас при зміщенні точки С; V_C – швидкість центру мас (точки С); α_k – кут повороту керованих коліс ТЗ; θ – кут зміщення відносно осі Х; V_x – проекція V_C на поздовжню вісь Х – швидкість руху ТЗ; V_y – проекція V_C на поперечну вісь Y (швидкість бокового зміщення ТЗ); γ – кут між поздовжньою віссю та вектором швидкості V_C .

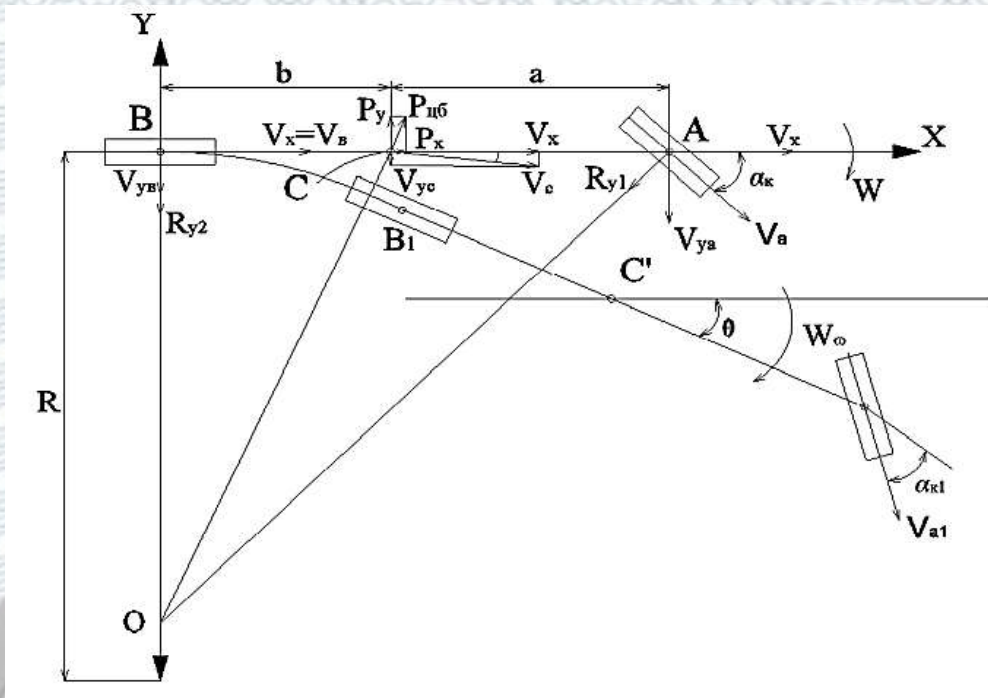


Рисунок 2.2 – Розрахункова схема сил, які діють при криволінійному русі на плоскій одномасовій моделі автомобіля

$$j_y = V_a \cdot \omega_a - \dot{V}_y, \quad (2.5)$$

$$j_x = \dot{V}_a + V_y \cdot \omega_a = j_a + V_y \cdot \omega_a, \quad (2.6)$$

$$V_y = V_a \cdot \operatorname{tg} \gamma = V_a \cdot \frac{a - R(\alpha_k - \sigma_1)}{R} = V_a \left[\frac{a}{R} - (\alpha_k - \sigma_1) \right], \quad (2.7)$$

$$\text{при } R = \frac{L}{(\alpha_k + \Delta\sigma)};$$

$$V_y = V_a \cdot \operatorname{tg} \gamma = V_a \cdot \left[\frac{a}{L} (\alpha_k + \Delta\sigma) - (\alpha_k - \sigma_1) \right], \quad (2.8)$$

$$V_y = \frac{V_a}{L} \cdot [a \cdot \sigma_2 - b(\alpha_k - \sigma_1)], \quad (2.9)$$

$$\dot{V}_y = \frac{\dot{V}_a}{L} \cdot [a \cdot \sigma_2 - b(\alpha_k - \sigma_1)] + \frac{V_a}{L} \left[a \cdot \dot{\sigma}_2 - b(\dot{\alpha}_k - \dot{\sigma}_1) \right]. \quad (2.10)$$

Тоді

$$j_x = j_a + \frac{V_a \cdot \omega_a}{L} \cdot [a \cdot \sigma_2 - b \cdot (\alpha_k - \sigma_1)], \quad (2.11)$$

$$j_y = V_a \cdot \omega_a - \frac{V_a}{L} \cdot [a \cdot \dot{\sigma}_2 - b \cdot (\dot{\alpha}_k - \dot{\sigma}_1)] - \frac{\dot{V}_a}{L} \cdot [a \cdot \sigma_2 - b \cdot (\alpha_k - \sigma_1)], \quad (2.12)$$

де j_a – прискорення ТЗ, м/с²;

ω_a – кутова швидкість ТЗ;

\dot{V}_a – прискорення ТЗ (похідна від V_a);

\dot{V}_y – швидкість руху ТЗ, км/год;

σ_1 і σ_2 – кут уводу і-го колеса ТЗ;

$\Delta\sigma$ – різниця кутів уводу осей ТЗ;

a – відстань від центру ваги ТЗ до передньої осі;

b – відстань від центру ваги до задньої осі.

Дія бокових сил:

$$P_x = j_x \cdot \frac{G_a}{g}, \quad (2.13)$$

$$P_y = j_y \cdot \frac{G_a}{g}. \quad (2.14)$$

Розподіл P_y по осям:

$$J_a^z \cdot \dot{\omega}_a = R_{z1} \cdot a + R_{z2} \cdot b, \quad (2.15)$$

$$P_y = R_{y1} + R_{y2}, \quad (2.16)$$

$$P_{\dot{\omega}} = \frac{G_a}{g} \cdot \frac{V_a^2}{R}, \quad (2.17)$$

де j_x – поздовжнє прискорення ТЗ, м/с²;

j_y – поперечне прискорення ТЗ, м/с²;

J_a^z – момент інерції ТЗ відносно вертикальної осі, що проходить через центр;

$\dot{\omega}_a$ – кутове прискорення ТЗ.

2.2 Динамічна модель процесу гальмування

При розробці розрахункової схеми і побудові математичної моделі динаміки гальмування автопоїзда, приймемо ряд припущень, які спрощують наступний теоретичний аналіз руху системи при гальмуванні:

1. Тягач та напівпричіп - абсолютно тверді тіла, що мають подовжню площину геометричній симетрії.
2. Точки прикладання центрів тяжіння тягача і напівпричепа під час гальмування належать поздовжній площині симетрії.
3. Центральні осі інерції є головними осями інерції ланок автопоїзда.
4. Зазор в зчіпному пристрої тягача і напівпричепа відсутня.
5. Зчеплення приймаємо абсолютно жорсткою.

6. Ухил дороги в поперечному напрямку відсутній, відсутній вплив поперечних реакцій дороги.
7. Подовжній профіль дороги горизонтальний.
8. Зона контакту всіх коліс автопоїзда з дорожньою поверхнею однакове.
9. Подовжні і поперечні зміщення листів ресор тягача і напівпричепа нехтує малі і їх впливом на робочий процес гальмування нехтуємо.
10. Тертям в листах ресор нехтуємо.
11. Колеса знаходяться в постійному контакті з дорогою, поперечні зміщення коліс відсутні.
12. Усі обертові маси врівноважені.

Використовуючи прийняті допущення, а також розрахункові характеристики елементів стандартного двоконтурного ПГП і АБС, була складена і розроблена математична модель робочого процесу гальмування автопоїзда, обладнаного АБС з урахуванням впливу: особливостей ЕПГП; низьких температур на ПГП; гальмування на затяжних спусках; бокового вітру. Розрахункова схема автопоїзда при гальмуванні показана на рисунку 2.3.

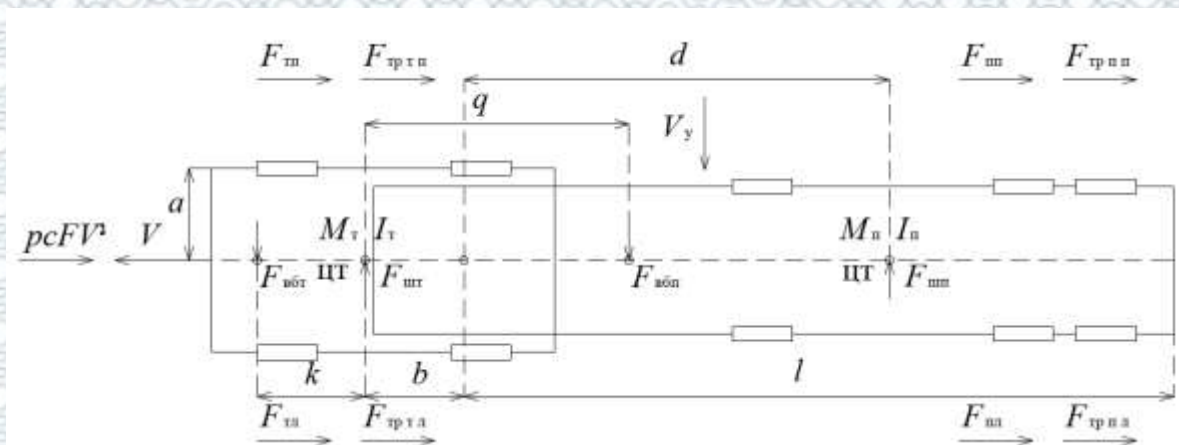


Рисунок 2.3 – Розрахункова схема автопоїзда при гальмуванні

Математична модель робочого процесу гальмування автопоїзда включає кілька взаємопов'язаних частин: динаміка гальмування автопоїзда; вплив ПГП (ЕПГП); вплив ресорної підвіски; взаємодія коліс автопоїзда з дорогою;

вплив АБС. Цільова функція ефективності гальмування автопоїзда представлена у формулі (2.18), де обмеження складових в формулах (2.19) - (2.21).

$$C = f(C_1, C_2, C_3) \rightarrow \min, \quad (2.18)$$

$$0 \leq C_1 \leq 10, \quad C_1 \rightarrow 0, \quad (2.19)$$

$$0 \leq C_2 \leq 10, \quad C_2 \rightarrow 0, \quad (2.20)$$

$$20 \leq C_3 \leq 100, \quad C_3 \rightarrow 20, \quad (2.21)$$

де $C_1(\alpha_2)$ – кут уводу тягача, град;

$C_2(\alpha_n)$ – кут уводу причепу, град; $C_3(S)$ – гальмівний шлях, м.

Математична модель гальмування автопоїзда заснована на приватних розроблених моделях: динаміки гальмування автопоїзда, вплив жорсткості підвіски, коефіцієнта опору амортизаторів на гальмівний шлях, вплив бічного вітру, гальмування на зтяжних спусках і ПГП на гальмівні властивості; і найменш визначеними є умови експлуатації (формула 2.22):

$$\left[\begin{array}{l} \alpha_r = \int_0^t \omega_r dt \\ \omega_r = \int_0^t \frac{(F_{rn} - F_{rn} \cdot e^{-u r^2} + F_{rpn} - F_{rn} + F_{rn} \cdot e^{-u r^2} - F_{rpn}) \cdot a + F_{\text{вбт}} \cdot k + F_{\text{вбп}} \cdot q}{I_r} dt + \\ + \int_0^t \frac{-4F_{mr} \cdot w \cdot i + (F_{nr} - F_{nr} \cdot e^{-u r^2} + F_{rpn} - F_{rn} + F_{rn} \cdot e^{-u r^2} - F_{rpn}) \cdot a \cdot b \div l}{I_r} dt \\ \alpha_n = \int_0^t \omega_n dt \\ \omega_n = \int_0^t \frac{(F_{nr} - F_{nr} \cdot e^{-u r^2} + F_{rpn} - F_{rn} + F_{rn} \cdot e^{-u r^2} - F_{rpn}) \cdot a + F_{\text{вбт}} \cdot (k + b + d) + F_{\text{вбп}} \cdot (b + d - q)}{I_r} dt - \\ - \int_0^t \frac{-6F_{mr} \cdot w \cdot j + (F_{nr} - F_{nr} \cdot e^{-u r^2} + F_{rpn} - F_{rn} + F_{rn} \cdot e^{-u r^2} - F_{rpn}) \cdot a \cdot d \div l}{I_r} dt \\ s = \int_0^t V dt \\ V = \int_0^t \frac{F_{rn} - F_{rn} \cdot e^{-u r^2} + F_{rpn} + F_{rn} - F_{rn} \cdot e^{-u r^2} + F_{rpn} + F_{rn} - F_{rn} \cdot e^{-u r^2} + F_{rpn} + F_{rn} - F_{rn} \cdot e^{-u r^2}}{M_r + M_n} dt + \\ + \int_0^t \frac{F_{rpn} + F_{rn}}{M_r + M_n} dt \end{array} \right. \quad (2.22)$$

Де розрахункові формули:

- сила опору боковому вітру на тягачі

$$F_{\text{вбт}} = c_{\text{вб}} \cdot \rho \cdot V_y^2 \cdot F / 2, \quad (2.23)$$

- сила опору боковому вітру на напівпричепі

$$F_{\text{вбп}} = c_{\text{вб}} \cdot \rho \cdot V_y^2 \cdot F / 2, \quad (2.24)$$

- сумарна сила тертя на правій стороні тягача

$$F_{\text{тр т п}} = f_{\text{прав}} \cdot M_{\text{т}} \cdot g / 2, \quad (2.25)$$

- сумарна сила тертя на лівій стороні тягача

$$F_{\text{тр т л}} = f_{\text{лев}} \cdot M_{\text{т}} \cdot g / 2, \quad (2.26)$$

- сумарна сила тертя на правій стороні напівпричепу

$$F_{\text{тр п п}} = f_{\text{прав}} \cdot M_{\text{п}} \cdot g / 2, \quad (2.27)$$

- сумарна сила тертя на лівій стороні напівпричепу

$$F_{\text{тр п л}} = f_{\text{лев}} \cdot M_{\text{п}} \cdot g / 2, \quad (2.28)$$

- сила опору повітря

$$F_{\text{св}} = \rho \cdot c \cdot F \cdot V^2, \quad (2.29)$$

Тягач. Основні рівняння математичної моделі тягача:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_x = ma = \frac{G}{g} \cdot a \\ \sum F_z = 0 \\ I_{\tau} \varphi''_{\tau} = \sum M_{\tau} \\ I_{\text{шод}} \varphi''_{\text{цпшт}} = \sum M_{\text{шод}} \\ I_{\text{гу}} \varphi''_{\text{гу}} = \sum M_{\text{гу}} \end{array} \right\}; \quad (2.30)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{\text{трт1}} + F_{\text{трт2}} + F_{\text{трт3}} + F_{\text{трт4}} + P_{\text{свезд}} + y_{\text{сп}} = \frac{G}{g} \cdot a \\ R_{\text{дин1}} + R_{\text{дин2}} + R_{\text{дин3}} + R_{\text{дин4}} - G - G_{\text{сдин}} = 0 \\ F_{\text{трт1}}(l_{\tau1} - l_{\tau}) + F_{\text{трт3}} l_{\tau} - F_{\text{трт2}}(l_{\tau1} - l_{\tau}) - F_{\text{трт4}} l_{\tau} + M_{\tau1} + M_{\tau3} - M_{\tau2} - M_{\tau4} + F_{\text{ст}} k = I_{\tau} \varphi''_{\tau} \\ F_{\text{трт1}}(l_{\tau1} - L_{\text{шод}}) + F_{\text{трт3}} L_{\text{шод}} - F_{\text{трт2}}(l_{\tau1} - L_{\text{шод}}) - F_{\text{трт4}} L_{\text{шод}} + M_{\tau1} + M_{\tau3} - M_{\tau2} - M_{\tau4} + \\ + F_{\text{ст}}(k - l_{\tau} + L_{\text{шод}}) = I_{\text{шод}} \varphi''_{\text{цпшт}} \\ M_{\tau1} + M_{\tau3} - M_{\tau2} - M_{\tau4} + \frac{(R_{\text{дин1}} + R_{\text{дин3}} - R_{\text{дин2}} - R_{\text{дин4}}) B_{\tau}}{2} = I_{\text{гу}} \varphi''_{\text{гу}} \end{array} \right\}. \quad (2.31)$$

Напівпричіп. Основні рівняння математичної моделі напівпричепа:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum F_x = m_{\text{п}} a = \frac{G_{\text{п}}}{g} a \\ \sum F_z = 0 \\ I_{\text{п}} \varphi''_{\text{п}} = \sum M_{\text{п}} \\ I_{\text{шод}} \varphi''_{\text{цпшт}} = \sum M_{\text{шод}} \\ I_{\text{пу}} \varphi''_{\text{пу}} = \sum M_{\text{пу}} \end{array} \right\}; \quad (2.32)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_{\text{трт1}} + F_{\text{трт2}} + F_{\text{трт3}} + F_{\text{трт4}} + F_{\text{трт5}} + F_{\text{трт6}} - y_{\text{с}} = \frac{G_{\text{п}}}{g} a \\ R_{\text{дин5}} + R_{\text{дин6}} + R_{\text{дин7}} + R_{\text{дин8}} + R_{\text{дин9}} + R_{\text{дин10}} - G_{\text{п}} + G_{\text{сдин}} = 0 \\ F_{\text{трт1}}(l_{\text{п1}} - l_{\text{п}}) + F_{\text{трт3}}(l_{\text{п}} - l_{\text{п2}}) + F_{\text{трт5}} l_{\text{п}} - F_{\text{трт2}}(l_{\text{п1}} - l_{\text{п}}) - F_{\text{трт4}}(l_{\text{п}} - l_{\text{п2}}) - F_{\text{трт6}} l_{\text{п}} + M_{\text{п1}} + M_{\text{п3}} + \\ + M_{\text{п5}} - M_{\text{п2}} - M_{\text{п4}} - M_{\text{п6}} - F_{\text{ст}} l = I_{\text{п}} \varphi''_{\text{цпшт}} \\ F_{\text{трт1}}(l_{\text{п1}} - L_{\text{шод}}) + F_{\text{трт3}}(L_{\text{шод}} - l_{\text{п2}}) + F_{\text{трт5}} L_{\text{шод}} - F_{\text{трт2}}(l_{\text{п1}} - L_{\text{шод}}) - F_{\text{трт4}}(L_{\text{шод}} - l_{\text{п2}}) - \\ - F_{\text{трт6}} L_{\text{шод}} + M_{\text{п1}} + M_{\text{п3}} + M_{\text{п5}} - M_{\text{п2}} - M_{\text{п4}} - M_{\text{п6}} - F_{\text{ст}}(l + l_{\text{п}} - L_{\text{шод}}) = I_{\text{шод}} \varphi''_{\text{цпшт}} \\ M_{\text{п1}} + M_{\text{п3}} + M_{\text{п5}} - M_{\text{п2}} - M_{\text{п4}} - M_{\text{п6}} + (R_{\text{дин5}} + R_{\text{дин7}} + R_{\text{дин9}} - R_{\text{дин6}} - R_{\text{дин8}} - R_{\text{дин10}}) \frac{B_{\text{п}}}{2} = \\ = I_{\text{пу}} \varphi''_{\text{пу}} \end{array} \right\}. \quad (2.33)$$

Додаткові рівняння. Тягач та напівпричіп рівномірно завантажені та розподіл навантаження по осях відповідає керівництву по експлуатації.

$$\left. \begin{array}{l} G_{\text{сдин}} = G_{\text{сдинп}} \quad y_{\text{с}} = y_{\text{сн}} \quad F_{\text{тр1}} = \mu_1 R_{\text{дин1}} \quad F_{\text{тр2}} = \mu_2 R_{\text{дин2}} \quad F_{\text{тр3}} = \mu_1 R_{\text{дин3}} \quad F_{\text{тр4}} = \mu_2 R_{\text{дин4}} \\ F_{\text{тр1}} = \mu_1 R_{\text{дин5}} \quad F_{\text{тр2}} = \mu_2 R_{\text{дин6}} \quad F_{\text{тр3}} = \mu_1 R_{\text{дин7}} \quad F_{\text{тр4}} = \mu_2 R_{\text{дин8}} \quad F_{\text{тр5}} = \mu_1 R_{\text{дин9}} \\ F_{\text{тр6}} = \mu_2 R_{\text{дин10}} \quad R_{\text{дин1}} = R_{\text{дин2}}^* \quad R_{\text{дин3}} = R_{\text{дин4}}^* \quad R_{\text{дин5}} = R_{\text{дин6}}^* \quad R_{\text{дин7}} = R_{\text{дин8}}^* \\ R_{\text{дин9}} = R_{\text{дин10}}^* \end{array} \right\}, (2.34)$$

де: $R_{\text{дин1}}$ - динамічна реакція на лівому колесі передньої осі тягача, Н;

$R_{\text{дин2}}$ - динамічна реакція на правому колесі передньої осі тягача, Н;

$R_{\text{дин3}}$ - динамічна реакція на лівому колесі задньої осі тягача, Н;

$R_{\text{дин4}}$ - динамічна реакція на правому колесі задньої осі тягача, Н.

Рух тягача можна описати наступними рівняннями [24]:

$$\gamma_k \omega'_k = \pm M_m + R_k r_o, \quad (2.35)$$

де γ_k – момент інерції колеса, $\text{кг} \cdot \text{м}^2$;

ω'_k – кутове прискорення колеса, $1/\text{с}^2$;

M_m – гальмівний або тяговий момент, що діє на колесо, Н·м;

R_k – поздовжня реакція, Н;

r_o – динамічний радіус колеса, м.

$$m_a \dot{V}_a = \pm \sum_{\gamma=1}^3 \sum_{n=1}^2 R_x^n, \quad (2.36)$$

де m_a – маса тягача, кг;

\dot{V}_a – його сповільнення (прискорення), $\text{м}/\text{с}^2$;

γ – номер осі;

n – номер колеса на осі.

$$V_a = V_0 + \int_0^t \dot{V}_a dt, \quad (2.37)$$

де V_a – швидкість тягача, м/с;

V_0 – його швидкість на початку сповільнення (прискорення), м/с;



$$L_{т(р)} = \int_0^t V_a dt, \quad (2.38)$$

де $L_{т(р)}$ – шлях, який проходить тягач за час гальмування (розгону), м;

$$R_x = R_z \cdot \varphi_x, \quad (2.39)$$

де R_x – поздовжня реакція, Н;

R_z – нормальна реакція, Н;

φ_x – коефіцієнт зчеплення шини з опорною поверхнею в повздовжній площині;

$$S_z = 1 - \frac{\omega_{кз} r_{dz}}{V_a}, \quad (2.40)$$

де S_z – гальмівний шлях, м;

$\omega_{кз}$ – кутова швидкість колеса при гальмуванні, рад/с;

r_{dz} – динамічний радіус колеса при гальмуванні, м;

V_a – швидкість тягача, м/с.

$$S_z = 1 - \frac{\omega_{kz}'' r_{oz}''}{V_a}, \quad (2.41)$$

$$I_{kn} \omega_k = -M_{z\Sigma} + M_{\varphi\Sigma} + M_{mp\Sigma}, \quad (2.42)$$

де I_{kn} - приведений до коліс сумарний момент інерції обертових мас коліс, трансмісії і двигуна, $\text{кг}\cdot\text{м}^2$;

ω_k - кутова швидкість обертання коліс, рад/с ;

$M_{z\Sigma}$ - сумарний момент гальмівних механізмів, $\text{Н}\cdot\text{м}$;

$M_{\varphi\Sigma}$ - сумарний момент, створюваний поздовжніми реакціями R_x , $\text{Н}\cdot\text{м}$;

$M_{mp\Sigma}$ - сумарний момент опорів в двигуні, трансмісії і ходової частини тягача, $\text{Н}\cdot\text{м}$;

$$V_a = -g \cdot (\varphi_x + \psi), \quad (2.43)$$

де ψ – коефіцієнт опору дороги.

2.3 Оцінка впливу жорсткості підвіски і коефіцієнта опору амортизаторів на гальмівний шлях

Коливання напівпричепа визначаються нерівностями під його колесами, званими мікропрофілем поверхні дороги. Мікропрофіль розглядається як реалізація деякого стаціонарного випадкового процесу $q(t)$, характеристиками якого є:

– дисперсія D_q (або середньоквадратичне відхилення δ_q):

$$\delta_q = \sqrt{D_q}, \quad (2.45)$$

– вид спектральною щільністю $S_q(\omega)$ визначається нормованою автокореляційною функцією $\rho_q(l)$ або її відповідне перетворення.

Динамічні властивості напівпричепа повністю визначаються модулем передавальної функції $|W_{q/x}(i\omega)|$ від входу q до виходу x , якщо відповідна розрахункова схема може бути представлена у вигляді лінійної системи.

Коливання напівпричепа в цілому або будь-якої його частини є також стаціонарний випадковий процес, який може бути обчислений і представлений (визначений) наступними характеристиками: дисперсією D_x (або δ_x) переміщення точки, яка нас цікавить, або дисперсією прискорення цієї точки $D_{x''}$ ($\delta_{x''}$), яка вимірюється в частках g ; видом функції спектральної щільності $S_x(\omega)$ або $S_{x''}(\omega)$ цих сигналів.

Якщо відома $S_q(\omega)$ - спектральна щільність мікропрофілю, то спектр коливань можна визначити:

$$S_x(w) = |W_{q/x}(iw)|^2 \cdot S_q(w). \quad (2.46)$$

Спектральну щільність прискорень в точці x напівпричепа можна визначити:

$$S_{x''}(w) = w^4 |W_{q/x}(iw)|^2 \cdot S_q(w), \quad (2.47)$$

Дисперсію переміщень (або прискорень) можна визначити:

$$D_{x, x''} = \frac{1}{\pi} \int_0^{\infty} S_{x, x''}(w) dw. \quad (2.48)$$

Ступінь демпфірування можна оцінити, якщо підрахувати число вільних коливань системи після закінчення дії збурення, поки амплітуда не зменшиться в 10 разів (затухаючі коливання).

Тоді сплеск амплітуди в амплітудно-частотній характеристиці (АЧХ) (рівній передавальній функції) можна визначити:

$$\mu = 1,35(n - 1), \quad (2.49)$$

де n – кількість вільних коливань після зняття навантаження.

АЧХ (залежність переміщення підресореною маси передньої підвіски від частоти змущуючого впливу) показана на рисунку 2.4.

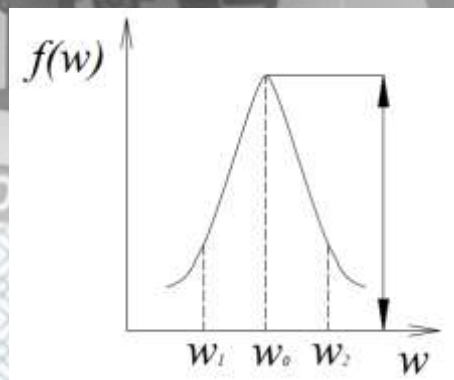


Рисунок 2.4 – Залежність переміщення підресореної маси передньої підвіски від частоти змущуючого впливу

Для простоти АЧХ, обмежимо вузьким прямокутником із середньою частотою w_0 , ширину характеристики можна визначити:

$$\Delta w = w_1 - w_2, \quad (2.50)$$

і висотою μ , яка в даному випадку виступає в ролі модуля АЧХ або передавальної функції. Тоді формула буде мати вигляд:

$$\Delta w \approx \frac{w_0}{\mu}. \quad (2.51)$$

Далі обмежимося також розглядом руху напівпричепа по дорогах, для яких автокореляційна функція мікропрофілю досить точно апроксимується експонентою $e^{-\alpha|x|}$, тоді спектральна щільність визначатиметься:

$$S_q(w) = \frac{D_q \alpha V}{(\alpha V)^2 + w^2}. \quad (2.52)$$

Відповідно до формул (2.47) і (2.48), спектральну щільність прискорень в точці x і дисперсію переміщень, визначимо за формулами:

$$S_{\ddot{x}} = S_q(w) \cdot \mu^2 \cdot w_0^4; \quad (2.53)$$

$$D_{x''} = \frac{1}{\pi} S_{\ddot{x}} \Delta w. \quad (2.54)$$

Розрахунок жорсткості ресори.

Розрахункова схема і еюра згинальних моментів ресори показана на рисунку 2.5.

Максимальний згинальний момент в ресорі визначаємо за формулою:

$$M_{\text{изг}} = Q \cdot L_2 \cdot L_1 / L, \quad (2.55)$$

де $M_{\text{изг}}$ – максимальний згинальний момент в ресорі, Н·м;

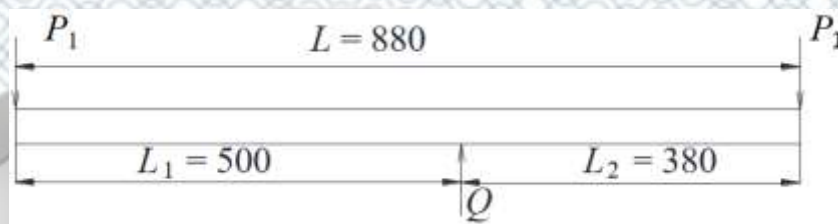
Q – навантаження на ресору, Н;

L_1, L_2 – довжини ресори, м;

L – довжина ресори, м.



Розрахункова схема ресори 931826-2912012



Епюра згинальних моментів ресори 931826-2912012



Рисунок 2.5 – Розрахунок ресори

При $Q = 49000$ Н; $L_1 = 0,5$ м; $L_2 = 0,38$ м; $L = 0,88$ м отримуємо:

$$M_{\text{изг}} = 10580 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Напругу в ресорі можна визначити за формулою:

$$G_u = M_{\text{изг}} / W_{\text{изг}}. \quad (2.56)$$

де G_u – напруга в ресорі, МПа;

$W_{\text{изг}}$ – осьовий момент опору перетину ресори, м³;

Осьовий момент опору перетину ресори можна визначити за формулою:

$$W_{\text{изг}} = b^2 \cdot h / 6, \quad (2.57)$$

де b – ширина ресори, м;

h – висота листа ресори, м.

При $b = 0,1$; $h = 0,048$ м, отримуємо: $G_u = 275,52$ МПа.

Висновки до розділу 2

Розроблено математичну модель робочого процесу гальмування автопоїзда, яка дозволяє визначити наступні параметри: динаміку гальмування автопоїзда; вплив ПГП (ЕПГП), ресорної підвіски, АБС на динаміку гальмування; взаємодію коліс автопоїзда з дорогою.

Сумарний вплив сили бокового вітру і повертаючого моменту на крайню передню точку АТЗ еквівалентно впливу сили бокового вітру на точку центру парусності.

РОЗДІЛ 3. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА СТАНУ АВТОРЕМОНТНОЇ БАЗИ ТОВАРИСТВА З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ «ТОТАЛ-АГРО» МІСТО ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ

3.1 Загальна характеристика підприємства

Підприємство було зареєстровано в жовтні 2009 року. Головний офіс підприємства ТОВ «Тотал-Агро» знаходиться за адресою: м. Хмельницький, вул. Соборна, 36. Реєстрація підприємства за адресою: Хмельницька область, Хмельницький район, с. Копистин, вул. Івана Франка, 16.

Підприємство почало свою діяльність з продажу оригінальних запасних частин до сільськогосподарської техніки John Deere, Farnet та Kverneland.

В кінці 2013 року було запропоновано перевозити вантажі.

Таким чином підприємство розширювалось і в кінці 2014-го року стало учасником АсМАП України. Це дало змогу виконувати міжнародні перевезення. На даний момент на обліку є 10 власних одиниць рухомого складу, які здійснюють перевезення по всіх країнах Європи та СНД.

Структура управління ТОВ «Тотал-Агро» показана на рисунку 3.1.



Рисунок 3.1 - Структура управління ТОВ «Тотал-Агро»

Директор – займається безпосереднім керівництвом і контролем роботи відділів організації. Веде переговори та укладає договори з новими клієнтами.

Відділ транспорту та логістики:

- логісти – виконують роботу, пов'язану з доставкою товару з дотриманням якості, кількості, обсягів і термінів. При цьому необхідно організувати процес таким чином, щоб затратити мінімум ресурсів і засобів.

Мета логістики – підвищення ефективності роботи компанії.

- водії – займаються безпосередньо перевезеннями.
- механіки – стежать за технічним станом рухомого складу.

Відділ фінансового контролю:

- бухгалтерія – організовує фінансовий супровід усіх процесів, розробляє звітність для державних органів, розраховує фінансові показники роботи підприємства.

Відділ забезпечення:

- менеджер матеріально-технічної бази – займається закупками матеріальних ресурсів для ремонту транспортних засобів, контролює стан матеріально-технічної бази.

3.2 Аналіз складу, структури і стану рухомого складу

На сьогоднішній день підприємство надає послуги з перевезення в міжнародних та внутрішніх сполученнях, а також з транспортно-експедиційної діяльності. Зважаючи на специфіку рухомого складу підприємства, воно не має можливостей для перевезення небезпечних та негабаритних вантажів. Основа рухомого складу – сідельні тягачі іноземного виробництва та тентовані напівпричепи.

Характеристики рухомого складу наведені в табл. 3.1 – 3.7:

ТОВ «Тотал-Агро» володіє наступним рухомим складом:

- автомобілі Renault Magnum 460 – 3 одиниці;

- автомобілі DAF XF105.460 – 3 одиниці;
- автомобілі Renault Magnum 480 – 3 одиниці;
- автомобілі DAF XF95 380 – 1 одиниця;
- напівпричіп (тент) Schmitz S01 – 8 одиниць;
- напівпричіп (тент) Schmitz S02 – 1 одиниця;
- напівпричіп (рефрижератор) Lambert LVFS3E11R – 1 одиниця.

Таблиця 3.1 – Рухомий склад підприємства

Найменування	Рік випуску	Кількість, од	вид палива
Тягачі			
Renault Magnum 460	2008	3	Диз.паливо
DAF XF105.460	2012	3	Диз.паливо
Renault Magnum 480	2012	3	Диз.паливо
DAF XF95 380	2006	1	Диз.паливо
Напівпричепи			
Schmitz S01	2008	8	-
Schmitz S02	2010	1	-
Lambert LVFS3E11R	2006	1	-

Таблиця 3.2 – Склад парку транспортних машин за роками

Кількість транспортних машин	Рік		
	2016	2017	2018
Всього, од.	10	10	10
в тому числі вантажних	10	10	10

Таблиця 3.3 – Кількість напівпричепів за роками

Кількість напівпричепів	Рік		
	2016	2017	2018
Всього, од.	10	10	10

Таблиця 3.4 – Склад транспортних машин за тривалістю їх використання

Кількість транспортних машин, од.	Кількість транспортних машин за тривалістю їх використання в роках, од.				
	До 3	Від 3 до 5	Від 5 до 7	Від 7 до 10	Більше 10
Всього:	-	-	6	3	1
в тому числі вантажних	-	-	6	3	1

Таблиця 3.5 – Склад напівпричепів за тривалістю їх використання

Кількість напівпричепів, од.	Кількість напівпричепів за тривалістю їх використання в роках, од.				
	До 3	Від 3 до 5	Від 5 до 7	Від 7 до 10	Більше 10
Всього:	-	-	-	9	1

Таблиця 3.6 – Склад парку транспортних машин за пробігом

Кількість транспортних машин, од.	Кількість транспортних машин з пробігом за початком роботи в тис. км, од.						
	до 50	Від 50 до 100	Від 100 до 150	Від 150 до 200	Від 200 до 250	Від 250 до 300	Більше 300
Всього:	-	-	-	-	-	-	10
в тому числі вантажних	-	-	-	-	-	-	10

Таблиця 3.7 – Склад напівпричепів за пробігом

Кількість напівпричепів, од.	Кількість напівпричепів з пробігом з початку експлуатації в тис. км, од.						
	до 50	Від 50 до 100	Від 100 до 150	Від 150 до 200	Від 200 до 250	Від 250 до 300	Більше 300
10							
Всього:	-	-	-	-	-	-	10

Рухомий склад підприємства не досить різноманітний і нараховує один тип – тягачі 4 найменування марок та 2 типи напівпричепів. Рік випуску автомобілів і напівпричепів варіює від 2006 до 2012 року.

До міжнародних перевезень допускаються автомобілі і причепа (напівпричепа), що відповідають положенням Міжнародної Конвенції про дорожній рух та Європейській угоді в частині роботи екіпажів транспортних засобів, які обслуговують міжнародні автомобільні перевезення (ЕУТР), вимогам забезпечення безпеки руху.

На підприємстві тільки 1 автомобіль і 1 напівпричіп, вік яких перевищує 10 років, техніка підтримується в належному технічному стані і кожен рік РС проходить плановий технічний огляд без особливих проблем.

Підприємство знаходиться на стадії помірному зростання: закуповує техніку, напівпричепа, розширює сферу діяльності, впроваджує нові методи удосконалення організації робочого процесу і т. ін.

Управлінський склад, підрозділи, персонал підприємства періодично проходять навчання і перекваліфікацію для забезпечення більшої ефективності роботи рухомого складу і забезпечення всіх побажань клієнтів.

3.3 Аналіз стану існуючої виробничо-технічної бази

На території авторемонтної бази ТОВ «Тотал-Агро» розміщені:

- адміністративний будинок;

- асфальтовану площадку для стоянки автомобілів;
- ремонтну майстерню;
- склади;
- побутові приміщення.

Земельна ділянка, на якій розміщується авторемонтна база, складає 1,19 га.

Територія дозволяє розширити виробничу базу для запровадження нових видів діяльності. Обладнання, що є в наявності знаходиться в справному стані, що забезпечує утримання власного автотранспорту в належному стані та проведення ремонту вузлів, агрегатів та автомашин замовників.

Виробничий корпус являє собою одноповерхову будівлю 36,8×24,8 м, яка побудована з цегли, перекриття з бетонних плит, вікнами та дверима з дерева (див. рис. 3.2). Колони й балки виготовлені зі спеціального бетону, який використовують для несучих елементів будівель, просоченого малов'язкими полімерними матеріалами.

Виробничий корпус забезпечується такими приміщеннями:

- зона ТО – 288 м²;
- зона ПР – 216 м²;
- електротехнічна дільниця – 30 м²;
- агрегатна дільниця – 44 м²;
- акумуляторна дільниця – 24 м²;
- слюсарно-механічна дільниця – 30 м²;
- дільниця паливної апаратури – 20 м²;
- склад агрегатів та запасних частин – 30 м²;

Отже характеристика виробничого корпусу: площа 912,6 м², відстань між колонами – 24м; розмір прогону – 12 м; висота приміщення – 4,5 м; застосовувані будівельні конструкції: цегляні та залізобетонні; приміщення побудовано в каркасному залізобетонному виконанні з залізобетонними

балками покриття та азбоцементною кривлею по металічним прогонам;
фундаменти приміщення залізобетонні, збірно-монолітні.

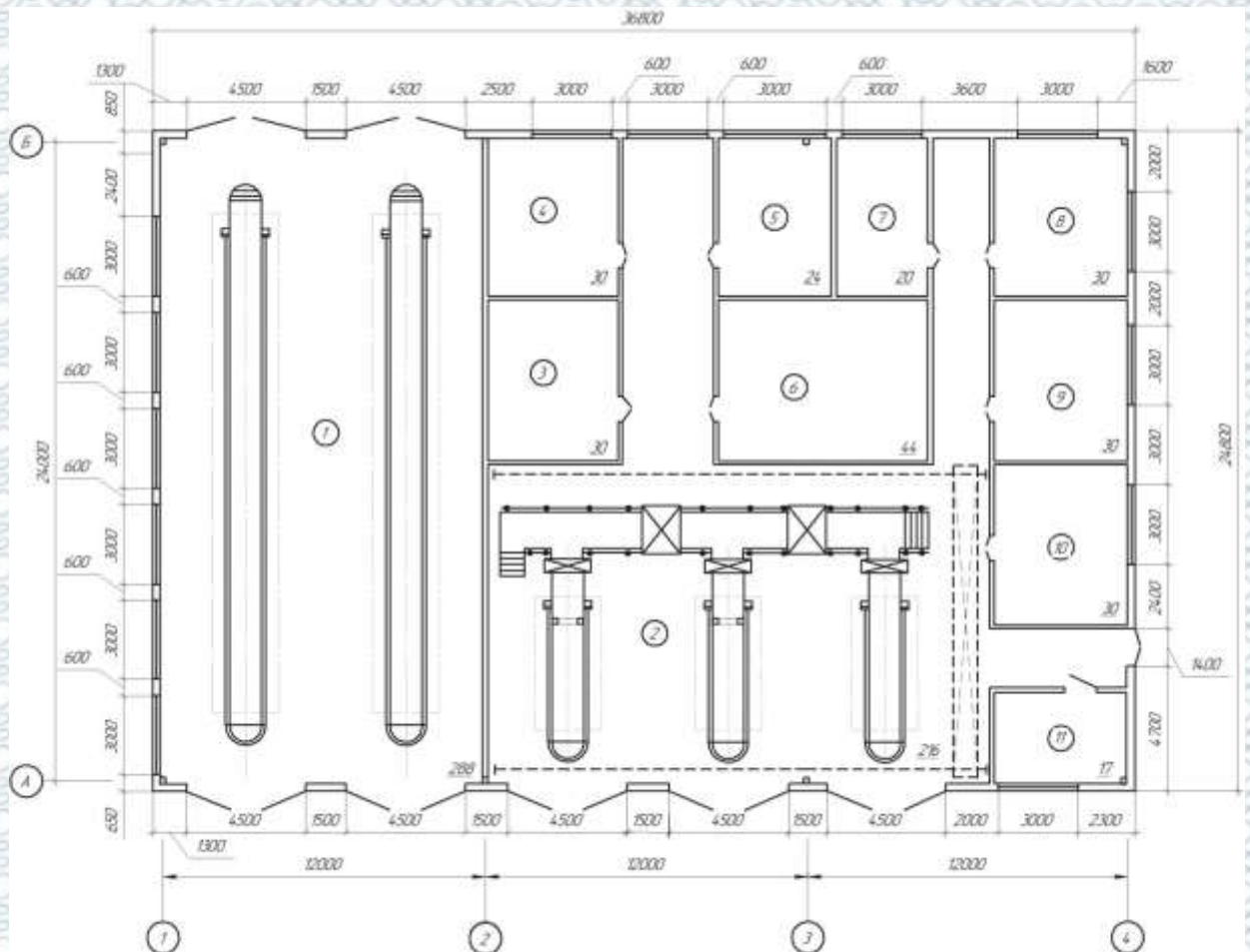


Рисунок 3.2 – Виробничий корпус авторемонтної бази ТОВ «Тотал-Агро»

Обладнання для технічного обслуговування та ремонту автомобілів, яке використовується на кожному робочому місці, а саме в зонах, дільницях, постах – різноманітне і підбиралось згідно вимог до технологічного процесу ТО і ПР, купувалось при наявності вільних коштів на підприємстві, а також розташовується відповідно до рекомендацій нормативно-технологічної документації.

Виробничі приміщення пристосовані для виконання робіт з ТО і поточного ремонту наявних автотранспортних засобів.

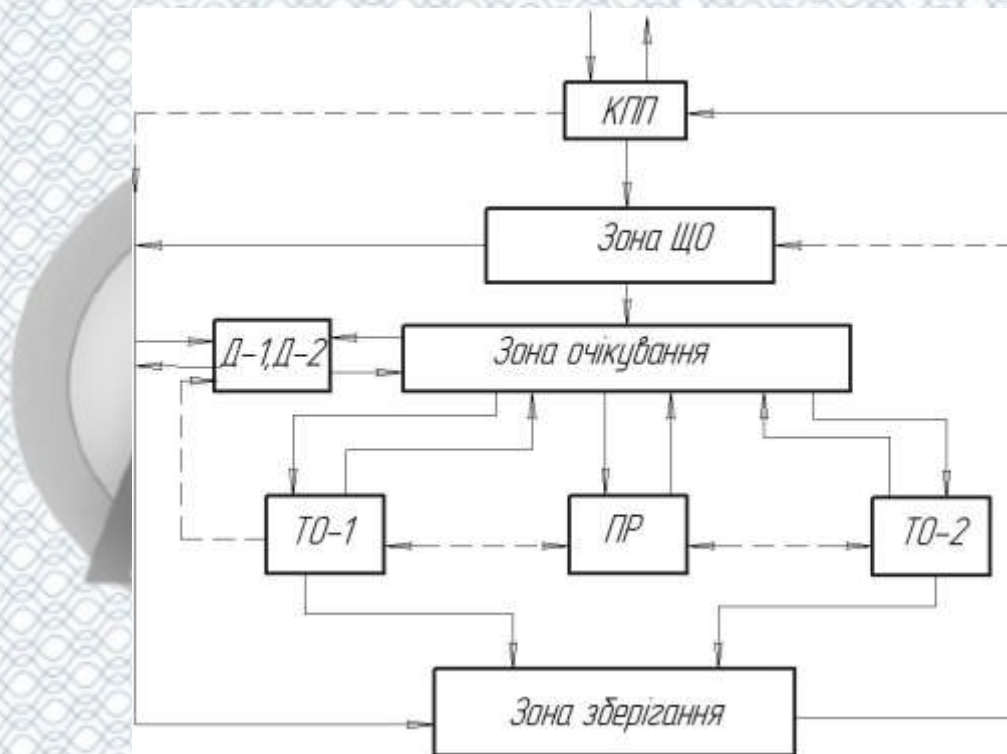
Перелік обладнання виробничого корпусу наведено в таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Обладнання виробничого корпусу

Обладнання, інструмент	Кільк., шт.	Розміри, мм
1. Візок для транспортування агрегатів	1	1200×800
2. Кран – балка підвісна	1	—
3. Електрогайковерт для гайок коліс, пересувний	2	600×350
4. Підйомник канавний	2	550×1040
5. Електрогайковерт для гайок стрем'янок ресор	1	700×600
6. Візок для зняття та постановки ресор	2	1450×824
7. Пост електрика	1	1200×500
8. Шафа для інструменту	3	800×400
9. Верстак слюсарний	2	1200×700
10. Підставка для роботи в оглядовій канаві	3	800×500
11. Місток для роботи на оглядовій канаві	5	1200×500
12. Бак для моторного мастила	3	500×600
13. Бак для трансмісійного мастила	3	500×600
14. Ящик для обтиральних матеріалів	2	500×500
15. Домкрат гаражний	1	-
16. Стенд для розбирання та збирання акумуляторних батарей	1	1620x880x 1800
17. Стіл робочий на металічній основі	1	1200x700
18. Стелаж для акумуляторних батарей	1	1200x400
19. Шафа для спецодягу	1	808x420
20. Установка для миття деталей	1	2100x1880
21. Стіл для дефектування деталей	1	2400x800
22. Прес	1	1470x640
23. Стенд для розбирання і складання коробок передач вантажних автомобілів	1	692x795
24. Стенд для розточування гальмівних барабанів	1	1230x1060

3.4 Аналіз існуючої системи організації ТО і ПР

Як видно з представленої на рис. 3.3 схеми, при поверненні з лінії автомобілі проходять КПП і зону ЩО. Далі автомобілі, які потребують ТО , ПР направляються в відповідні зони, ті ж які залишились – в зону зберігання.



— —> можливі маршрути; —> основні маршрути

Рисунок 3.3 – Принципова схема організації ТО і ПР автомобілів

За періодичністю, переліком і трудомісткістю виконуваних робіт розрізняють такі види ТО автомобілів: щоденне; перше; друге; сезонне.

Щоденне технічне обслуговування (ЩТО) передбачає: контроль стану автомобіля; підтримання належного зовнішнього вигляду; заправлення паливом, мастильним матеріалом та охолодною рідиною.

Для автомобілів зі спеціальними кузовами в ЩТО входить санітарне оброблення кузова. ЩТО виконують після закінчення роботи автомобіля або

перед виїздом його на лінію. В разі зміни водіїв на лінії автомобіль оглядають і перевіряють його технічний стан.

Перше (ТО-1) та друге (ТО-2) технічні обслуговування передбачають такі роботи: контрольні-діагностичні, кріпильні, регульовальні, мастильні, інші, спрямовані на запобігання та виявлення несправностей автомобіля, зниження інтенсивності спрацьовування його деталей, економію палива, мастильних матеріалів, зменшення викидів шкідливих речовин в атмосферу, забезпечення безвідмовної роботи автомобіля в межах установлених пробігів.

Періодичність ТО-1 і ТО-2 визначається пробігом автомобіля, що встановлюється залежно від умов його експлуатації.

Поточний ремонт (ПР), спрямований на усунення відмов і несправностей, що виникають під час експлуатації автомобіля, здійснюється в ремонтних майстернях і передбачає часткове розбирання автомобіля, заміну окремих несправних агрегатів, вузлів та деталей новими або відремонтованими, складання й випробування.

Під час поточного ремонту агрегатів автомобіля несправності усувають заміною або ремонтом окремих вузлів і деталей, крім базових. До базових деталей належать: блок циліндрів двигуна; картери коробки передач, заднього моста, рульового механізму; балка переднього моста; металевий каркас кузова чи кабіни; поздовжні балки (лонжерони) рами.

Своєчасне проведення поточного ремонту дає змогу уникнути капітального ремонту й збільшити міжремонтний пробіг автомобіля (термін служби агрегату). Поточний ремонт має забезпечити безвідмовну роботу автомобіля до ТО-2.

3.5 Діагностування технічного стану АТЗ на підприємстві

Для використання діагностики і прогнозування в системі технічного обслуговування і ремонту на підприємстві автомобільного транспорту необхідні наступні знання:

- 1) типові несправності та їх мінімальний перелік параметрів і кількісних значень (нормативів), що дозволяють розділити працездатний і непрацездатний стан об'єкта;
- 2) знання якісних і (або) кількісних ознак, що характеризують непрацездатний стан об'єкта і ті чи інші характерні несправності;
- 3) знання методів і технологій, раціональних прийомів виконання діагностичних робіт і режимів діагностування, на яких слід виявляти якісні ознаки і вимірювати кількісні значення діагностичних параметрів;
- 4) знання передісторії конкретного об'єкта діагностування для подальшого прогнозування залишкового ресурсу;
- 5) знання статистичних закономірностей зміни параметрів технічного стану об'єкта з прив'язкою до умов експлуатації - для прогнозування залишкового ресурсу;
- 6) знання технічно і економічно раціональної періодичності виконання діагностичних робіт і переліків перевірок за видами робіт;
- 7) постійне накопичення і систематизація всіх перерахованих вище видів знання для даного класу машин і об'єктів діагностування з прив'язкою до умов експлуатації взагалі і специфічних умов роботи в даному підприємстві;
- 8) обладнання (приміщення, стенди, прилади, вимірювальні пристрої та системи) для виконання діагностичних робіт, а також для накопичення, упорядкування (систематизації) і зручного використання інформації (бланки, таблиці, картотеки, ЕОМ, програмне забезпечення), допоміжні засоби та матеріали, забезпечують роботу обладнання і людей (електроенергія, стиснене повітря і ін. енергоносії, вентиляція та інші сантехнічні пристрої, паливо, мастильні матеріали і т.п.);
- 9) персонал, який володіє необхідними знаннями та навичками;
- 10) фінансові, організаційні та психологічні умови, що гарантують функціонування служби діагностики і належний облік її рекомендацій в процесі використання автомобілів та їх технічної експлуатації.

Документація зони діагностики:

1) діагностичні картки - бланки, куди записують модель і номер автомобіля, пробіг, дату діагностування, скарги водія, виміряні значення параметрів, обчислені значення розрахункових показників, поставлений діагноз, рекомендації щодо усунення несправностей;

2) «досьє» на кожен автомобіль - накопичувальні картки або підшиті в хронологічному порядку діагностичні картки, якщо в зону усунення несправностей передають тільки талон до рекомендацій;

3) план Д-1 і Д-2 (коригується за результатами прогнозування);

4) технологічна документація - маршрутні і операційні карти, карти ескізів, зведені таблиці режимів перевірок і нормативних значень параметрів за різними моделями автомобілів; методики (і програми для ЕОМ) визначення розрахункових показників;

5) метрологічна документація - атестати, протоколи періодичних повірок засобів вимірювальної техніки та т.п.;

6) інструкції по експлуатації, обслуговування та ремонту діагностичного обладнання;

7) методики (і програми для ЕОМ) накопичення і математичної обробки статистичних даних для прогнозування;

При експлуатації АТЗ передбачені два основних види планових технології діагностування (Д-1 і Д-2), які відповідають першому і другому технічному обслуговуванню (ТО-1 і ТО-2). Поза експлуатаційних транспортних підприємств можуть мати місце контрольні (Дк), заявочні (Дз), регульовальні (Др), річні (ДР), експрес (Де) і вибіркові (Дв) діагностування [1, 21, 22].

Діагностування Д-1. Призначено для виявлення несправностей механізмів і систем, що визначають безпеку руху транспортних машин, а також з'єднань у вузлах і агрегатах машин, що мають малу напрацювання на відмову або регулювання. Це діагностування повинно проводитися з метою заключного контролю якості виконаних технічного обслуговування і

поточного ремонту. При плановому діагностуванні Д-1 на експлуатаційних підприємствах для автомобілів, перевіряються справність гальм, рульового управління, шин, зовнішніх приладів освітлення і сигналізації, рівень токсичності відпрацьованих газів, його паливну економічність, а також установка передніх коліс по бічному відведенню.

Д-1 може або обмежуватися тільки визначенням придатності об'єкта до подальшої експлуатації (експрес-діагностування), або включати в себе визначення основних несправностей та супроводжуватися регулювальними роботами з подальшим контролем якості їх виконання. Експресне Д-1 проводиться на контрольному пункті при поверненні автомобіля в парк, а Д-1 при ТО-1 або перед ним. Крім того, для проведення ТО-1 використовують інформацію, отриману за допомогою засобів вбудованого діагностування.

Якщо за результатами Д-1 автомобіль не може бути випущений на лінію (в експлуатацію) і не піддається регулюванню при Д-1, то вони повинні бути спрямовані в зону поточного ремонту для усунення несправностей з подальшою перевіркою.

Планове діагностування Д-1 на експлуатаційних підприємствах рекомендується проводити, як правило, з періодичністю ТО-1. Воно повинно виконуватися як заключна перевірка при ТО-1 і ТО-2 і забезпечувати випуск на лінію технічно справних щодо безпеки руху транспортних засобів. Вибірково при Д-1 перевіряються АТЗ у напрямку з контрольно-пропускного пункту і після поточного ремонту систем забезпечення безпеки руху. Проведення планового діагностування систем забезпечення безпеки руху з періодичністю, меншою ТО-1, доцільно тільки при роботі транспортних засобів в умовах підвищеної небезпеки (на гірських дорогах, під час перевезення пасажирів і т.п.). У звичайних умовах експлуатації, в тому числі і в великих містах, діагностування елементів забезпечення безпеки руху машин з періодичністю ТО-1 повністю забезпечує необхідну ймовірність безвідмовної роботи цих елементів (не менше 0,9). Можливість підвищення періодичності ТО-1 (і відповідно Д-1) лімітується як елементами

забезпечення безпеки руху, так і деякими кріпильними з'єднаннями і вузлами мастила через прес-маслянки. Однак в разі необхідності при деякому підвищенні періодичності ТО-1 і Д-1, необхідний рівень ймовірності безвідмовної роботи може бути досягнутий і посиленням гранично допустимих значень діагностичних параметрів.

З огляду на викладене та те, що кріпильні та мастильні роботи, що становлять основу ТО-1, що не залежать від результатів діагностування, а трудомісткі ремонтні роботи при Д-1 виконуються рідко, планове діагностування Д-1 має бути заключною операцією ТО-1, що і передбачено основними організаційно-технологічними документами. Виконувати частіше це діагностування в звичайних умовах не має сенсу.

Діагностування Д-2 призначається для діагностування автомобіля в цілому по тягово-економічним показникам і виявлення несправностей його основних агрегатів, систем і механізмів, їх місця, характеру, причин і способів усунення. Основною метою Д-2 є пошук несправностей, усунення яких вимагає виконання ремонтних робіт велику трудомісткість, які недоцільно поєднувати з роботами ТО-2. Відповідно до вимог раціональної технології ці несправності підлягають усуненню на ділянці поточного ремонту до початку ТО-2. Крім відбору трудомістких робіт, в зоні поточного ремонту при діагностуванні Д-2 виробляються передбачені технологією діагностування нетрудоємкі регульовальні роботи, а також визначаються види регульовальних і ремонтних робіт, які допускається поєднувати з ТО-2. При плановому діагностуванні Д-2 перевіряється ефективність робочих процесів по тяговим показникам, витраті палива, по величині механічних втрат, витоків, щодо вібрації, рівня шуму, стуку, за складом відпрацьованих газів та іншими ознаками, визначальним працездатність, довговічність і безвідмовність транспортних машин. При цьому діагностуються двигун і його системи, агрегати трансмісії і ходової частини, технологічні та допоміжні механізми транспортно-технологічних машин, електрообладнання, перевіряються установка фар, справність контрольно-вимірювальних

приладів і ін. При Д-2 проводиться також поелементна перевірка таких систем, що впливають на безпеку руху, як підсилювачі рульового управління, шкворневі з'єднання, карданні передачі і т.п. З викладеного випливає, що діагностування Д-2 може давати інформацію для планування робіт з виробництва технічного обслуговування і поточного ремонту транспортних машин. Воно повинно передувати другому технічному обслуговуванню, що і визнано всіма дослідниками і закріплено в нормативних документах.

Висновки до розділу 3

Аналіз діяльності підприємства показав, що на сьогоднішній день воно надає послуги з перевезення в міжнародних та внутрішніх сполученнях, а також з транспортно-експедиційної діяльності. Основа рухомого складу – сідельні тягачі Renault та DAF і тентовані напівпричепи. Рік випуску автомобілів і напівпричепів варіює від 2006 до 2012 року. Підприємство знаходиться на стадії помірною зростання: закуповує техніку, напівпричепи, розширює сферу діяльності, впроваджує нові методи удосконалення організації робочого процесу.

На території авторемонтної бази ТОВ «Тотал-Агро» розміщені виробничі приміщення, які дозволяють якісно виконувати ремонтні роботи, що передбачені виробничим процесом.

Діагностування автомобіля можливе при ходових випробуваннях або використанні стаціонарних стендових засобів. В експлуатаційних умовах ходові випробування застосовують обмежено, головним чином для інспекторської перевірки гальм і лінійної витрати палива.

Більш ефективним є стаціонарне діагностування автомобіля за допомогою спеціальних стендів, що дозволяють задавати швидкісні і навантажувальні тестові режими роботи автомобіля.

РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ТА МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ ПРИЧЕПІВ І НАПІВПРИЧЕПІВ

4.1 Контрольно-вимірювальний комплекс для випробувань гальмівних систем з ПГП АТЗ категорій O₂, O₃, O₄

Контрольно-вимірювальний комплекс повинен включати реєструючу апаратуру – малогабаритний персональний комп'ютер (ноутбук); первинні перетворювачі сигналів (датчики); АЦП для узгодження датчиків і записуючого устаткування, а також вироблення сигналів на виконавчі пристрої; пристрій для підтримки заданого рівня тиску в керуючій магістралі випробовуваного АТЗ (задавач тиску); пристрій для імітації тягача (імітатор тягача) для визначення часу спрацьовування ПГП. При визначенні часу спрацьовування ПГП замість задавача тиску встановлюється імітатор тягача.

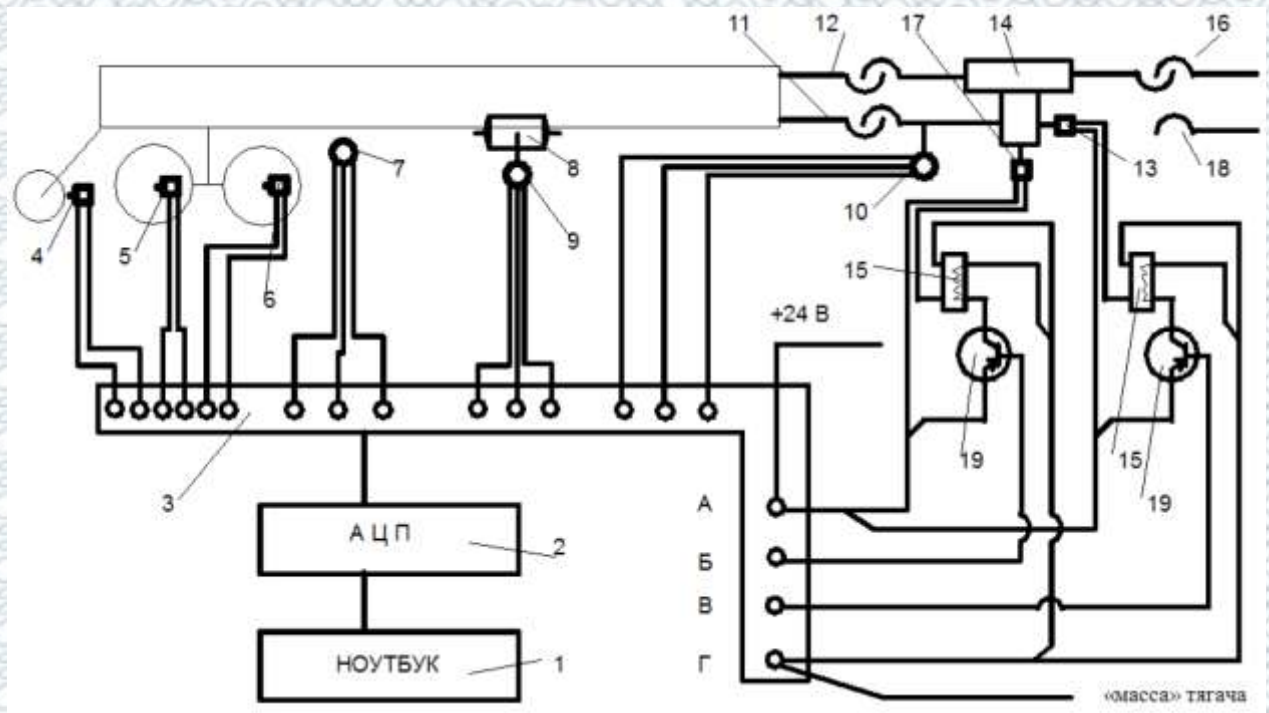
Схема вимірювального комплексу наведена на рисунку 4.1.

Контрольно-вимірювальний комплекс повинен забезпечувати проведення випробувань гальмівних систем АТЗ категорій O₂, O₃, O₄, відповідно до Правил ЄЕК ООН №13-09.

При визначенні гальмівних якостей причепів (напівпричепів) проводяться наступні види робіт:

1. Випробування на використання сили зчеплення при роботі АБС.

При поступовому збільшенні тиску в гальмівних камерах напівпричепа (використовуючи задавач тиску і вимірювальний комплекс), встановлюється мінімальний час зниження швидкості з 40 км/год до 20 км/год (напівпричіп гальмує тільки однією віссю, інші – вивішані, АБС – відключена). Встановлюється величина уповільнення, і, знаючи повну масу автопоїзда і навантаження на вісь напівпричепа – коефіцієнт зчеплення шин з дорожньою поверхнею.



1 - ноутбук; 2 - АЦП; 3 - монтажний блок; 4 - індукційний датчик («п'яте колесо»); 5, 6 - індукційні датчики АБС; 7 - датчик тиску в гальмівній камері; 8 - ресивер причепа; 9 - датчик тиску в ресивері; 10 - датчик тиску в керуючій магістралі; 11 - керуюча магістраль причепа; 12 - магістраль живлення причепа; 13 - електропневмоклапан підвищення тиску; 14 - задавач тиску; 15 - реле; 16 - магістраль живлення тягача; 17 - електропневмоклапан зниження тиску; 18 - керуюча магістраль тягача; 19 - транзистор; А - «+ 24В»; Б - керування електропневмоклапаном підвищення тиску; В – керування електропневмоклапаном зниження тиску; Г - «маса» тягача

Рисунок 4.1 - Схема контрольно-вимірювального комплексу

2. Випробування на споживання енергії при роботі АБС.

При від'єднаній магістралі живлення тягача і швидкості руху не менше 30 км/год педаль гальма витискається до відмови на період часу 15 с (період 15 с може бути забезпечений за кілька фаз гальмування). Далі на зупиненому АТЗ проводиться чотириразове повне натискання на педаль гальма. Під час п'ятого натискання реєструється тиск в гальмівних камерах. Отримана

величина тиску за допомогою вимірювального комплексу підтримується в серії контрольних гальмувань, визначається коефіцієнт гальмування, який повинен бути не менше 0,225.

3. Випробування типу 0 (звичайне випробування ефективності при холодних гальмах).

У серії гальмувань на швидкості 60 км/год встановлюється коефіцієнт гальмування причепа, який повинен бути не менше 0,45.

4. Випробування типу 1 (випробування на втрату ефективності).

Після буксирування причепа на відстань 1950 м зі швидкістю 30 км/год (в гальмівних камерах за допомогою вимірювального комплексу підтримується тиск, що відповідає гальмівній силі величиною 7% від максимального статичного навантаження на осі причепа чи напівпричепа), проводиться контрольне гальмування. Початкова швидкість перед гальмуванням 40 км/год. Коефіцієнт гальмування причепа повинен бути не менше 0,36.

5. Випробування типу 3 (випробування на втрату ефективності гальмування АТЗ категорії О₄).

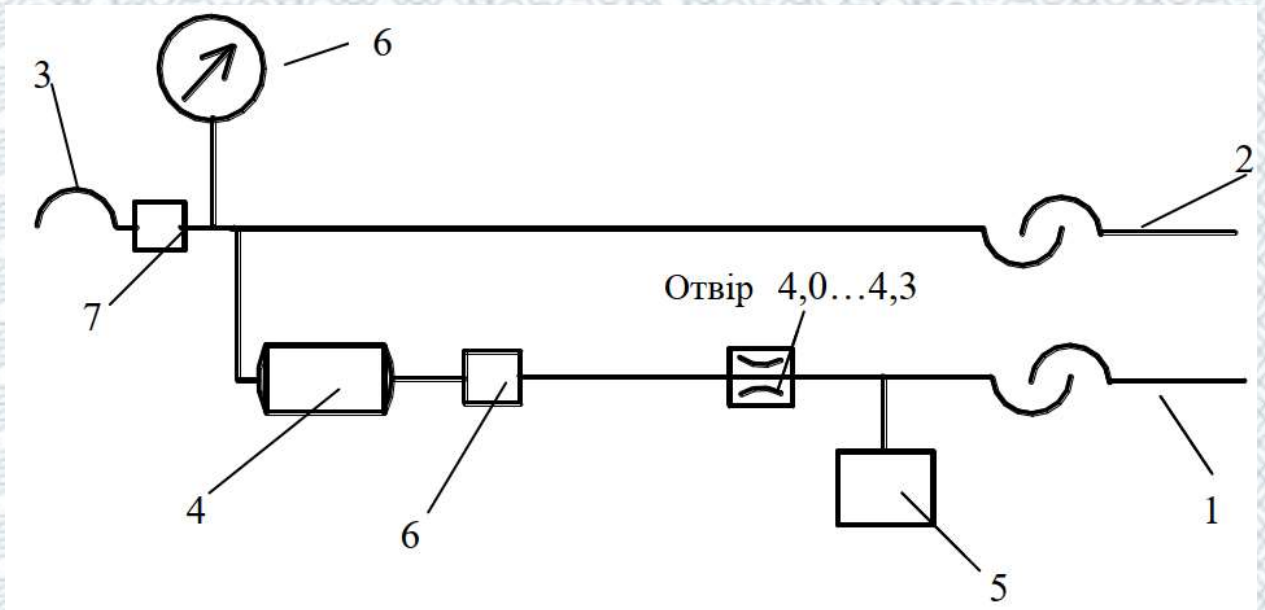
Встановлюється величина тиску в гальмівних камерах, еквівалентна гальмівному зусиллю, що забезпечує уповільнення 3 м/с² по відношенню до маси причепа. Даний тиск підтримується за допомогою вимірювального комплексу і задавача тиску в 20-ти циклах гальмування зі швидкості 60 км/год до розрахункової швидкості, відразу ж проводиться гальмування для оцінки ефективності нагрітих гальм (зі швидкості 60 км/год) і при максимальному тиску в керуючій магістралі.

6. Випробування ефективності гальмівної системи.

Система гальма стоянки повинна утримувати навантажений причіп або напівпричіп, відчеплений від тягача на спуску або підйомі з ухилом 18%.

7. Визначення часу спрацювання ПГП.

Час спрацювання ПГП визначається за допомогою імітатора тягача (рис. 4.2).



- 1 - керуюча магістраль причепа; 2 – магістраль живлення причепа;
 3 - сполучний роз'єм; 4 - ресивер; 5 - датчик тиску; 6 - електропневмоклапан;
 7 - стопорний клапан

Рисунок 4.2 - Імітатор тягача

8. Перевірка розмірів резервуарів (акумуляторів енергії).

При від'єднаній магістралі живлення тягача проводиться восьмикратне натискання до відмови на орган управління робочим гальмом тягача. Рівень енергії (тиск) після восьмого натискання повинен бути не менше половини тиску при першому включенні гальма.

9. Розрахункова перевірка умови сумісності тягача і причепа.

Датчики повинні працювати з АЦП без підсилювача.

Структурна схема стенду наведена на рисунку 4.3.



Рисунок 4.3 – Структурна схема стенда

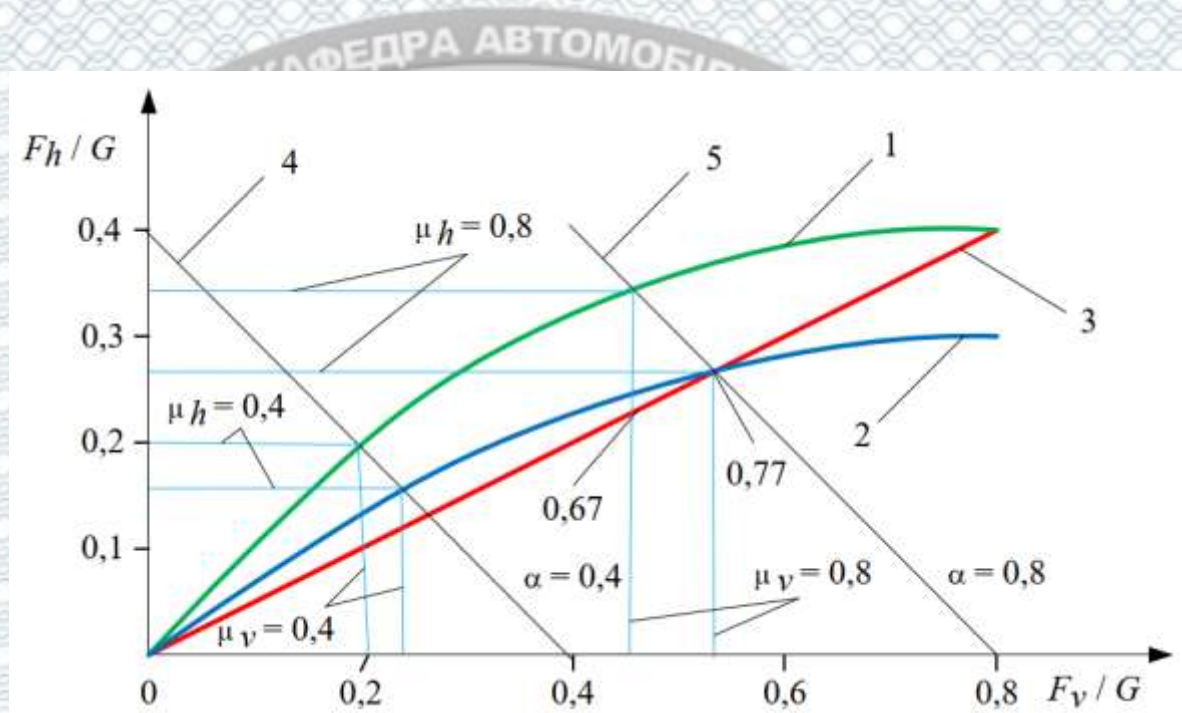
4.2 Удосконалена методика визначення експлуатаційних параметрів гальмівних систем причепів і напівпричепів

Гальмівні властивості великої частини причепів і напівпричепів, які експлуатуються, не відповідають вимогам ДСТУ 3649-2010 «Колісні транспортні засоби. Вимоги щодо безпечності технічного стану та методи контролювання» та вимогам Правил ЄЕК ООН №13.

Гальмівні властивості можуть погіршитися вже до пробігу 40 тис. км (по гальмівному шляху – до 20%, по уповільненню - на 12-15%). Необхідно передбачати заходи для того, щоб ефективність гальмування великовантажної причіпної техніки була постійною в процесі експлуатації. Для цього необхідно проводити планово-попереджувальні перевірки, точність яких дозволить зробити адекватні висновки про ефективність гальмування.

В даний час високі вимоги до конструкції гальмівних систем причіпної техніки (обов'язкове застосування АБС, автоматичної компенсації зносу гальмівних накладок, безазбестових гальмівних накладок і ін.) Викликають необхідність розробки нових методів випробувань.

На рисунку 4.4 показана характеристика розподілу гальмівної сили, на якій пряма лінія 3 відображає характеристику встановленого розподілу гальмівної сили, побудовану на основі експертизи протоколів випробувань причепів і напівпричепів. Максимальне відхилення подібної прямої від характеристики ідеального розподілу гальмівної сили для сучасних багатовісних причепів і напівпричепів зарубіжного виробництва за даними фірми «Bosch» становить 40%.



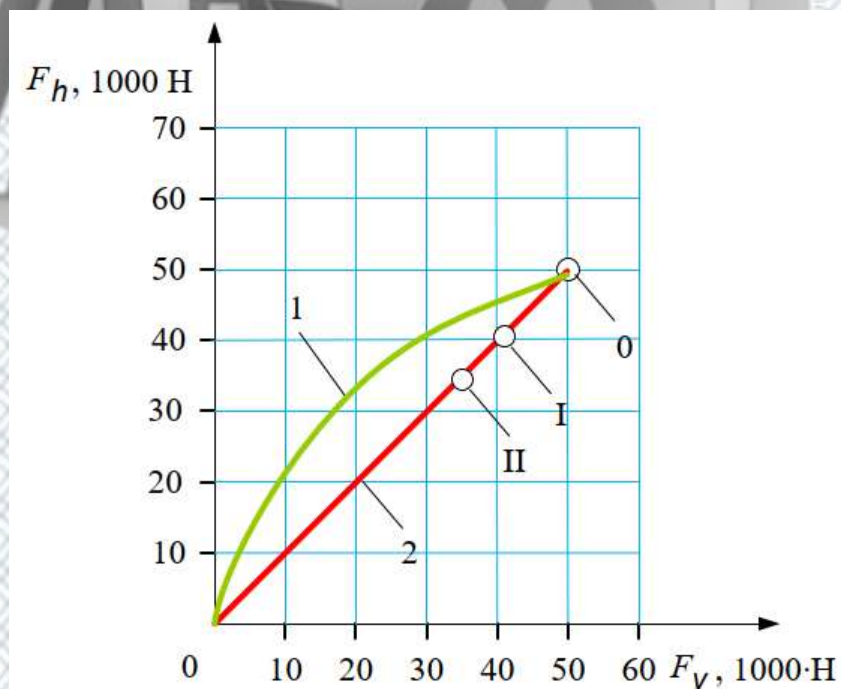
- 1 - ідеальний розподіл гальмівної сили для АТЗ з повним завантаженням;
 2 - ідеальний розподіл гальмівної сили для АТЗ власної ваги, повністю заправленого і обладнаного водієм; 3 - встановлений розподіл гальмівної сили (за результатами випробувань); 4, 5 - прямих рівного значення коефіцієнта зчеплення в зазначених координатах; F_h - гальмівна сила на задній осі; F_v - гальмівна сила на передній осі; G - вага; (а) - криві рівних коефіцієнтів зчеплення; μ_h - коефіцієнт зчеплення на задній осі;
 μ_v - коефіцієнт зчеплення на передній осі

Рисунок 4.4 - Характеристика розподілу гальмівної сили

З аналізу випливає, що ідеальна характеристика гальмівних сил показує співвідношення гальмівних сил, при якому, при однаковому коефіцієнті зчеплення, колеса переднього і заднього мостів блокуються одночасно, що визначає максимальну ефективність гальмування при збереженні стійкості АТЗ.

Проведені випробувань тривісних напівпричепів (рисунок 4.5) показують, що для даних напівпричепів це значення ще більше (близько 50%).

На рисунку 4.4 чітко видно, що відхилення характеристики встановленого розподілу гальмівної сили від ідеальної для АТЗ в навантаженому стані набагато більше в порівнянні з відхиленням від ідеальної характеристики для АТЗ в спорядженому стані.



1 - ідеальна характеристика гальмівних сил для тривісного напівпричепа з повним завантаженням; 2 - встановлена характеристика гальмівних сил за результатами випробувань; 0, I, II - види випробувань

Рисунок 4.5 – Експериментальна характеристика гальмівних сил тривісного напівпричепа

Випробувальні лабораторії, які в своїй діяльності керуються ДСТУ 3649-2010, повинні враховувати, що при визначенні реальної характеристики динаміка гальмування може здатися набагато краще, ніж має місце в експлуатації. Необхідно визначати менше значення відхилення характеристики встановленого розподілу гальмівної сили від характеристики ідеального розподілу гальмівної сили.

Дуже важливо визначати час спрацьовування гальмівної системи при стендових випробуваннях причепів і напівпричепів. Для великовантажної причіпної техніки, на якій застосовуються гальмівні системи з ПГП, при існуючих конструктивних особливостях та умовах експлуатації, визначення часу спрацьовування має велике значення. Герметичність пневматичних магістралей, створення робочого тиску повітря в ПГП не забезпечують відповідність часу спрацьовування нормативним вимогам. Відсутність в ПГП осушувачів повітря і різка зміна температури призводить до утворення конденсату в трубопроводах, штуцерах, пневматичних клапанах, дроселювання повітря, повільного спрацьовування клапанів, отже, збільшення часу спрацьовування.

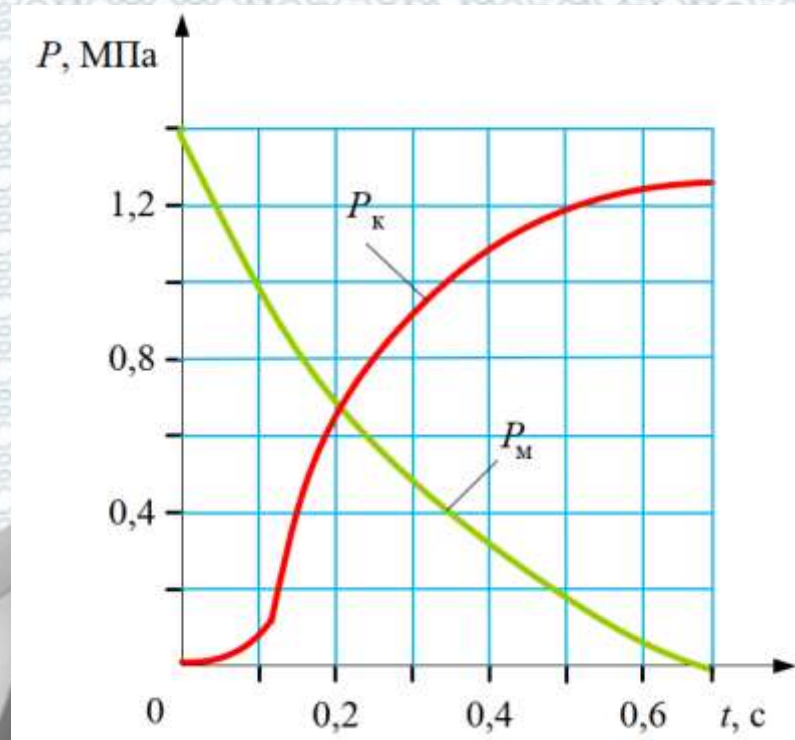
ДСТУ наказує проводити контроль стійкості причепів при гальмуванні зі швидкості 40 км/год. Рекомендується збільшити початкову швидкість гальмування.

Типова динамічна характеристика ПГП показана на рисунку 4.6.

Експериментальне дослідження двоконтурного ПГП тривісних напівпричепів відображено на рисунку 4.7.

За рисунками видно, що при однаковій формі цих кривих, вони в значній мірі залежать від часу спрацьовування ПГП.

На час спрацьовування ПГП, як показують численні теоретичні та експериментальні дослідження, істотно впливають зміни конструктивних параметрів (зміна точності виготовлення, матеріалу, архітектури гальмівної системи та ін.).



P_k - тиск в гальмівних камерах; P_m - тиск в магістралі керування

Рисунок 4.6 - Динамічні характеристики гальмівної системи з ПГП

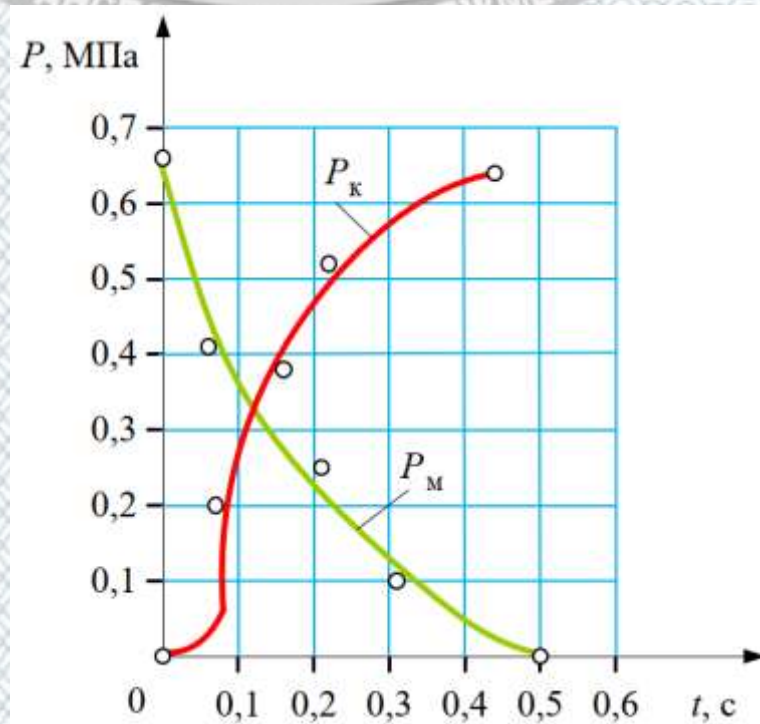


Рисунок 4.7 - Експериментальні динамічні характеристики гальмівної системи з ПГП тривісного напівпричепа

Кількість базових моделей, модифікацій і комплектацій причепів постійно збільшується, отже, збільшуються витрати, пов'язані з їх діагностуванням.

У зв'язку з цим гостро постає необхідність застосування альтернативних методів діагностування на етапах технічної експлуатації, капітального ремонту та технічного огляду. Розглянемо метод діагностування причепів на відповідність Правилам ЄЕК ООН №13.

Також може бути передбачена перевірка додаткових параметрів в разі гальмівної системи з ЕПП (тиск в резервуарі причепа або напівпричепа: гальмівний тиск, що надходить з сполучного роз'єму; вихідний тиск гальмівного циліндра колеса; тиск в пневматичних опорах; напруга в ЕПП. інформація аварійних індикаторів; інформація про останню поточну несправність; час реакції; енергоспоживання АБС за допомогою рівнозначних запусків; вимірювання гальмівного зусилля на всі осі з допомогою роликового динамометра та ін.).

Результати розрахунків, додаткових випробувань і функціональних перевірок при діагностуванні на етапах технічної експлуатації, капітального ремонту та технічного огляду причепа або напівпричепа з використанням альтернативних методів випробувань повинні вноситися в діагностичну карту.

Перевірка ефективності робочої гальмівної системи причепів і напівпричепів повинна проводитися розрахунком сумарної гальмівної сили на колесах і коефіцієнтом використання сили зчеплення на сухому асфальті. Робоча гальмівна система відповідає нормативним вимогам, якщо виконуються наступні умови: кількість осей та осі, на які підводиться ППП причепа (напівпричепа) і прототипу причепа (напівпричепа) однакові; сумарна гальмівна сила, створювана робочою гальмівною системою, і коефіцієнт використання сили зчеплення на сухому асфальті відповідають нормативним вимогам; сили на гальмівних механізмах причепа (напівпричепа) і прототипу причепа (напівпричепа) однакові або

відрізняються не більше встановленої величини; необхідно визначати допустиме відхилення величини сил на гальмівних механізмах причепа (напівпричепа) і прототипу причепа (напівпричепа); статичний розподіл навантаження на колесах завантаженого причепа (напівпричепа) і прототипу причепа (напівпричепа) однакові або відрізняються не більше ніж на 10%: колісні бази причепа (напівпричепа) і прототипу причепа (напівпричепа) однакові або відрізняються не більше ніж на 20%. Ефективність роботи АБС повинна підтверджуватися, якщо на причепі (напівпричепі) і прототипу причепа (напівпричепа) однакові діаметри трубопроводів, що з'єднують модулятори і гальмівні камери, конструкції датчиків, модуляторів і ЕБУ.

Ефективність гальмування при відмові регулятора гальмівних сил відповідає, якщо реєструється необхідний тиск повітря в гальмових камерах. Ефективність автоматичного гальмування відповідає, якщо реєструється необхідний тиск повітря в гальмових камерах при отсоединенной живильної магістралі.

Ефективність гальмівної системи причепа або напівпричепа повинна підтверджуватися за тими ж методами, як ефективність робочої гальмівної системи: розрахунком сумарної гальмівної сили на колесах і коефіцієнтом використання сили зчеплення на сухому асфальті. Причіп (напівпричіп) повинен зберігати стійке положення на схилі в 16° .

Визначення чітких меж допустимих змін параметрів, які подаються в сервісний центр напівпричепів (причіпної техніки), вимагає теоретичного аналізу та обробки великого масиву експериментальної інформації з випробувань. Розробка альтернативних методів діагностування на етапах технічної експлуатації, капітального ремонту та технічного огляду дозволяє виключити більшу частину випробувань в дорожніх умовах, замінюючи їх експертизою технічної документації, визначенням параметрів гальмівного процесу розрахунковими методами та додатковими перевірками, а також істотно прискорити і здешевити процес діагностування причепів і напівпричепів.

Висновки до розділу 4

Розроблено методику діагностування гальмівної системи, що дозволяє провести оцінку технічного стану та сумісності гальмівного приводу сідельного тягача і напівпричепа.

Розрахунково-експериментальна методика визначення показників ефективності гальмування сідельних автопоїздів, що враховує перерозподіл гальмівних сил по осях в процесі гальмування, а також зміна характеристик апаратів гальмівного пневмоприводу тягача і напівпричепа в експлуатації.

Розроблено методику прогнозування гальмівної ефективності сідельних автопоїздів, що знаходяться в експлуатації, для різних вагових станів напівпричепа.

Описано контрольно-вимірний комплекс для діагностування гальмівних систем з пневмоприводом транспортних засобів категорій O₂, O₃, O₄, що дозволяє підвищити точність результатів діагностування. Застосування даного комплексу дозволяє оцінювати роботу АБС і ЕПП автопоїзда. Показана методика діагностування при визначенні гальмівних якостей причепів (напівпричепів).

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

5.1.1 Аналіз умов праці

Проектований об'єкт-зона ТО і ПР.

В даному приміщенні присутні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

1) Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- рухомі механізми виробничого обладнання;
- підвищений рівень шуму на робочому місці;
- підвищений рівень вібрації;
- підвищена швидкість руху повітря;
- підвищене значення напруги в електромережі, замикання якої може пройти через тіло людини;
- підвищена яскравість світла;
- підвищена вологість повітря;
- недостатнє освітлення робочого місця;
- підвищена чи понижена температура повітря робочої зони;
- недостатність природного світла.

2) Хімічні небезпечні і шкідливі виробничі фактори, які характеризують речовини, які попадають в організм людини через органи дихання, шкіру, слизову оболонку. В приміщенні цими речовинами являються випаровування керосину, масел, бензину, уайтспириту, так як ці речовини використовуються.

3) Психофізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори по характеру дії поділяються:

- фізичні навантаження (статичні і динамічні);

– нервово-психічні перевантаження: монотонність праці.

5.1.2 Виробнича санітарія

Згідно санітарних норм [5], об'єм приміщення на одного працюючого не повинен бути менше 15 м³, а площа на одну працюючого не менше 4,5 м². Для переодягання у зоні ТО і ПР передбачені гардеробні, які обладнані у вигляді шкафа для змінної одежі. Є умивальник з гарячою і холодною водою, обладнані полки для мила і рушників. Є аптечка для надання першої медичної допомоги. Згідно [5], елементи приміщення і обладнання пофарбовані в раціональні відтінки:

- стеля і стіни - в білий колір;
- обладнання - в світло-зелений;
- пожежні засоби - в червоний;
- обертові частини обладнання окрашені в сигнальний колір, попереджуючий про небезпеку.

Обладнання розташоване в два ряди ширина проходу - 1.8м. Для забезпечення безпечної роботи місця сплановано і організовано згідно ГОСТ 12.2.033-78.

5.1.2.1 Мікроклімат

Згідно з ГОСТ 12.1.005-88 робота відноситься до робіт категорії II б. До цієї категорії відносяться роботи, пов'язані з ходінням, переміщенням і пересуванням вантажів до 10кг, які супроводжуються помірною фізичною напругою.

Для роботи характерні непостійні робочі місця, тому що робітники на них знаходяться не більше 50% всього робочого часу, або не більше 2-х годин безперервно.

Температура, відносна вологість і швидкість руху повітря в робочій зоні повинні відповідати допустимим нормам, так як оптимальні

підтримувати недоцільно. Допустимі значення параметрів мікроклімату досягаються за рахунок опалення приміщення, а також за рахунок приточно-втяжної вентиляції.

Таблиця 5.1 – Параметри мікроклімату [31]

Період року	Категорії робіт	Температура, °С					Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, %		
		Оптимальна	Допустима							
			Верхня границя		Нижня границя					
			На роб. місцях							
Постійні	Непостійні	Постійні	Непостійні	Оптимальна	Допустима на роб. місцях постійних і непостійних	Оптимальна	Допустима на роб. місцях постійних і непостійних			
Холодний	Середня ПБ	17-19	21	23	15	13	40-60	75	0.2	< 0,4
Теплий	Середня ПБ	20-22	27	29	16	15	40-60	75 при 25°	0.3	0,2-0,5

Підводячи висновок, можна сказати, що параметри мікроклімату відповідають нормам.

5.1.2.2 Освітлення

По задачам зорової роботи, приміщення відноситься до I групи. Це приміщення, в яких виконується розпізнавання об'єктів зорової роботи при фіксованому направленні лінії зору працюючих на робочу поверхню. Тому характеристика зорової роботи високої точності. Розряд зорової роботи - III; підрозряд - В. Характеристика фону світлий, контраст об'єкта розпізнавання з фоном сірий. Найменший розмір об'єкта розпізнавання: 0,15-0,3мм.

Нормоване значення освітлення при комбінованому становить 750 лк. Освітлення при загальному освітленні в системі комбінованого – 150 лк, згідно [32].

Величина нормованого коефіцієнта природної освітленості при бічному освітленні:

$$e_H^{IV} = e^{III} \times m \times c \quad (5.1)$$

де e^{IV} - величина нормованого к.е.о. для IV пояса;

e^{III} - величина нормованого к.е.о. для III пояса;

$m = 0.9$ - коефіцієнт світлового клімату для IV поясу світлового клімату;

$c = 0,7$ - коефіцієнт сонячності клімату при розташуванні світлових проїомів в зовнішніх стінок при азимуті - 0° (226-315):

$$e_H^{IV} = 2 \times 0,9 \times 0,7 = 1,3\%,$$

Фактичне значення $e_f^{IV} = 1,6\%$.

Штучне освітлення в дільниці повинно забезпечуватися в достатній мірі для безпечного виконання робіт, перебування і переміщення людей, Забезпечувати освітленість необхідно згідно з нормами

Таблиця 5.2 – Нормування освітленості [32]

Місце виміру, площа нормування освітленості	Розряд зорової роботи	Нормована
Оглядова канава, Г - низ автомобіля	VI	150
Приміщення дільниці. В – на автомобілі	Va	200

В приміщенні дільниці забезпечується необхідний рівень освітленості робочих поверхонь.

5.1.2.3 Шум

Джерелами шуму являються електродвигуни, виробниче обладнання. Рівні звукового тиску згідно СН 3223-85 і їх фактичні і допустимі значення представлені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.3 – Рівні звукового тиску [29]

Рівень звукового тиску, дБ в октавних полосах із середньо гармонічними частотами, Гц										Еквівалентний рівень звуку, дБ
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Нормативне значення	107	95	87	82	78	75	73	71	69	80

Для зниження рівня шуму і підтримуванні його в допустимих границях можна застосовувати слідуєчі міри:

- зменшення шуму в джерелі його виникнення;
- застосування системи ізоляції;
- захисні кожухи на в відповідності з вимогами СНиП 11-12-77.

5.1.2.4 Вібробезпека

Причиною виникнення вібрацій являється робота машин і агрегатів невірноважених силових впливів.

Згідно ГОСТ 12.1.012-90 вибираємо категорію вібрації і її характеристику.

Таблиця 5.4 – Категорія вібрації [29]

Категорія вібрації	Характеристика умов праці	Приклад джерела вібрації
3 тип "а" межа пониження продуктивності праці	Технологічна вібрація, яка діє на операторів стаціонарних машин	Електрообладнання, насосні агрегати, вентилятори

Санітарні норми одночислових показників вібронавантажень на оператора для тривалості зміни - 8год.

Таблиця 5.5 – Санітарні норми вібронавантажень [29]

Вид вібрації	Категорія вібрації по СН	Направлення дії	Нормативне коригування по частоті і еквівалентне коригування значення			
			Віброприскорення		віброшвидкість	
			$\text{м} \cdot \text{с}^{-1}$	дБ	$\text{м} \cdot \text{с}^{-1} \cdot 10^{-2}$	дБ
Загальна	3 тип "а"	Z_0, Y_0, X_0	0,1	100	0,2	92

СН спектральних показників вібронавантаження на оператора. Локальне навантаження.

Таблиця 5.6 – Середньогометричні частоти активних полос

Середньо геометричні частоти активних полос, Гц	Нормативне значення в напрямках			
	Віброприскорення		віброшвидкість	
	$\text{м} \cdot \text{с}^2$	дБ	$\text{м} \cdot \text{с}^2$	дБ
8	1,4	123	2,8	115
16	1,4	123	1,4	109
31,5	2,7	129	1,4	109
63	5,4	135	1,4	109
125	10,7	141	1,4	109
250	21,3	147	1,4	109

При роботі працюючий може піддаватися дії вібрації. Загальна вібрація викликає струс всього організму, місцева - окремі частини тіла. Локальної вібрації піддаються працюючі з ручним електричним обладнанням.

Працюючий може піддаватися одночасно впливу загальної і локальної вібрації (“комбінована вібрація”).

Існують наступні види захисту: боротьба в джерелі виникнення боротьба на шляху розповсюдження; засоби індивідуального захисту використовуються додатково (вкладиші в рукавиці, взуття на спеціальних віброзахисних підборах).

5.1.3 Техніка безпеки

До роботи повинен допускатися персонал, що добре знає роботу установок, а також технологічний процес, правила техніки безпеки.

Вентиляція, повинна бути з пиловловлюючим фільтром. Необхідно стежити за своєчасним очищенням пиловловлюючого фільтра.

Профілактичне очищення стінок камери робити пилососом і металеву щіткою.

Робоче приміщення, у яких виробляється обробка із застосуванням бензину, спирту, ацетону повинні бути знеструмлені.

Паління в таких приміщеннях забороняється.

Додаткові заходи безпеки при роботі з конкретними матеріалами повинні бути зазначені у відповідних технологічних інструкціях.

Кожен споживач зобов'язаний (у залежності від конкретних умов) розробити свою інструкцію з техніки безпеки.

5.1.3.1 Електробезпека

У обладнанні застосовуються електродвигуни, які живляться від 3-х фазної 4-х провідної мережі $U=380\text{В}$, $\gamma=50\text{Гц}$. Згідно ПУЕ-86 приміщення відноситься до особливо небезпечних, так як є наявність 2-х умов таких приміщень:

- струмопровідна підлога(залізобетон);
- можливість однозначного дотику людини до об'єктів, які з'єднані з землею,

побудов і до металічних частин електрообладнання.

Для захисту від ураження струмом передбачено занулення обладнання із заземленням - нейтралі згідно ГОСТ 12.1.030-81.

5.1.3.2 Занулення обладнання зони ТО і ПР

Виконати розрахунок занулення електродвигунів, які живляться від 3-х фазної мережі 380/220В. Номінальна потужність 35кВт. Загальне навантаження мережі $P_{нс}=80кВт$. Автоматичний захист - А. Для електродвигуна $I_{п}/I_{н}=12$.

Кабельна лінія довжиною $l_k = 0,1$ км, яка з'єднує розподільний щит з електроустановкою виконана з мідного дроту. Струм спрацювання розцеплювача відстоюється від максимального току лінії $I_{спр} > 1.25 - 672 = 840A$.

Вибираємо автоматичний вимикач марки АП450-2М. Визначаємо значення активних опорів фазних проводів

$$R_{\phi} = \rho_m \frac{l_1}{S_{1\phi}}. \quad (5.2)$$

де $\rho_m = 0.018$ Ом-мм/м - питомий опір міді.

$$R_{\phi} = 0,018 \cdot \frac{100}{3} = 0,6 \text{ Ом} .$$

Приймаємо значення індуктивного опору внутрішньої лінії $x = 0,3$ Ом/км тоді індуктивний опір петлі "фаза - нуль":

$$x_n = 2xl_k = 2 \cdot 0,3 \cdot 0,1 = 0,06 \text{ Ом} .$$

Враховуючи вимоги ПУЕ, що $R_n < 2R_\phi$, приймаємо переріз кульового провода з міді $S_n = 2,5 \text{ мм}^2$. Значення активного опору нульового проводу

$$R_n = 0,018 \cdot \frac{100}{2,5} = 0,77 \text{ Ом}.$$

Знаходимо комплексний опір петлі (фаза - нуль)

$$Z_n = \sqrt{(R_n + R_\phi)^2 + x_n^2} = \sqrt{(0,36 + 0,6)^2 + 0,06} = 1,32 \text{ Ом}.$$

Струм короткого замикання

$$I_{кз} = \frac{U_\phi}{Z + I_3 + Z_n} = \frac{220}{0,025 + 0,96} = 223 \text{ А}.$$

Перевірка виконання умови:

$$I_{кз} / I_H = 223 / 51,3 = 4,3.$$

Умова $I_{кз} = \kappa I_H$ виконується (для автоматичних вимикачів з номінальним током $I_H < 100 \text{ А}$. що гарантує спрацювання захисту.

R_ϕ, R_n - активні опори фазного та нульового провода.

X_ϕ, X_n - індуктивний опір фазного та нульового провода. Визначим комплексний опір нульового опору.

$$X_n = X_n / 2 = 0,06 / 2 = 0,03 \text{ Ом}.$$

$$Z_n = \sqrt{R_n^2 + X_n^2} = 0,72.$$

Напруга дотику без врахування повторного заземлення нульового провoda.

$$U_{\text{пр}} = I_{\text{кр}} \cdot Z_{\text{Н}} = 93,6 - 0,72 = 67,45 \text{ В.}$$

Це значення $U_{\text{пр}}$ перевищує граничне допустиме (36В), тобто умова безпеки $I_{\text{м}} > kI_{\text{Н}}$ не виконується, а для його забезпечення необхідно повторне заземлення нульового провoda, опір якого

$$R_{\text{Н}} = \frac{U_{\text{ПДУ}}}{I_{\text{КЗ}} \cdot Z_{\text{Н}} - U_{\text{ПДУ}}} \cdot R_0 \leq \frac{36}{67,45 - 36} = 1,14 \text{ Ом.}$$

Розрахунковий питомий опір гранта

$$\rho = \rho_{\text{изм}} \cdot \psi_1 = 25 \cdot 1,4 = 35 \text{ Ом} \cdot \text{м.}$$

Визначаємо величину t , яка рівна $t = l/2 + h = 5/2 + 0,5 = 3 \text{ м.}$

Опір одиничного вертикального електрода

$$\begin{aligned} R_e &= 0,336 \frac{\rho}{l} \left(1 \lg \frac{2l}{d} + 0,51 \lg \frac{4t+l}{4t-l} \right) = \\ &= 0,336 \frac{35}{5} \left(1 \lg \frac{2 \cdot 5}{0,03} + 0,51 \lg \frac{4 \cdot 3 + 5}{4 \cdot 3 - 5} \right) = 6,95 \text{ Ом} \end{aligned}$$

Визначимо кількість вертикальних електродів:

$$m \eta_b = R_B / R_n = 6,95 / 1,14 = 6,072.$$

Знаходимо добуток $n \eta_b$, близьке до значення $n \eta_b = (6,070)$. При $n=4$, $a/1=3$, $\eta_e=0,89$; а добуток $n \cdot \eta_e = 6,07$, що близьке до значення 6,072.

В'язкості з'єднувальної полоси приймаємо сталюну полосу перерізом 48 мм² при її товщині $b = 4\text{мм}$ (4x12) мм тоді її довжина при розташуванні вертикальних електродів в ряд:

$$l_c = 1,05 * a(p-1) = 1,05 * 10(4-1) = 31,5 \text{ м.}$$

Опір з'єднувальної полоси

$$R_c = 0,336 \frac{\rho}{l_c} * l_g \frac{2l_c^2}{b * t} = 2,12 \text{ Ом.}$$

Опір повторного заземлення нульового проводу

$$R_n = \frac{R_e R_c}{R_e * \eta_e + R_c * n * \eta_e} = 1,07 \text{ Ом.}$$

Напруга дотику при $R_n = 1,07 \text{ Ом}$

$$U_{np} = I_{k3} * Z_n \frac{R_n}{R_0 + R_n} = 14,2 \text{ В.}$$

Умова виконана $U_{np} \leq U_{пдУ}$, бо $14,2 < 36$.

5.1.4 Пожежна безпека

Горючою речовиною є бензин, мінеральне масло з температурою спалаху вище 60°C і відноситься до класу ГР(горючі рідини).

Причиною виникнення пожежі може бути коротке замикання в електромережі.

Згідно ОНТП24-86 дільниця відноситься до приміщення категорії "Г". Степінь вогнестійкості споруд згідно СнпІ 2.01.02-85-11. До II степені

відносяться споруди з несучими і огорожуючими конструкціями із природних і штучних кам'яних матеріалів, бетону або залізобетону з застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів. В покриттях споруд допускається застосовувати незахищені сталеві конструкції. Площа поверху в границях пожежного відсіку будівель в 3 поверхи і більше не обмежується по СНиП 2.09.02.85 т.1. Найбільша відстань до евакуаційних виходів (згідно СНИП 2.01.02-85) в приміщенні з категорією пожежонебезпеки "Г" при щільності людського потоку 1люд/м рівна 100м. Ширина евакуаційного виходу - 2м.

Таблиця 5.7 Мінімальні границі вогнестійкості будівельних конструкцій [30]

Степінь вогнестійкості	Мінімальні границі вогнестійкості, год (над ризикою) і максимальні границі розповсюдження вогню по ним, см								
	Стіни				Колони	Східцеві площадки	Плити і настили	Елементи покриття	
	Несучі сходові клітки	самонесучі	Внутрішні та несучі	Навантаженні не несучі				Плити і настили	Балки, ферми, рами, арки
II	2\0	1\0	0,25\0	0,25\0	2\0	1/0	0,75/0	0,25/0	0,25/0

Для гасіння пожежі; в початковій стадії її виникнення передбачені внутрішні пожежні крани. В якості первинних засобів пожежегасіння передбачені ящики з піском, азбестові полотна, порошкові вогнегасники ОХП-10.

5.2 Безпека у надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Дія іонізуючих випромінювань на людей

Усі джерела радіоактивного випромінювання становлять так званий природний радіаційний фон, під яким розуміють дозу іонізуючого випромінювання, що складається з космічного випромінювання, випромінювання природних радіонуклідів, які знаходяться у верхніх шарах Землі, приземній атмосфері, продуктах харчування, воді та організмі людини.

Радіоактивні речовини потрапляють у повітря, ґрунти, ріки, озера, моря, океани, а звідти поглинаються рослинами, рибами, тваринами і молюсками. Через листя і коріння радіоактивні речовини потрапляють у рослини, а потім в організм тварин і з продуктами рослинного та тваринного походження, з водою - в організм людини. При вивченні дії випромінювання на організм людини встановлено такі особливості: навіть незначна кількість поглиненої енергії випромінювання спричинює глибокі біологічні зміни в організмі; наявність прихованого (інкубаційного) періоду дії іонізуючого випромінювання; випромінювання має генетичний ефект; органи живого організму мають різну чутливість до випромінювання; окремі організми неоднаково реагують на опромінювання; опромінювання залежить від частоти, одноразове опромінювання у великій дозі спричинює більш глибокі зміни.

Радіоактивні речовини потрапляють в організм людини при вдиханні зараженого повітря, із зараженою їжею чи водою, крізь шкіру, відкриті рани. Проникненню радіоактивних забруднень крізь шкіру і рани можна запобігти, дотримуючись певних заходів захисту.

Основним джерелом опромінювання людини є радіоактивні речовини, які потрапляють з їжею. Ступінь небезпеки забруднення радіонуклідами залежить від частоти вживання забруднених радіоактивними речовинами продуктів, а також від швидкості виведення їх з організму. Якщо

радіонукліди, які потрапили в організм, однотипні з елементами, що споживає людина з їжею (натрій, калій, хлор, кальцій, залізо, марганець, йод та ін.), то вони швидко виводяться з організму разом з ними.

Окремі радіоактивні речовини концентруються в різних внутрішніх органах. Елементи, які акумулюються в м'яких тканинах організму, легко виділяються. Джерела α -випромінювання (радій, уран, плутоній), β -випромінювання (стронцій, іпрій) і γ -випромінювання (цирконій) відкладаються в кістках у вигляді хімічно зв'язаних сполук з кістковою тканиною, тому важко виводяться з організму.

Первинним процесом дії радіоактивних речовин в організмі людини є іонізація. Збуджена при цьому енергія іонізуючого опромінювання передається на різні речовини організму людини. У разі дії на прості речовини (гази, метали та ін.) будь-яких змін фізико-хімічної природи у них не спостерігається. При дії на складні речовини, молекули яких складаються з багатьох різних атомів, вони розпадаються (дисоціація). Це так звана пряма дія на прості або складні речовини організму людини. Більш суттєву роль відіграє механізм непрямої дії іонізуючого випромінювання, під яким треба розуміти радіаційно-хімічні зміни у певній розчинній речовині, зумовлені продуктами радіолізу (розпаду) води.

В організмі людини знаходиться 60-70% води. В результаті іонізації молекули води під впливом радіоактивних речовин утворюються вільні радикали гідроперекису (HO_2) і перекису (H_2O_2) водню, які як сильні окислювачі мають високу хімічну активність і вступають у реакції з білком, ферментами та іншими структурними елементами біологічної тканини, що призводить до зміни біологічних процесів в організмі. Внаслідок цього порушуються процеси обміну, пригнічується активність ферментних систем, затримується ріст тканин, виникають нові хімічні сполуки - токсини - сильні отрути. Все це призводить до порушення життєдіяльності окремих систем та організму в цілому. Патологічні процеси в організмі, у тому числі загибель клітин, ріст пухлин, пов'язують з хромосомними ураженнями соматичних

клітин, причому рівень аутогенних ушкоджень хромосом зростає з віком людини.

5.2.2 Розрахунок режимів радіаційного захисту

Під режимом роботи в умовах радіоактивного забруднення розуміють порядок і умови роботи, переміщення і відпочинку з використанням засобів захисту.

Можлива доза опромінення при роботі у режимі 2 зміни по 12 год. може бути визначена за формулою

$$D_m = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)}{K_{\text{noc}}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - 1 \right)}{9} = 0,95 \text{ (мР)},$$

де $t_n=1$ год. – час початку роботи після радіоактивного забруднення;

$t_k=1+12=13$ год. – час завершення роботи першої робочої зміни після радіоактивного забруднення;

$p_{1\max}=1,1$ мР/год. – рівень радіації через одну годину після радіоактивного забруднення;

$K_{\text{noc}}=7$ – коефіцієнт послаблення радіації виробничим приміщенням.

Визначимо граничне значення рівня радіації, при якому можлива робота в звичайному режимі

$$p_{\text{гр}} = \frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{noc}}}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{t_k^3} - \sqrt[4]{t_n^3} \right)} = \frac{0,5 \cdot 9}{1,33 \cdot \left(\sqrt[4]{13^3} - \sqrt[4]{1^3} \right)} = 0,56 \text{ (мР / год)}.$$

Згідно проведеного розрахунку можлива доза опромінення персоналу $D_m > D_{\text{доп}} (0,95 > 0,5)$ та рівень радіоактивного забруднення $p_{1\max} > p_{\text{гр}} (1,1 > 0,56)$

перевищують допустимі норми, тому робота в режимі 2 зміни по 12 год неможлива.

Для кожної зі скорочених змін необхідно визначити час початку робочої зміни (t_n), час кінця робочої зміни (t_k), тривалість роботи зміни (t_p) та можливу дозу опромінення зміни (D_m).

Час початку роботи першої зміни визначається за коефіцієнтом α :

$$\alpha = \frac{D_{дон} \cdot K_{noc}}{1,33 \cdot p_{1max}} = \frac{0,5 \cdot 9}{1,33 \cdot 1,1} = 3,1.$$

Згідно довідникових даних час початку роботи першої скороченої зміни $t_n=1$ год.

Для 1-ї скороченої зміни: час початку роботи $t_{n1} = 1$ год.

Час закінчення роботи

$$t_{k1} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{noc} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{n1}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 9 + 1,33 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[4]{1^3}}{1,33 \cdot 1,1} \right)^{\frac{4}{3}} = 6,48 \approx 6,5 \text{ год.}$$

Тривалість роботи $t_{p1} = t_{k1} - t_{n1} = 6,5 - 1 = 5,5$ год.

Можлива доза опромінення

$$D_{m1} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k1}^3} - \sqrt[4]{t_{n1}^3})}{K_{носл}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot (\sqrt[4]{6,5^3} - \sqrt[4]{1^3})}{9} = 0,5 \text{ мР.}$$

Для 2-ї зміни: час початку роботи $t_{n2} = t_{n1} + t_{p1} = 1 + 5,5 = 6,5$ год.

Час закінчення роботи

$$t_{k2} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{noc} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{n2}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 9 + 1,33 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[4]{6,5^3}}{1,33 \cdot 1,1} \right)^{\frac{4}{3}} = 13,6 \approx 13,5 \text{ год}$$

Тривалість роботи $t_{p2} = t_{k2} - t_{п2} = 13,5 - 6,5 = 7$ год.

Можлива доза опромінення

$$D_{m2} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k2}^3} - \sqrt[4]{t_{п2}^3})}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot (\sqrt[4]{13,5^3} - \sqrt[4]{6,5^3})}{9} = 0,49 \text{ мР}.$$

Для 3-ї зміни: час початку роботи $t_{п3} = t_{п2} + t_{p2} = 6,5 + 7 = 13,5$ год.

Час закінчення роботи

$$t_{k3} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{noc} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п3}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 9 + 1,33 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[4]{13,5^3}}{1,33 \cdot 1,1} \right)^{\frac{4}{3}} = 21,71 \approx 21,5 \text{ год}$$

Тривалість роботи $t_{p3} = t_{k3} - t_{п3} = 21,5 - 13,5 = 8,5$ год.

Можлива доза опромінення

$$D_{m3} = \frac{1,33 \cdot p_{1max} \cdot (\sqrt[4]{t_{k3}^3} - \sqrt[4]{t_{п3}^3})}{K_{посл}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot (\sqrt[4]{21,5^3} - \sqrt[4]{13,5^3})}{9} = 0,48 \text{ мР}.$$

Для 4-ї зміни: час початку роботи $t_{п4} = t_{п3} + t_{p3} = 13,5 + 8 = 21,5$ год.

Час закінчення роботи

$$t_{k4} = \left(\frac{D_{дон} \cdot K_{noc} + 1,33 \cdot p_{1max} \cdot \sqrt[4]{t_{п4}^3}}{1,33 \cdot p_{1max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 9 + 1,33 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[4]{21,5^3}}{1,33 \cdot 1,1} \right)^{\frac{4}{3}} = 30,49 \approx 30,5 \text{ год}.$$

Тривалість роботи $t_{p4} = t_{к4} - t_{п4} = 30,5 - 21,5 = 9$ год.

Можлива доза опромінення

$$D_{м4} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{к4}^3} - \sqrt[4]{t_{п4}^3} \right)}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot \left(\sqrt[4]{30,5^3} - \sqrt[4]{21,5^3} \right)}{9} = 0,5 \text{ мР}.$$

Для 5-ї зміни: $t_{п5} = t_{п4} + t_{p4} = 21,5 + 9 = 30,5$ год.

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к5} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п5}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 9 + 1,33 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[4]{30,5^3}}{1,33 \cdot 1,1} \right)^{\frac{4}{3}} = 40,5 \text{ год}.$$

Тривалість роботи зміни $t_{p5} = t_{к5} - t_{п5} = 40,5 - 30,5 = 10$ год.

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м5} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \left(\sqrt[4]{t_{к5}^3} - \sqrt[4]{t_{п5}^3} \right)}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot \left(\sqrt[4]{40,5^3} - \sqrt[4]{30,5^3} \right)}{9} = 0,5 \text{ мР}.$$

Для 6-ї зміни: $t_{п6} = t_{п5} + t_{p5} = 30,5 + 10 = 40,5$ год.

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к6} = \left(\frac{D_{\text{дон}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п6}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 9 + 1,33 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[4]{40,5^3}}{1,33 \cdot 1,1} \right)^{\frac{4}{3}} = 51,65 \approx 51,5 \text{ год}.$$

Тривалість роботи зміни $t_{p6} = t_{к6} - t_{п6} = 51,5 - 40,5 = 11$ год.

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м6} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к6}^3} - \sqrt[4]{t_{п6}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot (\sqrt[4]{51,5^3} - \sqrt[4]{40,5^3})}{9} = 0,49 \text{ мР}.$$

Для 7-ї зміни: $t_{п7} = t_{п6} + t_{р6} = 40,5 + 11 = 51,5$ год.

Час закінчення роботи зміни

$$t_{к7} = \left(\frac{D_{\text{доп}} \cdot K_{\text{пос}} + 1,33 \cdot p_{1\max} \cdot \sqrt[4]{t_{п7}^3}}{1,33 \cdot p_{1\max}} \right)^{\frac{4}{3}} = \left(\frac{0,5 \cdot 9 + 1,33 \cdot 1,1 \cdot \sqrt[4]{51,5^3}}{1,33 \cdot 1,1} \right)^{\frac{4}{3}} = 64,1 \approx 64 \text{ год}$$

Тривалість роботи зміни $t_{р7} = t_{к7} - t_{п7} = 64 - 51,5 = 12,5$ год, приймаємо $t_{р7} = 12$ год.

Можлива доза опромінення зміни

$$D_{м7} = \frac{1,33 \cdot p_{1\max} \cdot (\sqrt[4]{t_{к7}^3} - \sqrt[4]{t_{п7}^3})}{K_{\text{посл}}} = \frac{1,33 \cdot 1,1 \cdot (\sqrt[4]{63,5^3} - \sqrt[4]{51,5^3})}{9} = 0,46 \text{ мР}.$$

Таблиця 5.8 – Розрахунок режимів радіаційного захисту

№	$t_{п}$	$t_{к}$	$t_{р}$	$D_{м}$
1	1	6,5	5,5	0,5
2	6,5	13,5	7	0,49
3	13,5	21,5	8,5	0,48
4	21,5	30,5	9	0,5
5	30,5	40,5	10	0,5
6	40,5	51,5	11	0,49
7	51,5	63,5	12	0,46

За результатами проведеного розрахунку роботу підприємства в дві зміни по 12 год можна буде розпочинати через 40,5 год. після радіоактивного забруднення. Після того, як відпрацює 6-та скорочена зміна до роботи приступить наступна 7-ма повна зміна.

Висновки до розділу 5

В даному розділі на основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, розраховано параметри освітлення у зоні діагностування, визначені заходи електробезпеки.

Розроблено заходи щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме виконано розрахунок режимів радіаційного захисту.

ВИСНОВКИ

Кількість автопоїздів в транспортних потоках збільшується, зростає рівень небезпеки виникнення ДТП з їх участю, особливим і найбільш складним видом ДТП за участю автопоїздів є ДТП, що виникають в результаті їх складання.

Рівень компетенції працівників автотранспортних підприємств і організацій, якість підготовки ТЗ перед виїздом з парку і ТО рухомого складу недостатнє для відповідності вимогам сучасного етапу розвитку науки і техніки.

Сучасні гальмівні системи автопоїздів це складні енергоємні, багатофункціональні системи, які перетворюють зусилля на гальмівну педаль в гальмівну силу на загальмовувані колеса. У конструкції цих систем вбудовані різні функціональні елементи, що істотно підвищують їх ефективність щодо колишніх гальмівних систем. Звідси випливає, що ефективність гальмівних систем не може бути однозначно визначена тільки за параметрами зусилля на педаль і сили на загальмовуваних колесах.

Сьогодні діагностам станцій технічного обслуговування, ліній технічного контролю потрібні методичні засоби, пов'язані з володінням сучасною нормативною технічною базою, передовими технологіями забезпечення працездатності ТЗ, процедурами управління і їх інформаційної складової. Це необхідно для більш глибокого вивчення параметрів робочих процесів систем РГС і отримання показників, що визначають роботу системи на основі вимірювання і аналізу технічного стану всіх функціональних елементів пневмоприводу РГС сидельних автопоїздів.

Розроблено математичну модель робочого процесу гальмування автопоїзда, яка дозволяє визначити наступні параметри: динаміку гальмування автопоїзда; вплив ПГП (ЕПГП), ресорної підвіски, АБС на динаміку гальмування; взаємодію коліс автопоїзда з дорогою.

Сумарний вплив сили бокового вітру і повертаючого моменту на крайню передню точку АТЗ еквівалентно впливу сили бокового вітру на точку центру парусності.

Аналіз діяльності підприємства показав, що на сьогоднішній день воно надає послуги з перевезення в міжнародних та внутрішніх сполученнях, а також з транспортно-експедиційної діяльності. Основа рухомого складу – сідельні тягачі Renault та DAF і тентовані напівпричепи. Рік випуску автомобілів і напівпричепів варіює від 2006 до 2012 року. Підприємство знаходиться на стадії помірнього зростання: закуповує техніку, напівпричепи, розширює сферу діяльності, впроваджує нові методи удосконалення організації робочого процесу.

На території авторемонтної бази ТОВ «Тотал-Агро» розміщені виробничі приміщення, які дозволяють якісно виконувати ремонтні роботи, що передбачені виробничим процесом.

Діагностування автомобіля можливе при ходових випробуваннях або використанні стаціонарних стендових засобів. В експлуатаційних умовах ходові випробування застосовують обмежено, головним чином для інспекторської перевірки гальм і лінійної витрати палива.

Більш ефективним є стаціонарне діагностування автомобіля за допомогою спеціальних стендів, що дозволяють задавати швидкісні і навантажувальні тестові режими роботи автомобіля.

Розроблена методика діагностування гальмівної системи дозволяє провести оцінку технічного стану та сумісності гальмівного приводу сідельного тягача і напівпричепа. Розрахунково-експериментальна методика визначення показників ефективності гальмування сідельних автопоїздів, що враховує перерозподіл гальмівних сил по осях в процесі гальмування, а також зміну характеристик апаратів гальмівного пневмоприводу тягача і напівпричепа в експлуатації.

Розроблена методика прогнозування гальмівної ефективності сидельних автопоїздів, що знаходяться в експлуатації, для різних вагових станів напівпричепа.

Описано контроль-вимірювальний комплекс для діагностування гальмівних систем з пневмоприводом транспортних засобів категорій О2, О3, О4, що дозволяє підвищити точність результатів діагностування. Застосування даного комплексу дозволяє оцінювати роботу АБС і ЕПП автопоїзда. Показана методика діагностування при визначенні гальмівних якостей причепів (напівпричепів).

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, рішення щодо забезпечення безпечної роботи, розраховано параметри освітлення у зоні діагностування, визначені заходи електробезпеки. Розроблено заходи щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях, а саме виконано розрахунок режимів радіаційного захисту.

Отже, в результаті виконаних досліджень в даній магістерській кваліфікаційній роботі, були вирішені всі поставлені завдання:

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аринин И. Н. Техническая диагностика автомобилей / И. Н. Аринин - М.: Транспорт, 1981. 146 с.
2. Біліченко В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, В. В. Варчук. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 172 с.
3. Бойко А. В. Совершенствование методов диагностики тормозных систем автомобилей в условиях эксплуатации на силовых стендах с беговыми барабанами: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.10: защищена 25.06.08 / Бойко Александр Владимирович. - Иркутск, 2008. - 217 с.
4. Біліченко В. В. Основи технічної діагностики колісних транспортних засобів : навч. посіб. / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенський, Ю. Ю. Кукурудзяк, С. В. Цимбал. - Вінниця : ВНТУ, 2012. - 118 с.
5. Бортницкий П.И. Охрана труда на автомобильном транспорте / П.И. Бортницкий. - К.: Вища школа, 1988. – 263 с.
6. Варфоломеев В. Н. Исследование методов диагностирования технического состояния тормозов автомобиля: Дис. канд. техн. наук: 05.22.10. – Харьков, 1969. – 177 с.
7. Варфоломеев В. Н. Приведение результатов стендовых испытаний тормозов автомобилей к дорожным условиям / Варфоломеев В. Н., Швейки Т. В. // Збірник наукових праць, - К.: УТУ, 1998, - С. 72-73.
8. Волков В. П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / Под ред. В. П. Волкова ; В. П. Волков, В. П. Матейчик, О. Я. Никонов и др. – Донецк : Изд-во «Ноулидж» (донецкое отделение), 2013. – 398 с.
9. Говорушенко Н. Я. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств / Говорушенко Н. Я., Волков В. П. – Харьков, 2009р. – 344 с.
10. Говорущенко Н.Я. Системотехника транспорта / Н.Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков: ХГАДТУ, 1998. – 468 с.

11. Говорущенко Н.Я. Техническая кибернетика транспорта / Н.Я. Говорущенко, В.Н. Варфоломеев. – Харьков: ХГАДТУ, 2001.- 272 с.
12. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк / Вінниця 2010. – 332 с.
13. ДСТУ 3649-2010. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. – [Чинний від. 2010-28-12]. – К.: Вид-во стандартів, 2011. – 28 с. – (Національний стандарт України).
14. Кашканов В. А. Удосконалення методу визначення коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП. автореф. дис.... к. т. н.: спец. 05.22. 20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»/ В. А. Кашканов.– Харків, 2008.–22 с
15. Кашканов В.А. Аналіз приводів гальмівних систем автомобілів / В.А. Кашканов, О.О. Ковпак // Матеріали XII міжнародної науково-практичної конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту», 21-23 жовтня 2019 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – С. 89-92.
16. Кашканов В. А. Діагностика системи курсової стійкості автомобіля / В. А. Кашканов, О. О. Ковпак // Матеріали VII-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Проблеми і перспективи розвитку автомобільного транспорту», 08-10 квітня 2019 року: збірник наукових праць. – Вінниця: ВНТУ, 2019. – 152 с. Режим доступу: <http://atmconf.vntu.edu.ua/materyaly.html>.
17. Кашканов А. А. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / А. А. Кашканов, В. М. Ребедайло, В. А. Кашканов. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 148 с.
18. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів: Підручник. – К.: Вища школа, 2008. – 527 с.

19. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи зі спеціальності 8.07010601 – Автомобілі та автомобільне господарство / Уклад. В. В. Біліченко, А. А. Кашканов, В. П. Кужель. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 65 с.
20. Мигаль В. Д. Системы контроля и диагностики автомобиля: учеб, пособие / В. Д. Мигаль. - Х.: Майдан, 2017. - 606 с.
21. Мигаль В. Д. Теория технической диагностики автомобилей [Текст] : учеб, пособ. / В. Д. Мигаль. - Х. : Майдан, 2014. - 472 с.
22. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей. Теоретические основы : учеб, пособ. / В. Д. Мигаль. - Х. : Изд-во «Майдан», 2014. - 516 с.
23. Мигаль В. Д. Техническая диагностика автомобилей: справ, пособ. в 6 тт. : Том 3. Методы диагностирования / В. Д. Мигаль, В. П. Мигаль. - 2-е изд. стер. - М. : ООО ИПЦ «Маска», 2013. - 548 с.
24. Новоселов В. Л. Совершенствование диагностирования тормозных систем автопоездов с антиблокировочной системой в эксплуатации : Дис. канд. техн. наук: 05.22.10. – Екатеринбург, 2017. – 175 с.
25. Применение метода графического анализа для построения динамической модели тормозной системы автомобиля (Shoo Z., Liu J., Chen H.; Qiche gongcheng; Automot.Eng. - 1993. - №4. - p. 212-219), Автомобильный транспорт. — М. - №4. - 1994.
26. Про схвалення Транспортної стратегії України на період до 2020 року – [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/2174-2010-p> (дата звернення 14.12.2017). – Назва з екрана.
27. Рабинович Э. Х. Исследование и совершенствование методов и средств стендовой проверки автомобильных тормозов: Дис... канд. техн. наук: 05.22.10. – Харьков, 1969. – 177 с.
28. Совершенствование методов автотехнической экспертизы при дорожно-транспортных происшествиях : монография / Волков В.П., Торлин В.Н., Мищенко В.М., Кашканов А.А., Кашканов В.А., Кужель В.П.,

Ксенофонтова В.А., Ветрогон А.А., Скляр Н.В. – Харьков : Изд-во ХНАДУ, 2010.– 476 с.

29. СН 3223-85. Санитарные нормы допустимых уровней шума на рабочем месте. М., 1985.

30. СНиП 2.01.02-85. Противопожарные нормы. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

31. СНиП 2.04.05-86. Отопление, вентиляция и кондиционирование. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

32. СНиП II-4-79. Естественное и искусственное освещение. М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1986.

33. Техническая эксплуатация автомобилей / Под ред. С.С. Кузнецова. - 3-е изд., Перераб. и доп. - М.: Транспорт, 2009. - 413 с.

34. Топалиди В.А. Инструментальный контроль тормозных свойств АТС / В.А. Топалиди // Автомобильная промышленность. - М. - 1999. - №7.

35. Федотов А. И. Диагностика пневматического тормозного привода автомобилей на основе компьютерных технологий [Текст]: Дисс. докт. техн. наук: 05.20.03 - Новосибирск: Сибирский научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства, 1999. 304 с.

36. Харазов А. М. Методы оптимизации в технической диагностике машин / А. М. Харазов, С. Ф. Цвид. - М.: Машиностроение, 1983. -132 с.

37. Щербакова О. В. Методика стендового контроля технического состояния пневмоприводов тормозных механизмов седельных автопоездов : Дис. канд. техн. наук: 05.22.10. – Санкт-Петербург, 2019. – 151 с.

38. Пневматические тормоза - принцип работы и устройство. – Назва з екрану. Режим доступу: https://new.etsp.ru/articles/technical_article/пневматические-тормоза-принцип-работы-и-устройство/ – Дата звернення 18.11.2019р.

39. Air operated trailer brakes. – Назва з екрану. Режим доступу: http://www.paul-forrer.ch/default.asp?V_ITEM_ID=11171 – Дата звернення 18.11.2019р.



ДОДАТКИ