

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Навчально-науковий інститут інноваційних освітніх технологій

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему *Визначення раціонального методу діагностування робочої
гальмівної системи сидельного автопоїзда*

Виконав: здобувач вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОПП «Автомобільний транспорт»

(вид та назва освітньої програми)

групи *АТз-21мп*

Вячеслав ЧУЄШОВ

(ім'я та прізвище здобувача)

Керівник

Олександр ЛИХОДІЙ

(ім'я та прізвище)

Рецензент

Сергій ШАТОВ

(ім'я та прізвище)

Оцінка захисту кваліфікаційної роботи

(сума балів, оцінка ECTS, оцінка за національною шкалою.)

Секретар ЕК

(підпис)

Віталій БОГОМОЛОВ /

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

Дніпро – 2022

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Інститут, факультет ННІОТ
Кафедра експлуатації та ремонту машин
Рівень вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
(шифр та назва)
Освітня програма ОПП «Автомобільний транспорт»
(вид та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
к.т.н., доц. Олександр ЛИХОДІЙ
«__» _____ 2022 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Вячеславу ЧУЄШОВУ
(ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Визначення раціонального методу діагностування робочої гальмівної системи сидельного автопоїзда

керівник роботи к.т.н., доцент, Олександр ЛИХОДІЙ
(ім'я та прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора від «__» _____ 2022 року № _____ -кс

2. Строк подання роботи до захисту «22» грудня 2022 року

3. Вихідні дані до роботи Марка автомобіля – DAF XF-95.430 + Fliegl SDS-350, пробіг з початку експлуатації – 1650230 км. Діагностична лінія на СТО «Гарант». Нормативи для оцінки працездатності гальмівної системи.

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ.
1. Методи та засоби діагностування гальмівних якостей автомобілів.
2. Діагностування робочої гальмівної системи сидельного автопоїзда в умовах СТО. 3. Визначення гальмівних сил сидельного автопоїзда експериментальним шляхом. Висновки. Список використаних джерел.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв

6. Дата видачі завдання « 12 » вересня 2022 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунково-пояснювальна записка:		
1.1	<i>Вступ. Методи та засоби діагностування гальмівних якостей автомобілів</i>	до 29.09	
1.2	<i>Діагностування робочої гальмівної системи сидельного автопоїзда в умовах СТО</i>	до 20.10	
1.3	<i>Визначення гальмівних сил сидельного автопоїзда експериментальним шляхом</i>	до 17.11	
1.4	<i>Висновки. Список використаних джерел</i>	до 30.11	
2	Оформлення кваліфікаційної роботи	до 07.12	
3	Підготовка до попереднього захисту кваліфікаційної роботи	до 14.12	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

/ Вячеслав ЧУЄШОВ /

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

/ Олександр ЛИХОДІЙ /

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «*Визначення раціонального методу діагностування робочої гальмівної системи сідельного автопоїзда*» складається із 63 аркушів формату А4, на яких містяться 3-ри розділи, 9-ть таблиць, 26-ть рисунків, 12-ть джерел інформації.

Об'єкт дослідження. Процес діагностування гальмівного керування сідельних автопоїздів.

Предмет дослідження. Методи, алгоритм та технологічний процес діагностування робочої гальмівної системи автомобіля.

За мету кваліфікаційної роботи прийнято обґрунтування методу діагностування робочої гальмівної системи з EBS сідельного автопоїзда, розробка алгоритму діагностування.

Результати теоретичних та експериментальних досліджень доповнюють освітній курс «Основи технічної діагностики автомобілів» раціональним підходом до визначення методу діагностування робочої гальмівної системи сідельного автопоїзда.

Практична частина виконана на СТО «Гарант», результати якої показали доцільність використання розробленого алгоритму та запропонованого методу діагностування.

Матеріали кваліфікаційної роботи доповідались на Міжнародній науково-практичній та науково-методичній конференції, присвяченій До дня автомобіліста та дорожника «Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців» (Харків, ХНАДУ, 19-21 жовтня 2022 р.).

КЛЮЧОВІ СЛОВА: СІДЕЛЬНИЙ АВТОПОЇЗД, ГАЛЬМІВНА СИСТЕМА, ДІАГНОСТУВАННЯ, АЛГОРИТМ ДІАГНОСТУВАННЯ, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС.

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	5
1. МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ ЯКОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ	8
1.1. Вимоги до гальмівної системи автомобіля	8
1.2. Методи та засоби діагностування гальмівної системи	11
1.3. Огляд існуючих стендів для діагностування гальмівних якостей	13
Висновки до першого розділу	17
2. ДІАГНОСТУВАННЯ РОБОЧОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ СІДЕЛЬНОГО АВТОПОЇЗДА В УМОВАХ СТО	19
2.1. Технічна характеристика сидельного автопоїзда DAF-XF95-430 + Fliegl SDS-350	19
2.2. Будова гальмівної системи сидельного тягача DAF-XF95	24
2.3. Будова гальмівної системи напівпричепу Fliegl	30
2.4. Основні несправності гальмівної системи автопоїзда	34
2.5. Складання алгоритму діагностування	39
2.6. Визначення гальмівних сил на стенді	43
Висновки до другого розділу	45
3. ВИЗНАЧЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИЛ СІДЕЛЬНОГО АВТОПОЇЗДА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ШЛЯХОМ	46
3.1. Калібрування датчиків тиску	46
3.2. Методика проведення експерименту.....	54
3.3. Обробка отриманих результатів експерименту	55
Висновки до третього розділу	57
ВИСНОВКИ.....	59
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	61
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ	63

ВСТУП

Гальмівні якості автомобілів є одними з головних показників придатності їх до експлуатації. Відмінні гальмівні якості автомобілів забезпечують їм своєчасну зупинку без зміни траєкторії, надійне утримання на стоянці, упевненість водія за умов руху по дорогам з інтенсивним транспортним потоком.

За даними статистики більше 40...45 % аварій, що виникають із-за технічних несправностей, були здійснені унаслідок незадовільного стану гальмівної системи [8]. Недостатня дія гальм забезпечується зносом або забрудненням фрикційних накладок.

Попадання змащувального матеріалу на фрикційні накладки відбувається при високому рівні оливи у картері ведучого моста, тугому затягуванні підшипників маточин коліс, зносі або пошкодженні сальників маточин коліс, забрудненні сапуна редуктора ведучого моста. Зниження ефективності гальмування відбувається при розгерметизації гальмівної системи.

Для автопоїздів важливим є забезпечення балансу між гальмівними силами передньої, задньої осей тягача та осей напівпричепа, також важливо встановлення різного часу спрацювання гальм тягача та напівпричепа.

Для заданого автопоїзда використовується електронна система керування гальмами (EBS), яка дублюється резервною пневматичною системою керування гальмівною системою. При виході зі строю електронної системи гальмівні якості автопоїзда зберігаються, але суттєво погіршуються.

На сьогодні єдиним способом, що дозволяє швидко отримувати достовірну інформацію про гальма, рульове керування та підвіску автомобіля, оцінювати їх справність, попередити виникнення відказів є застосування інструментальних засобів діагностики: стендів для перевірки гальм, амортизаторів, кутів встановлення керованих коліс. Їх використовують як поодиночі, так і у складі інструментальних ліній діагностики.

Грамотна організація робіт на автосервісі повинна обов'язково передбачати діагностичні роботи для виявлення причин відхилення від

працездатного стану систем автомобіля від нормативних, та перевірки якості проведених ремонтних робіт. Така система надає впевненості клієнтам та працівникам автосервісу при встановленні об'єму ремонтних робіт. Також для деяких СТО, що мають дозвіл на проведення Держтехогляду, невід'ємним елементом є інструментальна лінія, яка складається зі стану для перевірки гальмівних якостей, стану для діагностування елементів підвіски, стану для попереднього визначення у необхідності регулювання кутів встановлення керованих коліс [8].

При здійсненні вибору типу діагностичного стану для визначення стану гальмівної системи автомобіля треба враховувати наступне: призначення, тобто, якщо стэнд призначається для експрес-діагностики без повторення отримання результатів (для Держтехогляду), то рекомендується використовувати стэнд площадкового типу, для більш ретельного діагностування (прогрівання гальмівних механізмів, регульована швидкість обертання коліс для автомобілів з АБС, отримання декілька результатів при однакових початкових параметрах) використовувати роликові стэнди.

Діагностування гальмівної системи автомобіля здійснюють не тільки періодично (за допомогою стэндів та переносних приладів), а також безперервно (завдяки вбудованим пристроїв). Ця система складається з вбудованих датчиків, щиткових сигналізаторів, та приладів, за допомогою яких водій постійно отримує інформацію о стані гальмівних накладок, тиску у контурах гальмівної системи, о справності противоблокувального пристрою, та ін.

Актуальність теми. Працездатність гальмівного керування КТЗ, особливо автопоїздів, безпосередньо впливає на безпеку їх експлуатації. Наявність значної кількості електронного керування робочими процесами систем сучасних автомобілів зменшує надійність системи в цілому. Тому, актуальною задачею на сьогодні є розробка методів динамічного визначення працездатності окремих елементів системи та алгоритмів для їх реалізації.

Об'єкт дослідження. Процес діагностування гальмівного керування сидельних автопоїздів.

Предмет дослідження. Методи, алгоритм та технологічний процес діагностування робочої гальмівної системи автомобіля.

За мету кваліфікаційної роботи прийнято обґрунтування методу діагностування робочої гальмівної системи з EBS сідельного автопоїзда, розробка алгоритму діагностування.

У відповідності до сформульованої мети визначимо наступні **задачі**:

1. Проаналізувати існуючі методи діагностування гальмівного керування сучасних КТЗ, запропонувати більш раціональний метод діагностування робочих гальмівних систем до функціоналу яких входять системи ABS.

2. Проаналізувати робочі процеси, що відбуваються в гальмівному керуванні КТЗ з EBS з урахуванням ймовірного виникнення несправностей його елементів, запропонувати конструктивну реалізацію запропонованого методу діагностування. Виконати діагностування робочої гальмівної системи автопоїзда за допомогою гальмівного стенда.

3. Підготувати та провести експериментальне дослідження з метою встановлення технічного стану елементів робочої гальмівної системи автопоїзда запропонованим методом, довести його доцільність.

Методи дослідження. Засновані на комбінаторному підході в процесі розробки алгоритмів діагностування з доведенням їх доцільності експериментальним шляхом.

Апробація результатів досліджень. Основні положення кваліфікаційної роботи доповідались на Міжнародній науково-практичній та науково-методичній конференції, присвяченій До дня автомобіліста та дорожника «Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців» (Харків, ХНАДУ, 19-21 жовтня 2022 р.), матеріали доповіді опубліковані у збірнику наукових праць конференції за темою: «Моделювання робочої гальмівної системи EBS для сідельних автопоїздів».

РОЗДІЛ 1

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ ЯКОСТЕЙ АВТОМОБІЛІВ

1.1. Вимоги до гальмівної системи автомобіля

Гальмівні системи автомобіля згідно з ДСТУ 3649-2010 повинні відповідати наступним вимогам, [2].

1. Відсутність наявності деталей гальмівних систем із тріщинами і залишковою деформацією, порушення герметичності гальмівного привода та непередбаченого конструкцією контакту його трубопроводів з елементами автотранспортного засобу (АТЗ).

2. Рівень гальмівної рідини в резервуарі гідравлічного або пневмогідравлічного привода повинен відповідати нормам згідно з технічною документацією на автомобіль (ТДА).

3. Система сигналізації та контролю гальмівних систем повинна функціонувати відповідно до ТДА.

4. Регулятор гальмівних сил або обмежувачі тиску робочого тіла (за наявності) мають бути відрегульовані відповідно до ТДА.

5. Антиблокувальні пристрої гальмівної системи та інші електронні пристрої підвищення стійкості АТЗ (за наявності) та їх сигналізатори мають функціонувати відповідно до вимог ТДА.

6. Робоча гальмівна система:

6.1. Показники ефективності гальмування робочої гальмівної системи, що повинні контролюватися, та їх значення наведені у табл. 1.1, 1.2, 1.3. Вибір показників обумовлюється вибраним методом контролю: за методом стендових випробувань визначаються показники, зазначені у таблиці 1.1, за методом дорожніх випробувань – у табл. 1.2 або 1.3. Допустиме максимальне зусилля на гальмівній педалі для АТЗ категорії М1 не більше 490 Н, для АТЗ інших категорій – не більше 686 Н.

Таблиця 1.1.

Нормативні значення показників ефективності робочої гальмівної системи для
стендових випробувань.

Категорія АТЗ	Загальна питома гальмівна сила (γ_r), не менше ніж	Коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил коліс осі, %, не більше ніж	Тривалість спрацьовування ГС на стенді, сек, не більше ніж ^{7) 8)}
$M_1, M_1G, M_2, M_2G, M_3, M_3G, N_1, N_1G$	$0,50$ ^{1) 2)}	30	$0,8$ ⁶⁾
$N_2, N_2G, N_3, N_3G, O_1, O_2, O_3, O_4$	$0,45$ ^{3) 4) 5)}		

¹⁾ Для АТЗ категорій M_2 і M_3 , не обладнаних антиблокувальною ГС, $\gamma_r > 0,48$.
²⁾ Для АТЗ категорії N_1 , виробництва до 1988 р., $\gamma_r > 0,45$.
³⁾ Для АТЗ категорій N_2 і N_3 , виробництва до 1988 р., $\gamma_r > 0,43$.
⁴⁾ Для АТЗ категорії O , виробництва до 1988 р., $\gamma_r > 0,40$.
⁵⁾ Для АТЗ категорії O з інерційною робочою гальмівною системою $\gamma_r > 0,40$ (при значенні штовхаючого зусилля в зчіпному пристрої, Н, не більше: для причепів з центральною чи спареними осями – $0,1 \cdot m_a \cdot g$, для двоосьових причепів – $0,067 \cdot m_a \cdot g$).
⁶⁾ Для АТЗ з гідравлічним приводом – не більше ніж 0,5 с.
⁷⁾ Крім АТЗ категорії O з інерційною робочою гальмівною системою.
⁸⁾ Для АТЗ, виробництва до 1988 року, допускають збільшення нормативу тривалості спрацьовування на 10 %.

Таблиця 1.2.

Нормативні значення усталеного сповільнення для дорожніх випробувань.

Категорія АТЗ	Усталене сповільнення ($j_{уст}$), $м/с^2$, не менше ніж	Тривалість спрацьовування ГС, сек, не більше ніж ⁶⁾
$M_1, M_1G, M_2, M_2G, M_3, M_3G, N_1, N_1G$	5 ^{1) 2)}	$0,8$ ⁵⁾
N_2, N_2G, N_3, N_3G	$4,5$ ³⁾	
O_1, O_2, O_3, O_4	$4,3$ ⁴⁾	

¹⁾ Для АТЗ категорій M_2 і M_3 , не обладнаних антиблокувальною ГС, $j_{уст} > 4,8 м/с^2$.
²⁾ Для АТЗ категорії N_1 , виробництва до 1988 р., $j_{уст} > 4,5 м/с^2$.
³⁾ Для АТЗ категорій N_2 і N_3 , виробництва до 1988 р., $j_{уст} > 4,3 м/с^2$.
⁴⁾ Для АТЗ категорії O , виробництва до 1988 р., $j_{уст} > 4,0 м/с^2$.
⁵⁾ Для АТЗ та автопоїздів з гідравлічним приводом – не більше ніж 0,5 с.
⁶⁾ Для АТЗ, виробництва до 1988 року, допускають збільшення нормативу тривалості спрацьовування на 10 %.

Нормативні значення гальмівного шляху для дорожніх випробувань.

Тип АТЗ	Категорія	Гальмівний шлях (S_c) для початкової швидкості (V_0) не більше, м ¹⁾	
		40 км/год	іншої
одиначні	M ₁	14,7	$V_0 \times (0,10 + V_0/150)$
	M ₂ , M ₃ , N ₁ , N ₂	18,3	$V_0 \times (0,15 + V_0/130)$
	N ₃	19,5	$V_0 \times (0,18 + V_0/130)$
автопоїзди	M ₁	16,6	$V_0 \times (0,15 + V_0/150)$
	N ₁ , N ₂ , N ₃	19,5	$V_0 \times (0,18 + V_0/130)$

¹⁾ Для АТЗ, виробництва до 1988 року допускають збільшення нормативу гальмівного шляху на 10 %.
Примітка. У разі необхідності, значення гальмівного шляху обчислюється за параметрами гальмівної діаграми

При використанні метода дорожніх випробувань, будь-яка частина АТЗ під час гальмування не повинна виходити за межі коридору руху шириною 3,5 м.

6.2. Значення коефіцієнтів сумісності ланок автопоїзда повинні бути не менше ніж 0,9.

6.3. Асинхронність тривалостей спрацьовування РГС ланок автопоїзда не повинна перевищувати 0,3 сек.

7. Стоянкова гальмівна система:

7.1. Орган керування стоянкової гальмівної системи має фіксуватись у всіх положеннях, передбачених конструкцією АТЗ.

7.2 Показником ефективності гальмування стоянкової гальмівної системи є або загальна питома гальмівна сила (якщо в якості метода контролю використовується метод стендових випробувань), або можливість утримання АТЗ у нерухомому стані протягом не менше ніж 5 хвилин на ділянці дороги з нормованим поздовжнім ухилом (для метода дорожніх випробувань).

8. Зносостійка гальмівна система:

8.1 Показником ефективності гальмування зносостійкої гальмівної системи є усталене сповільнення АТЗ, значення якого повинне бути не менше ніж: $0,5 \text{ м/с}^2$ ($0,6 \text{ м/с}^2$ – при випробуванні міжміських автобусів та туристичних автобусів дальнього сполучення) – для АТЗ у стані максимальної маси; $0,8 \text{ м/с}^2$ – для АТЗ у стані порожньої маси.

1.2. Методи та засоби діагностування гальмівної системи

Процес діагностування гальм організовується на основі переліку їх характерних несправностей і умов експлуатації. Відповідно підбираються діагностичні параметри, визначаються нормативні показники, засоби, технологія і організація процесів діагностування.

Діагностичні параметри отримують, аналізуючи структурно-слідчі схеми, побудовані на основі виявленого переліку несправностей гальмівної системи.

Діагностичні параметри гальмівної системи підрозділяються на дві групи, що забезпечують відповідно загальне і поелементне діагностування. До першої групи відносяться гальмівний шлях, сповільнення автомобіля, гальмівні сили і їх різниця на кожній осі. До другої – сила натиснення на педаль, швидкість наростання і спаду сил, час спрацьовування привода гальмівних механізмів, ходу штоків гальмівних камер, величина вільного ходу педалі, продуктивність компресора і ін.

Діагностичні нормативні показники незалежно від умов експлуатації повинні забезпечувати безвідмовність роботи гальм, задані гальмівний шлях або сповільнення автомобіля.

Методи і засоби діагностування гальмівних систем (рис. 1.1) розробляються стосовно діагностичних параметрів і вимогам технологічних процесів технічного обслуговування і ремонту автомобілів [5]. Відповідно цьому існують засоби для загального діагностування гальм в дорожніх умовах, для загального стаціонарного діагностування перед обслуговуванням або ремонтом,

для поелементного діагностування в процесі технічного обслуговування і ремонту або ж після їх виконання.

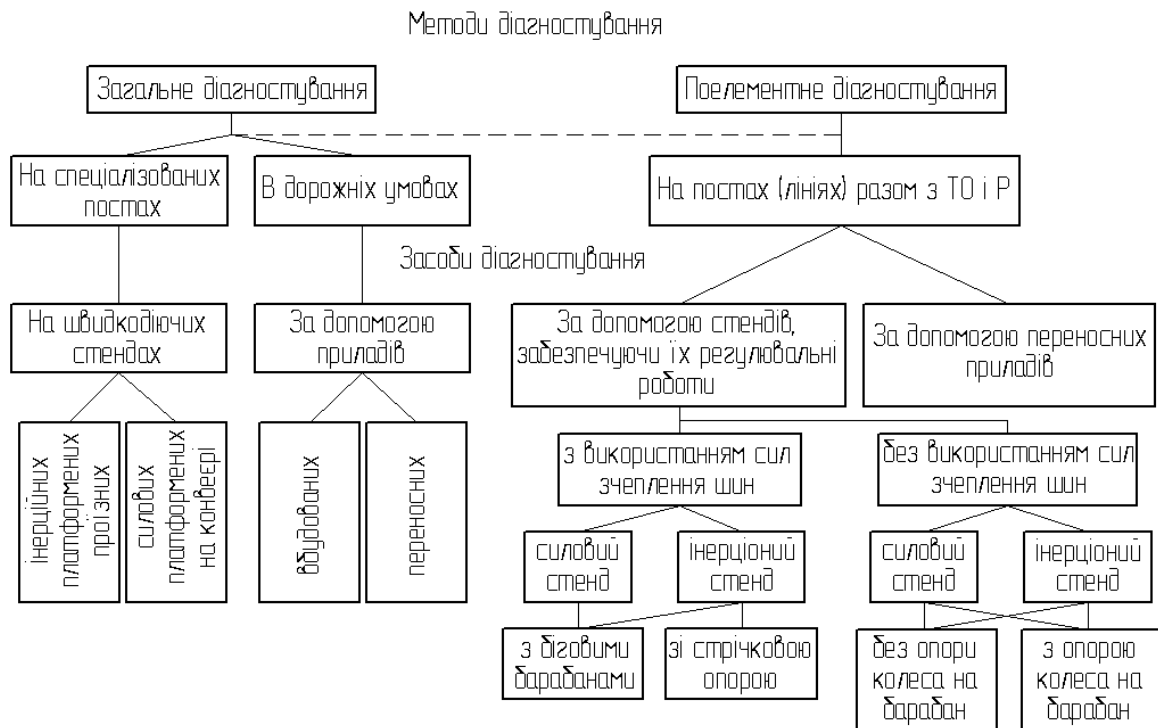


Рис. 1.1. Технологічна класифікація методів та засобів діагностування гальмівної системи автомобіля.

Розглянемо найбільш важливі типи методів і засобів загального і поелементного діагностування гальм автомобілів. Загальне діагностування автомобіля в дорожніх умовах здійснюють наступними методами; візуально по гальмівному шляху і синхронності початку спрацювання гальмівних механізмів всіх коліс; за допомогою переносних приладів; по максимальному сповільненню автомобіля; за допомогою вбудованих приладів; по автоматичній сигналізації про досягнення діагностичним параметром граничної величини.

Діагностування по гальмівному шляху полягає в спостереженні за автомобілем при різкому одноразовому натисненні на педаль (зчеплення вимкнене) і вимірюванні гальмівного шляху. Одночасно спостерігають за синхронністю гальмування слідами шин, залишеним на дорозі.

Діагностування гальм по сповільненню автомобілів з допомогою переносних приладів – акселерометрів здійснюється також на рівній горизонтальній ділянці дороги. Автомобіль розганяють до швидкості 40 км/год і різко гальмують одноразовим натисненням на педаль при вимкненому зчепленні. При цьому вимірюють максимальне стале сповільнення (воно не залежить від швидкості автомобіля) [5].

Для діагностування гальм автомобілів за допомогою конструктивно вбудованих пристроїв, застосовують системи що забезпечують інформацію про зношеність гальмівних накладок, рівень гальмівної рідини, про тиск в пневмо- або гідроприводі, роботі ручного гальма, несправності протиблокувального пристрою і ін. Система складається з вбудованих датчиків і покажчиків щитків або аварійних сигналізаторів. Вбудоване діагностування забезпечує можливість безперервного стеження за станом гальм. Обмеженість застосування вбудованого діагностування обумовлене значною його вартістю.

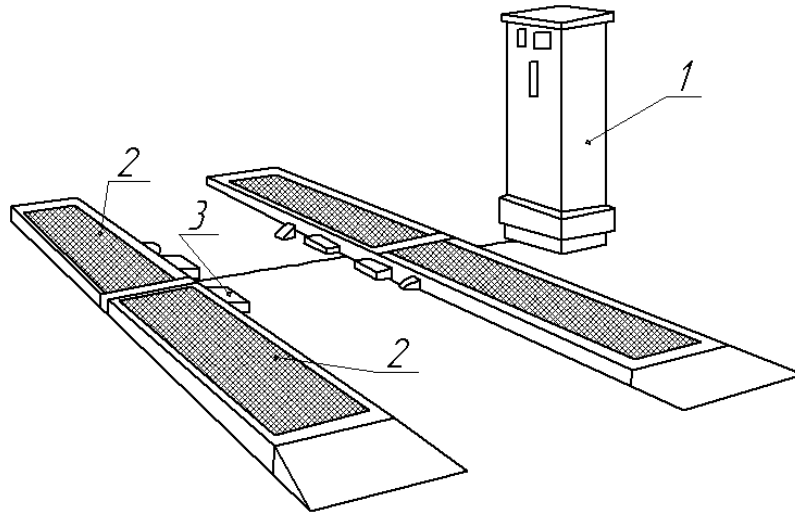
1.3. Огляд існуючих стендів для діагностування гальмівних якостей

Загальне стаціонарне експрес-діагностування виконують на спеціалізованих постах і лініях, застосовуючи швидкодіючі платформені стенди інерційного або силового типу. Для загального діагностування з регульовальними роботами застосовують також і гальмівні стенди роликового (барабанного) типу.

Принцип дії інерційного платформеного стенду заснований на вимірюванні сил інерції, що виникають при його гальмуванні, що діють у місцях контакту коліс з динамометричними платформами [5].

Платформений інерційний стенд (рис. 1.2) складається з чотирьох рухомих платформ з рифленою поверхнею, на які автомобіль наїжджає колесами із швидкістю 6...12 км/год і зупиняється при екстремому гальмуванні. Сили інерції автомобіля, які виникають при цьому відповідають гальмівним силам. Вони впливають на платформи стенду сприймаються рідинними, механічними або

електронними датчиками і фіксуються вимірювальними приладами, розташованими на пульті.



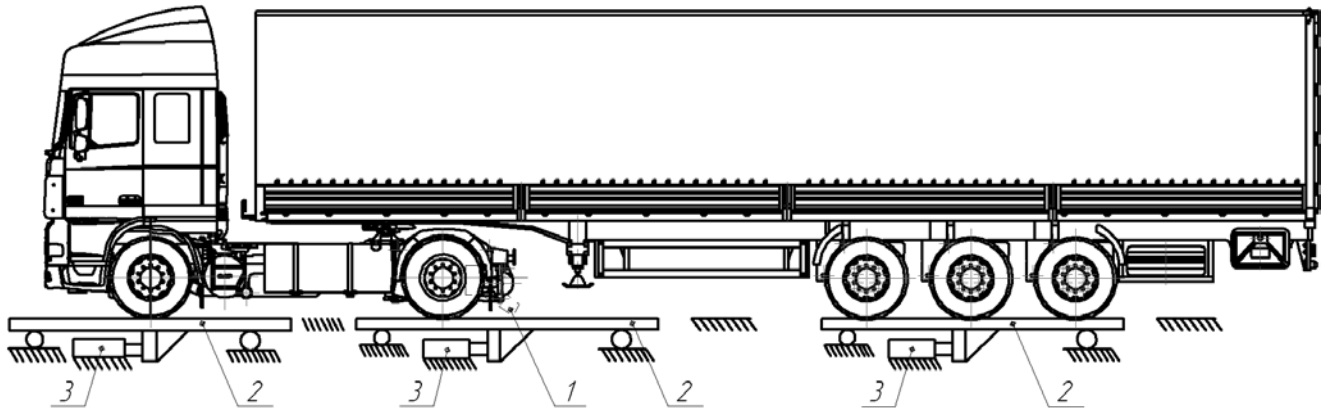
1 – вимірювальний пульт; 2 – платформи; 3 – датчики переміщення платформ

Рис. 1.2. Платформений інерційний гальмівний стенд

До недоліків стендів платформеного інерційного типу відносяться: велика виробнича площа, необхідна для діагностування (з урахування необхідності попереднього розгону автомобіля); нестабільність коефіцієнта зчеплення шин, що залежить від їх забрудненості, вологості і температури; можливість заїзду автомобіля на стенд з перекосом.

Платформений гальмівний стенд силового типу (рис. 1.3) за принципом дії відрізняється від інерційного тим, що гальмівні сили що виникають при гальмуванні в місцях контакту шин з динамометричними платформами, створюються не унаслідок інерції автомобіля, а в результаті його примусового переміщення через платформи за допомогою тягового конвеєра [5].

Для поелементного діагностування на постах і лініях технічного обслуговування і ремонту автомобілів застосовують інерційні стенди з біговими барабанами і силові стенди з роликами. Вони підрозділяються на два класи: з використанням для прокручування загальмованих коліс сил зчеплення і без використання цих сил.



1 – кулак штовхаючого конвеєра; 2 – динамометричні платформи; 3 – датчики гальмівних сил

Рис. 1.3. Платформений стенд силового типу

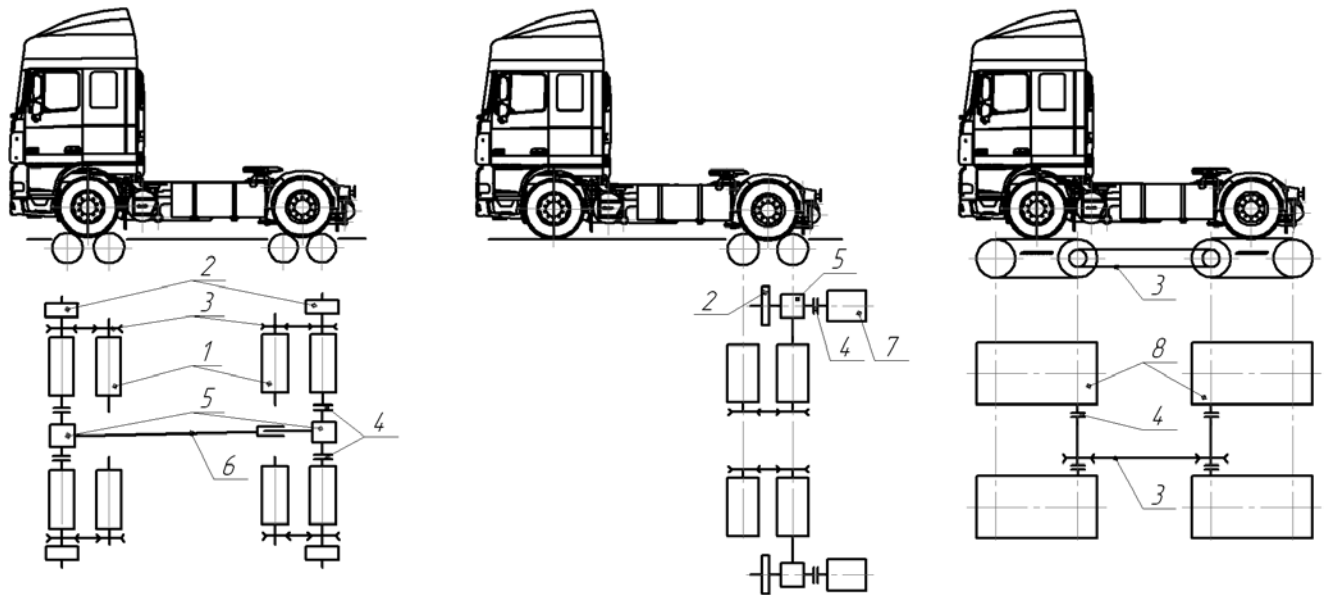
У першому випадку загальмоване колесо повертають за допомогою сил зчеплення, що виникають в місцях контакту колеса з барабаном (роликом), до якого прикладений інерційний крутний момент.

У другому випадку загальмоване колесо обертають, прикладаючи інерційний крутний момент, або момент електродвигуна безпосередньо до колісного рушія автомобіля.

Інерційні стенди з біговими барабанами або стрічковим опорно-приводним пристроєм з використанням сил зчеплення (рис. 1.4) можуть бути з приводом від коліс працюючого автомобіля або з приводом від електродвигунів. Стенд з приводом від коліс автомобіля складається з двох опорно-приводних агрегатів, кінематично зв'язаних між собою і що забезпечують одночасну перевірку гальм колісних рушіїв усіх мостів автомобіля.

Кожен опорно-приводний агрегат барабанного стенду складається з рами і двох пар бігових барабанів, на які спираються колеса автомобіля.

Бігові барабани функціонально пов'язані з маховими масами. В опорно-приводному пристрої стрічкового стенду на барабани надіті стрічки з резино-тканинного матеріалу, що слугують опорою для коліс автомобіля.



1 – ролик; 2 – маховик; 3 – ланцюгова передача; 4 – з'єднувальні електромагнітні муфти; 5 – редуктор; 6 – передаточний вал; 7 – електродвигун; 8 – стрічки

Рис. 1.4. Роликові та стрічкові інерційні гальмівні стенди

Стенд з електроприводом складається з одного агрегату і як правило призначений для почергової перевірки гальм колісних рушіїв кожного моста. Для діагностування гальм автомобілів з двома ведучими мостами опорно-приводний агрегат забезпечують додатковими опорними барабанами або рольгангами [5].

Принцип роботи всіх інерційних стендів з використанням сил зчеплення однаковий. Якщо стенд має електропривод, то колеса автомобіля приводяться в обертання від роликів стенду, а якщо немає, то від автомобільного двигуна. В останньому випадку ведучі колеса автомобіля приводять в обертання ролики стенду.

Після установки автомобіля на інерційний стенд доводять окружну швидкість колісних рушіїв до еквівалентної швидкості 50...70 км/год і різко гальмують, одночасно роз'єднуючи всі каретки стенду шляхом виключення електромагнітних муфт (задана сила натиснення на гальмівну педаль забезпечується автоматом або динамометром з покажчиком, встановленим на гальмівну педаль). При цьому в місцях контакту колісних рушіїв з роликами

(стрічками) стенду виникають сили інерції протидіючі гальмівним силам. Через деякий час обертання барабанів стенду і колісних рушіїв автомобіля припиняється. Шлях, пройдений кожним колісним рушієм автомобіля за цей час, або кутове уповільнення барабана будуть еквівалентні їх гальмівним шляхам і гальмівним силам.

Гальмівний шлях визначають за частотою обертання роликів стенду що фіксується лічильником, або за тривалістю їх обертання за результатами секундоміра, уповільнення – за результатами акселерометра. На інерційному стенді можливе і пряме вимірювання гальмівного моменту за величиною реактивного крутного моменту, що виникає на валу стенду між маховиком і барабаном. Для достовірності отриманих результатів необхідно, щоб умови гальмування коліс автомобіля на стенді відповідали реальним умовам гальмування автомобіля на дорозі. Це означає, що кінетична енергія яка поглинається гальмами автомобіля при їх діагностуванні на стенді повинна бути такою ж, як і на дорозі.

На стенді, що складається з одного опорно-приводного пристрою (під один міст автомобіля), ця енергія є наслідком уповільнення мас колісних рушіїв одного моста автомобіля, барабанів і механізмів стенду, а на дорозі – наслідком уповільнення коліс обох мостів автомобіля і його поступально рухомих мас.

Висновки до першого розділу

Результати вивчення стану питання щодо методів та засобів діагностування гальмівного керування сідельних автопоїздів дозволив сформулювати наступні висновки:

1. Як показує аналіз літературних джерел, кожен метод діагностування гальмівного керування автомобілів розрізняється початковою швидкістю гальмування та організацією контакту шини з опорною поверхнею. Найбільш ефективним методом залишається метод дорожніх випробувань.

2. Визначити значення гальмівного шляху для автомобілів, до складу гальмівного керування яких додається система ABS, через вимірювання сліду, що залишають заблоковані колеса не є можливим. Використовувати для цього GPS-навігатор дасть нам похибку в середньому 3,2...100 м.

3. Заплануємо та проведемо діагностування робочої гальмівної системи сидельного автопоїзда DAF-XF95+Fliegl SDS 350 із використанням гальмівного барабанного стенда в умовах СТО та за пропонованою методикою.

РОЗДІЛ 2

ДІАГНОСТУВАННЯ РОБОЧОЇ ГАЛЬМІВНОЇ СИСТЕМИ СІДЕЛЬНОГО АВТОПОЇЗДА В УМОВАХ СТО

2.1. Технічна характеристика сідельного автопоїзда DAF-XF95-430 + Fliegl SDS-350

Сідельний тягач DAF-XF95-430 [1] використовується для буксування напівпричепів різного призначення, із навантаженням на сідельно-зчпний пристрій не більше 130375 Н , по дорогам I, II категорій з метою доставки вантажів на далеку та дуже далеку відстань. Загальний вид сідельного тягача з геометричними параметрами представлено на рис. 2.1.

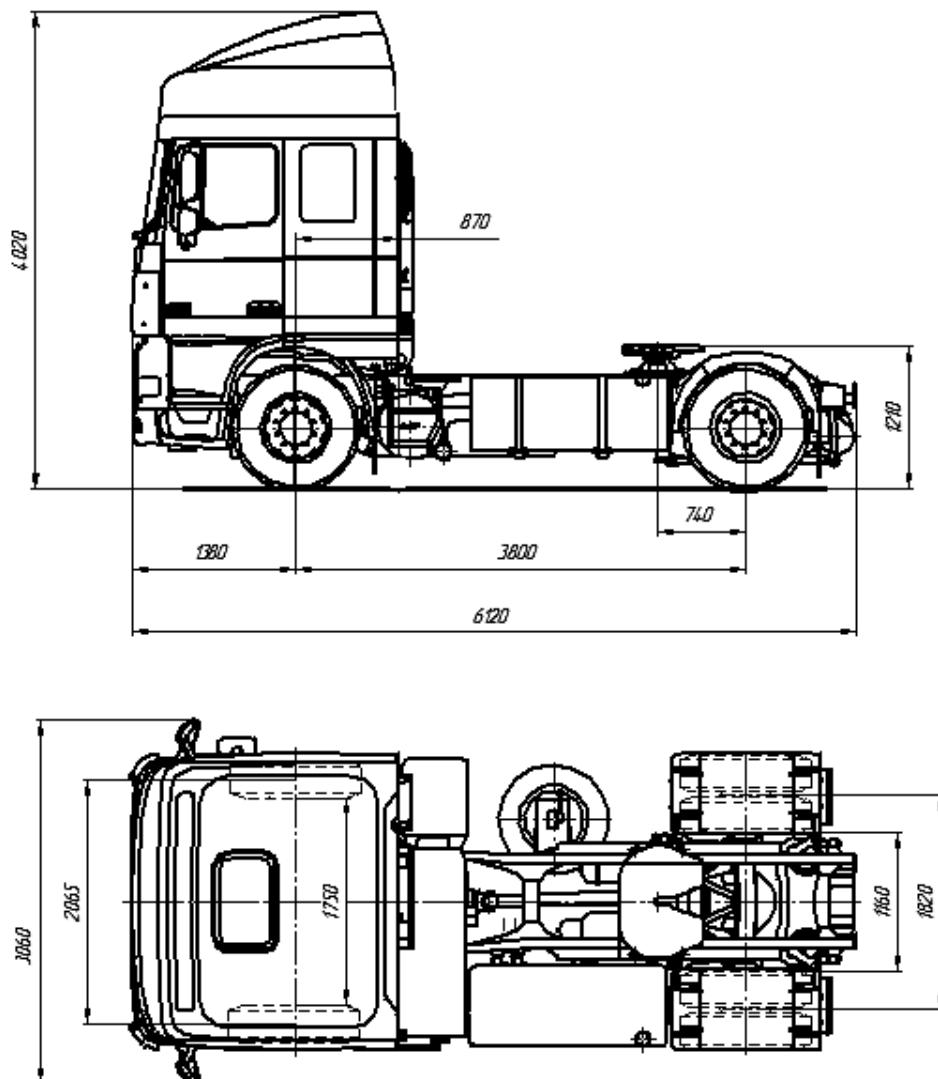


Рис. 2.1. Загальний вид сідельного тягача DAF-XF95

Опишемо особливості конструкції елементів силової передачі зазначеного сідельного тягача. Двигун DAF-XE315C – дизельний, чотиритактний, шестициліндровий, рядний, порядок роботи циліндрів: 1-6-2-5-4-3, з рідинним охолодженням. Зчеплення – сухе, однодискове з гідравлічним приводом та підсилювачем, розрахунковий коефіцієнт запасу зчеплення 2,12. Коробка передач 12-ти ступінчаста - механічна, тривальна, з синхронізаторами інерційного типу на всіх передачах, крім заднього ходу. Коробка передач складається з основної трьохступінчастої КЗП та двох додаткових КЗП – двоступеневого дільника і двохдіпазоного демультіплікатора. Перемикання передач в основній коробці проводиться за допомогою механічного приводу, дільник та демультіплікатор управляється за допомогою дистанційного електропневмопривода. Карданна передача відкритого типу двохшарнирна з ШНКШ з компенсаційним пристроєм у вигляді шліцьового з'єднання. Головна передача одноступінчаста, подвійна, центральна.

Підвіска передніх коліс – залежна на малолистових ресорах щілинного типу (два листа) з двохтрубними масляними амортизаторами, задня підвіска – залежна пневматична з двохтрубними масляними амортизаторами та системою автоматичного керування рівнем кузова ECAS.

Рульове керування складається із рульового механізму, об'єднаного з слідкуючим та виконуючим механізмами підсилювачем (інтегральний тип), рульове керування складається із подовжньої тяги, важеля поворотної цапфи та нерозрізної трапеції.

Сідельний тягач має дві незалежні гальмівні системи: робочу і стоянкову. Робоча гальмівна система пневматична, двоконтурна (розділена на передній і задній контури). При відмові одного з контурів гальмівної системи другий контур забезпечує гальмування автомобіля, хоча і з меншою ефективністю. Усі елементи гальмівної системи керуються електронною системою (EBS) або резервною (пневматичною) системою керування Гальмівна система обладнана ABS. Гальмівні механізми передніх та задніх коліс дискові, зі стандартним розташуванням гальмівних камер.

Коротка технічна характеристика сідельного тягача DAF XF-95 представлена у табл. 2.1.

Таблиця 2.1.

Коротка технічна характеристика сідельного тягача DAF XF-95.430 [1].

№ з/п	Параметр		Позначення	Значення параметру
1	власна маса СТ, кг	всього тягача	m_{0T}	6410
		на передню вісь	m_{01T}	4525
		на задню вісь	m_{02T}	1885
2	максимально допустима повна маса СТ, кг	всього тягача	m_{aT}	19700
		на передню вісь	m_{a1T}	7100
		на задню вісь	m_{a2T}	12600
3	Максимально допустима повна маса напівпричепа, що діє на СЗП, кг		$m_{СЗП}^T$	13290
4	Максимальна швидкість СТ, км /год		V_{max}	85
5	Максимальна потужність двигуна, кВт		N_{max}	315
6	Максимальний крутний момент, Нм		M_{max}	1950
7	Частота обертання колінчастого вала двигуна, xv^{-1}			
	при N_{max}		n_N	2300
	при M_{max}		n_M	1500
8	Марка шин	передня вісь задня вісь		385/65R22,5 315/70R22,5
9	Тиск в шинах, МПа			
	передніх коліс		$P_{ш1}$	0,80
	задніх коліс		$P_{ш2}$	0,67
10	Кількість коліс тягача		--	6
11	Втрати холостого ходу у трансмісії		$P_{тр}^0$	98,1+23,544V

№ з/п	Параметр	Позначення	Значення параметру
12	Геометричні параметри СТ, м:		
	габаритна довжина	Д	6,120
	габаритна ширина	Ш	3,060
	габаритна висота	В	4,020
	база подовжня	Б	3,800
	колія передніх коліс	К'	2,065
	переднє звисання	С	1,380
	зміщення СЗП		0,740
	висота сидла тягача	Г В _п	1,210

Напівпричіп Fliegl SDS-350 (рис. 2.2) – бортовий тентований (внутрішні розміри: Д×Ш×В – 13,65×2,48×2,74, об'єм кузова – 93 м³), має три осі типу BPW, підвіска пневматична з можливістю підйому передньої осі. Рама – зварна конструкція із мескозернистої сталі, сидельна плита із 2-х дюймовим шворнем, який у процесі експлуатації може замінюватись. Пол – 30 мм виготовлений із рифлених плит під високим тиском, призначений для роботи навантажувача. Опорні лапи – на 24 тони двохшвидкісні. Надбудова – передня стінка 25 мм алюмінієвий профіль заввишки 1 800 мм, бічні і задня стінки 25 мм алюмінієвий профіль що заввишки 600 мм відкидаються і знімаються. Передні кутові стійки в об'ємному виконанні гарячеоцинковані, кутові задні стійки гарячеоцинковані, три пари середніх стійок, міцно закріпленій тентований дах. Гальмівна система – 2-х контурна відповідно до євро-норм, EBS, 2 різних штекери, пружинно-накопичувальне стоянкове гальмо, без сполучних кабелів. Протипідкатний захист, башмаки протівідкатні з кріпленням, пластикові крила, пластиковий інструментальний ящик, кріплення для запасного колеса

Коротка технічна характеристика напівпричепи Fliegl SDS-350 представлена у табл. 2.2.

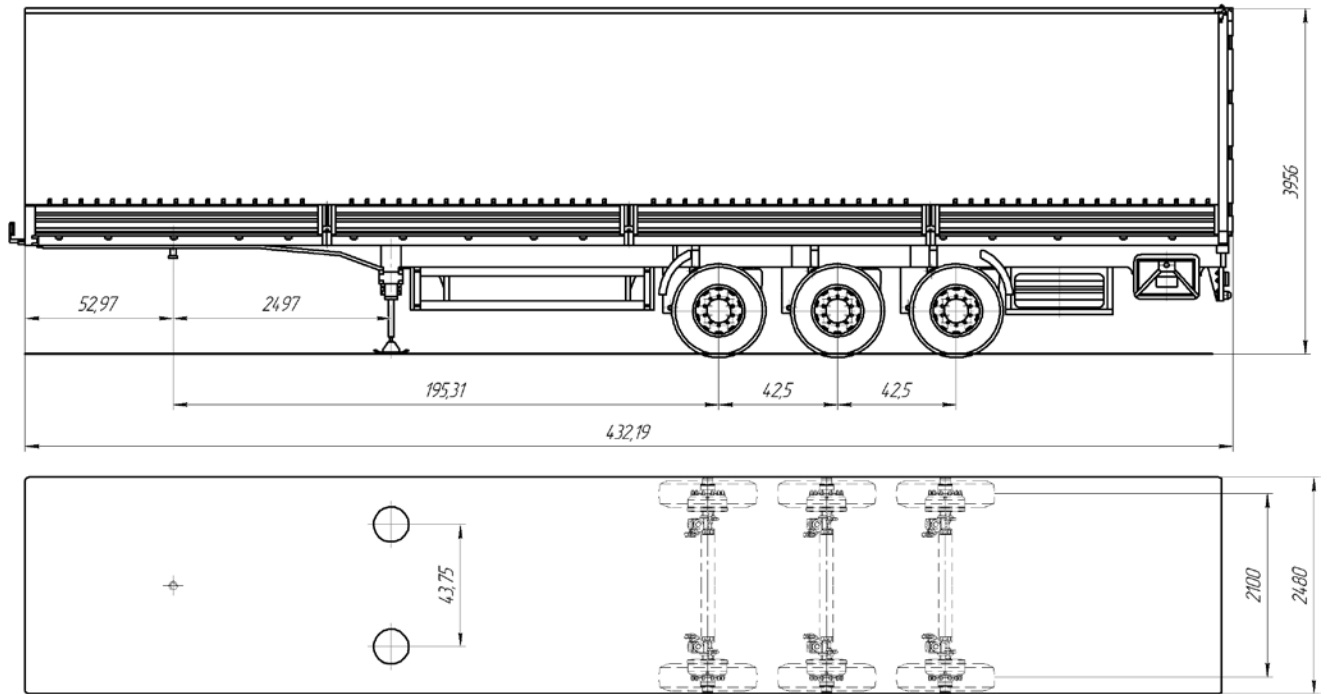


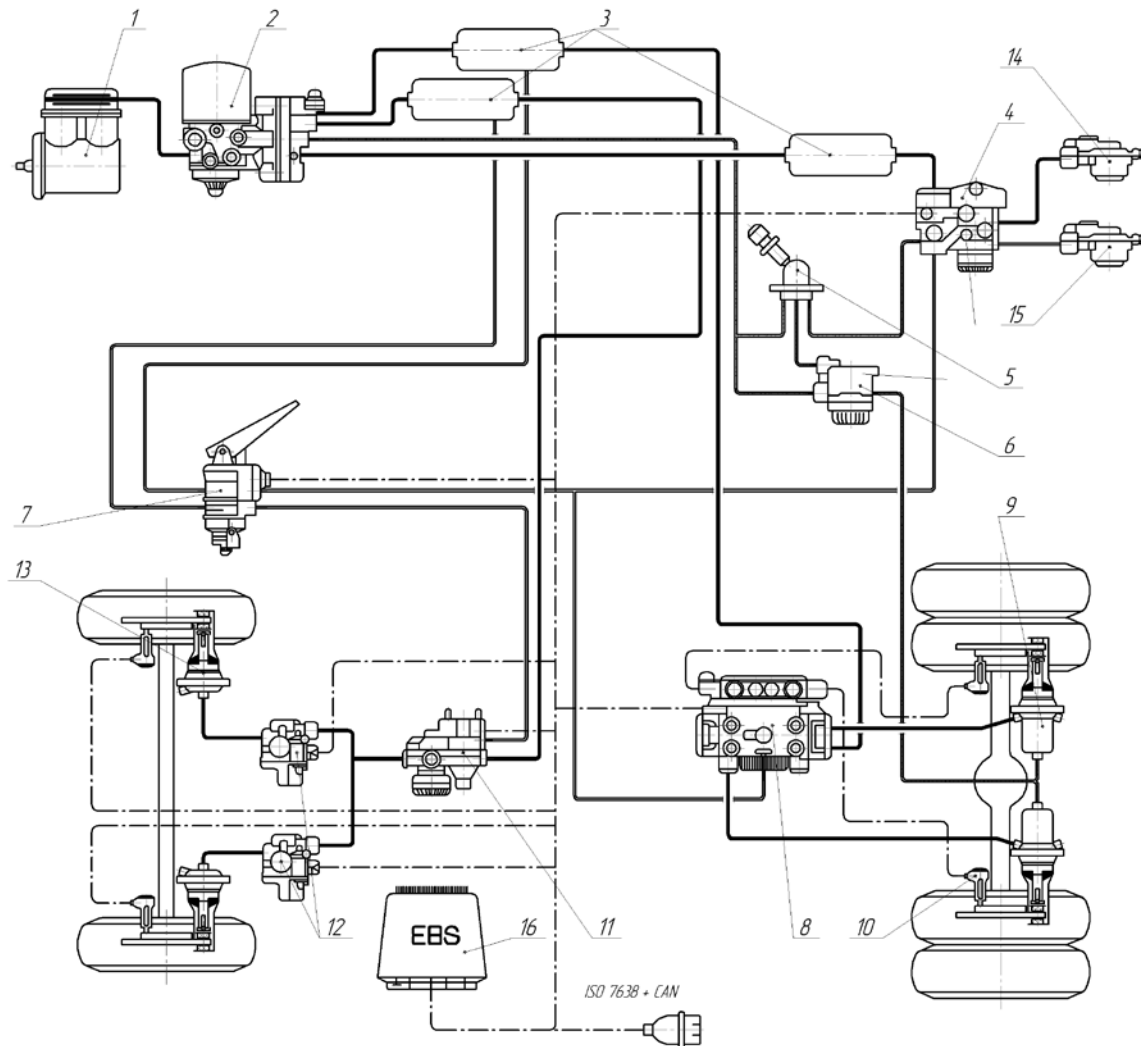
Рис. 2.2. Загальний вид напівпричепа Fliegl SDS-350.

Таблиця 2.2.

Технічна характеристика напівпричепа Fliegl SDS-350.

<i>№ з/п</i>	<i>Параметр</i>	<i>Значення параметра</i>
1	<i>Вантажопідйомність, кг</i>	<i>28800</i>
2	<i>Власна маса ТЗ, кг</i>	<i>6200</i>
	<i>- на шворінь, кг</i>	<i>1980</i>
	<i>- на задній візок, кг</i>	<i>4220</i>
3	<i>Повна маса ТЗ (з Fliegl), кг</i>	<i>35000</i>
	<i>- на шворінь, кг</i>	<i>11000</i>
	<i>- на задній візок, кг</i>	<i>24000</i>
4	<i>Марка шин</i>	<i>385/65R22,5</i>
5	<i>Гальмівна система: 2-хконтурна робоча гальмівна система з пневмоприводом; керування EBS; 2-хконтурна резервна гальмівна система.</i>	

2.2. Будова гальмівної системи сідельного тягача DAF-XF95



1 – компресор; 2 – вологовідділювач з регулятором тиску та запобіжним чотириконтурним клапаном; 3 – ресивер; 4 – кран керування гальмами напівпричепа; 5 – кран стоянкової гальмівної системи; 6 – реле-прискорювач; 7 – гальмівний кран; 8 – модулятор заднього моста; 9 – гальмівна камера з енергоакумулятором; 10 – датчик ABS; 11 – пропорційний прискорюючий клапан; 12 – магнітний клапан ABS; 13 – гальмівна камера; 14 – з'єднувальна голівка контуру живлення; 15 – з'єднувальна голівка контуру керування гальмівним краном напівпричепом; 16 – блок керування EBS.

Рис. 2.3. Гальмівна система сідельного тягача

Автомобіль має дві незалежні гальмівні системи: робочу і стоянкову. Робоча гальмівна система пневматична, двоконтурна (розділена на передній і задній контури). При відмові одного з контурів гальмівної системи другий контур забезпечує гальмування автомобіля, хоча і з меншою ефективністю. Усі елементи гальмівної системи керуються електронною системою або резервною (пневматичною) системою керування [1].

Гальмівні механізми передніх та задніх коліс дискові, зі стандартним розташуванням гальмівних камер (під прямим кутом до гальмівного диску). Диски – вентилявані, встановлені на маточинах і кріпляться до них болтами через пластини. Супорт кріпиться чотирма болтами до поворотної цапфи. При гальмуванні гальмівна камера штоком діє на два штовхача, які безпосередньо наближають колодку до гальмівного диску, після обмеження руху колодки вздовж направляючих супорта починає переміщуватись плаваюча скоба, у якій знаходиться механізм автоматичного регулювання зазору між гальмівним диском і накладкою колодки.

Чотириконтурний захисний клапан призначений для підтримки тиску у справних гальмівних контурах при виході з ладу одного або декількох контурів у чотириконтурних гальмівних пневматичних системах [1].

Залежно від типу виконання 4 контури включаються паралельно і здійснюється рівнозначне наповнення всіх 4 контурів або контури 3 і 4 підключаються додатково до контурів 1 і 2.

Стисле повітря, що проходить від регулятора тиску через впускний отвір 1 у запобіжному клапані, через обвідні отвори (а, b і с) потрапляє через зворотні клапани (h, j, q і r) у 4 контури пневматичної гальмівної системи. Одночасно під клапанами (g, k, p і s) створюється тиск, який досявши встановленої величини відкриття відкриває їх. Мембрани деформуються. Стисле повітря через впускні отвори 21 і 22 проходить до ресиверів контурів 1 і 2 робочої гальмівної системи, а також через впускні отвори 23 і 24 до контурів 3 і 4. Від контуру 3 здійснюється постачання стислого повітря допоміжною і стоянковою гальмівних систем сідельного тягача, а також причепа, а від контуру 4 – контур гальмівної системи напівпричепа. Якщо один контур виходить з ладу, то повітря з інших трьох контурів направляється до несправного контуру до моменту закриття клапанів.

Гальмівний кран призначено для регулювання подачі та видалення повітря з двох контурів робочої гальмівної системи [1].

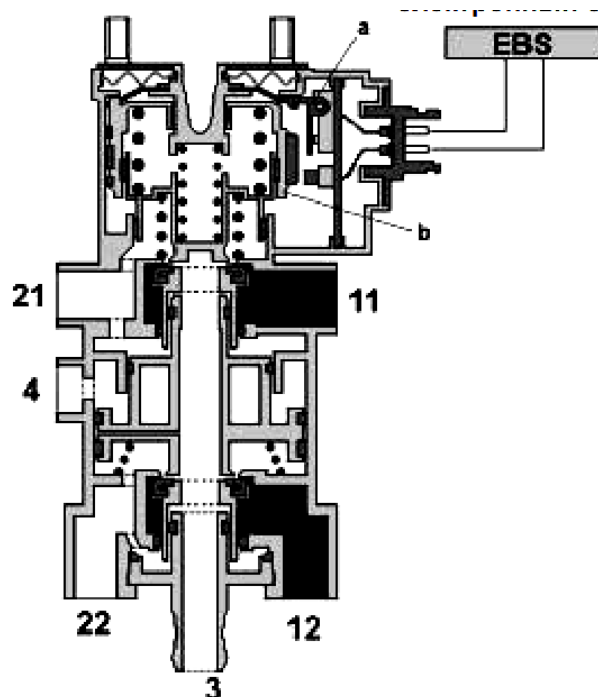


Рис. 2.5. Гальмівний кран

Гальмівний кран EBS застосовується при формуванні електричного і пневматичного сигналів для подачі і зменшенню тиску в електронно-пневматичній гальмівній системі. Прилад має два пневматичних і два електричних контури. Початок дії на кран розпізнається подвійним вимикачем (а). Переміщення штоку (b) реєструється і видається у вигляді електричного сигналу імпульсної модуляції. Після цього здійснюється подача гальмівного тиску резервної системи у 1-й контур (вивід 21) і 2-й контур (вивід 22). При цьому тиск у 2-му контурі з'являється пізніше. Є можливість через додатковий керуючий вивід 4 змінювати пневматичну характеристику 2-го контуру. При виході з ладу одного з контурів (пневматичного або електричного) той, що залишився, є працездатним.

Пропорційний прискорюючий клапан застосовується в електронно-пневматичній гальмівній системі для керування тиском передньої осі [1].

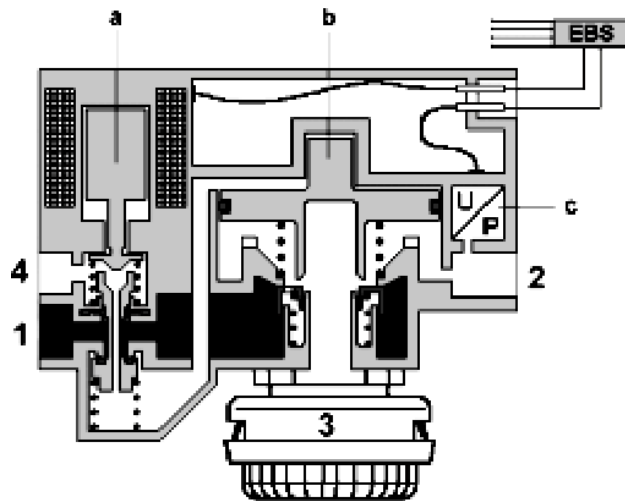


Рис. 2.6. Пропорційний прискорюючий клапан

Він складається з пропорційного магнітного клапана (а), прискорювального клапана (b) і датчика тиску (с). Електричне керування і контроль здійснюється центральним електронним блоком EBS. Поданий від електронного блоку струм керування за допомогою пропорційного магнітного клапана перетвориться у прискорений тиск, що керує клапани. Тиск на виході 2 пропорційного клапана відповідає керуючому тиску. Пневматичне керування

прискорювальним клапаном (вивід 4) відбувається за допомогою тиску резервного контуру, який подається від виводу 22 гальмівного крана EBS.

Пропорційний клапан за допомогою тиску, який подає у пневматичну камеру, керує важелем паливного насоса. Відрегульований на виході тиск знаходиться у прямій залежності від магнітного потоку, що контролюється електронним блоком за допомогою сигналу з імпульсною широкою модуляцією (PWM). Невеликий гістерезис забезпечує широкий діапазон тиску у пневматичних камерах, який допускає як дуже швидкі, так і квазістаціонарні переміщення рейки паливного насоса [1].

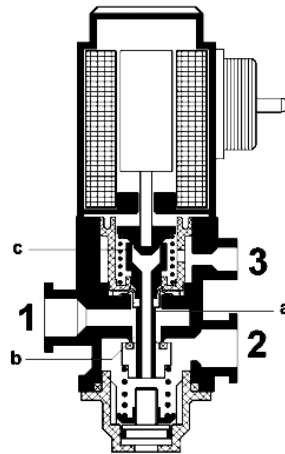


Рис. 2.7. Пропорційний магнітний клапан ABS

В основному положенні (магніт клапана не збуджений) сердечник магніту спирається на штовхач (а), утримуючи закритим впускний отвір (b). При подачі струму на магніти сердечник тисне вниз на штовхач (а), відкриваючи впускний отвір (b). Стисле повітря проходить тепер через вивід 2 до пневматичної камери. У відповідності з імпульсом, що видається електронним блоком, тиск у пневматичній камері або підтримується (сердечник притягується і закриває впускний отвір), або знову знижується (сердечник притягується далі відкриваючи випускний отвір (c) і стиснене повітря виходить через вивід 3).

Осьовий модулятор керує тиском пневматичних камер по бортах на одній або двох осях. Це відбувається через два незалежних пневматичних канали

управління (канал А і В), кожен з клапаном подачі і скидання тиску, з датчиком тиску і загальним електронним блоком керування. Забезпечення необхідного тиску і контроль проводиться центральним блоком керування. Додатково від двох датчиків реєструються швидкості обертання коліс. При блокуванні або прослизанні поданий тиск відповідним образом змінюється. Є можливість підключення двох датчиків зносу.

Осьовий модулятор має додатковий вхід для резервного гальмівного контуру. Через двомагістральний клапан (поодинці на борт) здійснюється подача переважаючого за величиною тиск у пневматичні камери задньої осі при роботі резервного гальмівного контуру [1].

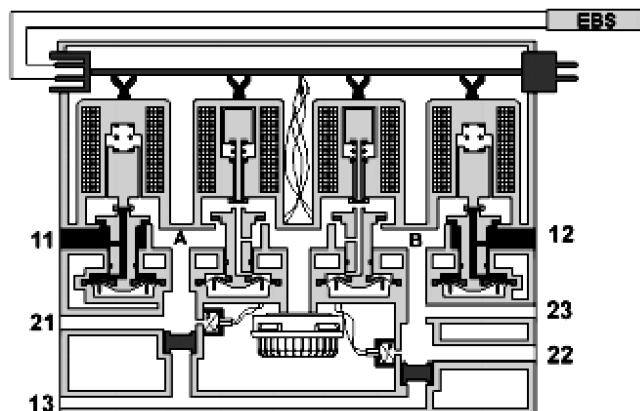


Рис. 2.8. Осьовий модулятор

Кран керування гальмами напівпричепа застосовується в електронно-пневматичних гальмівних системах для управління подачею тиску на з'єднувальні головки напівпричепа.

Кран управління гальмами причепа складається із пропорційного магнітного клапана (а), прискорювального клапана (с), клапана безпеки при обриві магістралі (d) і датчика тиску (с). Електричне керування і контроль здійснюється центральним блоком EBS. Поданий від електронного блоку струм керування перетвориться за допомогою пропорційного магнітного клапана у тиск керування прискорювальним клапаном. Вихідний тиск крана керування гальмами причепа пропорційно цьому тиску.

Пневматичне керування прискорювального клапана здійснюється завдяки тиску резервного гальмівного контуру від гальмівного крана EBS (вивід 42) і вихідного тиску ручного гальмівного крана через вивід 43 [1].

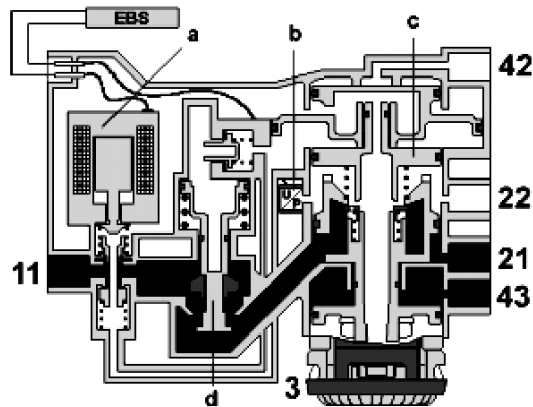
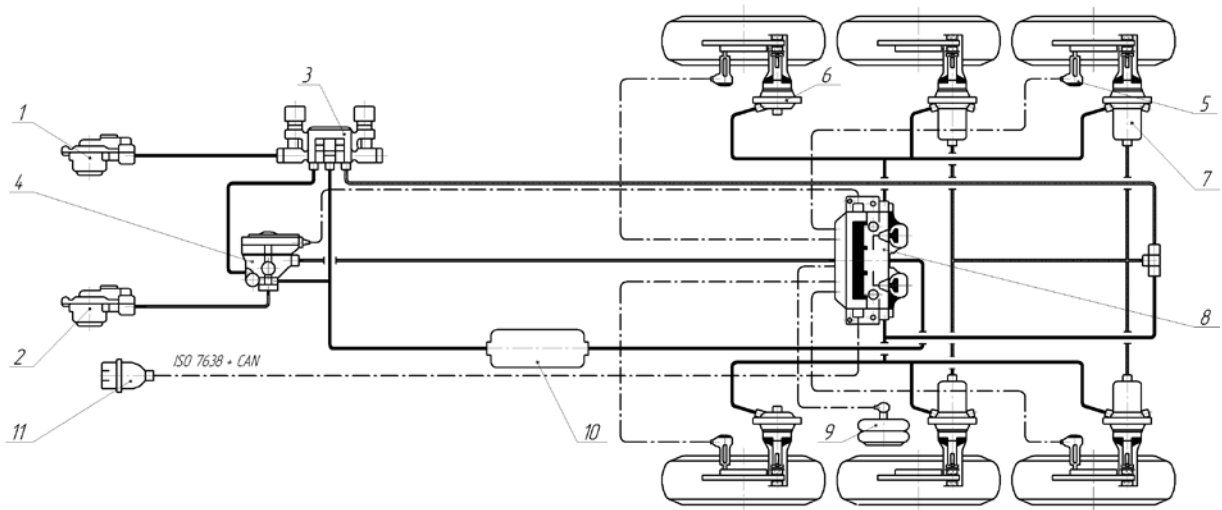


Рис. 2.9. Кран керування гальмами напівпричепу

2.3. Будова гальмівної системи напівпричепу **Fliegl**



1 – з'єднувальна головка контуру живлення; 2 – з'єднувальна головка контуру керування гальмівним краном напівпричепи; 3 – клапан розгальмовування напівпричепи; 4 – гальмівний кран напівпричепи; 5 – датчик ABS; 6 – гальмівна камера; 7 – енергоакумулятор; 8 – модулятор EBS напівпричепи; 9 – датчик завантаження; 10 – ресивер; 11 – роз'єм для приєднання до EBS тягача

Рис. 2.10. Гальмівна система напівпричепу

Напівпричеп має дві незалежні гальмівні системи: робочу і стоянкову з можливістю аварійного розгальмування енергоаккумуляторів. Усі елементи гальмівної системи керуються електронною системою або резервною (пневматичною) системою керування.

Гальмівні механізми коліс напівпричепа дискові з радіальним розташуванням гальмівних камер. Диски - вентилязовані, встановлені на маточинах і кріпляться до них болтами через пластини. Супорт кріпиться чотирма болтами до цапфи. При гальмуванні гальмівна камера штоком діє на один штовхач, який безпосередньо наближає колодку до гальмівного диску, після обмеження руху колодки вздовж направляючих супорта починає переміщуватись плаваюча скоба, у якій знаходиться механізм автоматичного регулювання зазору між гальмівним диском і накладкою колодки.

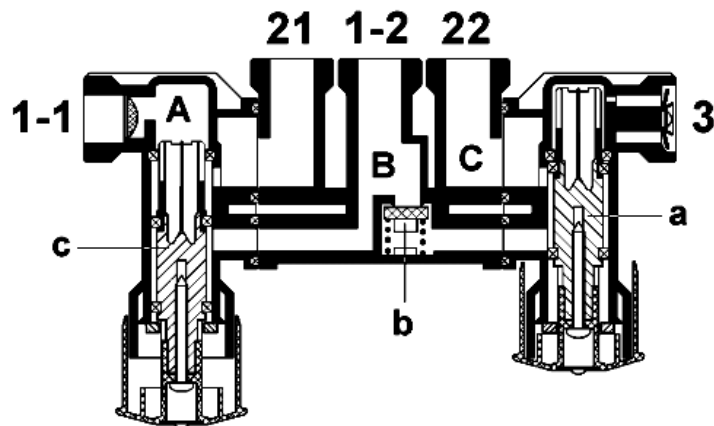


Рис. 2.11. Клапан розгальмовування напівпричепа

При зчепленні напівпричепа з тягачем, слідє переконатися, що поршень (а) не знаходиться у положенні "парковка", якщо ж це має місце, поршень необхідно вручну перемістити у положення "рух". При з'єднанні головок автозчеплення, стисле повітря поступає через вивід 1-1 у камеру А. Якщо поршень (с) все ще знаходиться у положенні "розчеплення", то під дією стислого повітря переміщується у положення "рух". Стисле повітря поступає через вивід 21 до гальмівного клапана причепа і далі у ресивер причепа. З ресивера стисле повітря потрапляє через вивід 1-2 у камеру В, відкриває поворотний клапан (b) і

через камеру С і вивід 22 поступає до підключеного двохходового клапану швидкого прискорювання і спрацьовують камери пружинних енергоаккумуляторів. У розчепленому стані, вивід 1-1, а таким чином і камера А розгальмовані.

Для розгальмування робочої гальмівної системи, поршень (с) переміщується до упору вручну за допомогою призначеної для цього кнопки. Таким чином, перекривається прохід від виводу 1-1 до виводу 21 і встановлюється зв'язок між камерами А і виводами 1-2. Стисле повітря, що подається з ресивера на виводи 1-2 проходить через вивід 21 до гальмівного клапану причепа і переводить останній у положення "рух", що розгальмовує гальмівні циліндри.

При приведенні в дію стоян очного гальма, поршень (а) переміщується. Стисле повітря, що знаходиться у камері С і на виводі 22 виходить через отвір прискорення 3 назовні. Підключений далі клапан швидкого розгальмування перемикається, і камери пружинних енергоаккумуляторів розгальмовуються.

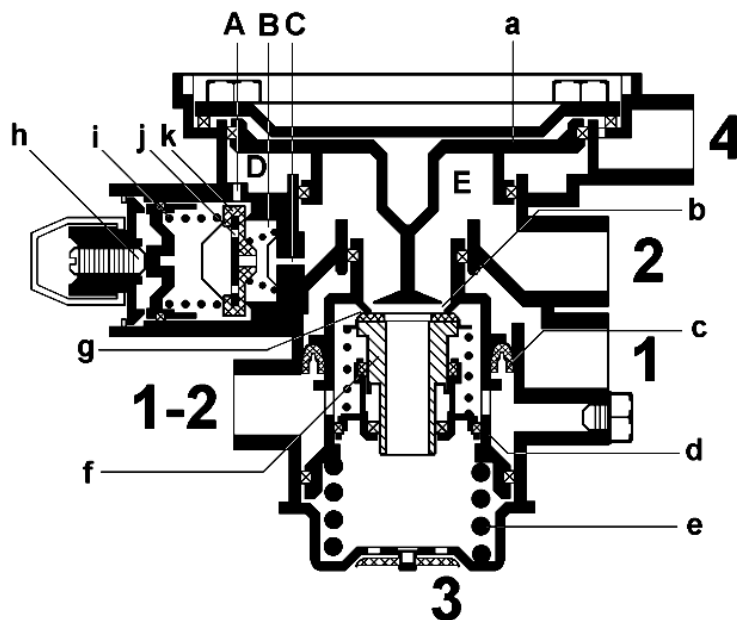


Рис. 2.12. Гальмівний кран напівпричепа

Гальмівний кран напівпричепа призначено для керування двомагістральною гальмівною системою причепа.

Стисле повітря, що подається від автомобіля через з'єднувальну головку «Живлення», через виведення 1 гальмівного крана причепа крізь кільце з пазом (с) підводиться до виводів 1-2 і далі – в ресивер. При спрацьовуванні гальмівної системи автомобіля стисле повітря проходить через з'єднувальну головку «Гальмо» і вивід 4 до поршня (а). Останній переміщується униз, закриваючи випускний отвір (b) і, спираючись у клапан (f), відкриває впускний отвір (g). Стисле повітря з ресивера напівпричепа (виводи 1-2) проходить тепер через виводи 2 до гальмівного крану. Одночасно стисле повітря проходить по каналу 3 у камеру В, створюючи зусилля на клапані (k).

Як тільки зусилля у камері В почне переважати, клапан (k) відкриється назустріч зусиллю пружини стиснення (i). Стисле повітря проходить по каналу А у камеру D і навантажує нижню поверхню поршня (а). У результаті підсумовування зусиль, що діють у камерах D і E, тиск на поршні, що керує стає значущим і поршень (а) переміщується угору.

При службовому гальмуванні клапан (f) закриває впускний отвір (g), забезпечуючи положення рівноваги. При повному гальмуванні поршень (а) утримує впускний отвір (g) відкритим під час усього процесу гальмування. Змінюючи попереднє натягнення пружини стиснення (i) за допомогою різьбового штифта (h), можна організувати випередження тиску на виводах 2 по відношенню до виводу 4 максимально до 0,1 МПа.

Після припинення гальмування автопоїзда і пов'язаним з ним зниженням тиску на виводі 4 поршень (а) переміщується під тиском на виводах 2 у крайнє верхнє положення. Впускний отвір (g) залишається закритим, а випускний (b) - відкритим. Стисле повітря на виводах 2 виходить в атмосферу через клапан (f) і випускний отвір 3. У результаті зниження тиску у камері В стиснене повітря з камери D через отвори (j) клапана (k) знову проходить у камеру В, а звідти – на випускний отвір 3.

При відчепленні напівпричепа або обриві живлячої магістралі здійснюється падіння тиску на виводі 1 і знімається навантаження з поршня (d). Під дією сили пружини стиснення (e) і тиску живлення на виводах 1-2 поршень (d) переміщується угору і клапан (f) закриває випускний отвір (b). Поршень (d) при подальшому переміщенні від клапана (f) підводиться, відкриваючи випускний отвір (g). Стисле повітря від виводів 1-2 напівпричепа проходить через виводи 2 у повному об'ємі і потрапляє до гальмівного крану.

2.4. Основні несправності гальмівної системи автопоїзда

Таблиця 2.3.

Признаки, причини виникнення, методи усунення несправностей [1].

Можлива причина	Спосіб усунення
1	2
Скрегіт/свист при гальмуванні	
Зношені гальмівні колодки	Перевірте товщину гальмівних накладок та дисків
Ослабло кріплення деталей	Перевірте кріплення деталей гальмівного механізму
Знос/пошкодження підшипників маточини	Перевірте люфт у підшипниках маточини
Знос деталей дискового гальмівного механізму	Перевірте відсутність зносу деталей гальмівного механізму
Встановлені нештатні деталі	Перевірте відповідність встановлених деталей каталогу
Порушений розподіл гальмівних зусиль між осями	Перевірте установку розподілу гальмівних зусиль між осями
Нерівномірний знос гальмівних накладок	
Закоксовані/кородовані направляючі втулки	Перевірити стан направляючих втулок
Бруд між деталями гальмівних механізмів, що труться	Очистити гальмівний механізм

1	2
Волога і бруд на рухомих деталях гальмівного механізму	Перевірте ущільнення гальмівного супорта
Гальмівну колодку заклинило у супорті. Недостатній зазор між гальмівною колодкою і кронштейном (опорою) супорта	Перевірте зазор між колодкою і кронштейном супорта
Автомобіль відводить у бік під час гальмування	
Різний тиск у шинах	Перевірте/відрегулюйте тиск у шинах
На одній осі встановлені шини різних розмірів	Перевірте шини
Відмінності у діаметрах пневмокамер	Перевірте діаметри пневмокамер
Зламани пружини у пневмокамерах	Перевірте пневмокамери
Витоки у пневмокамерах	Перевірте пневмокамери
Несправні/забруднені пневмокамери	Перевірте відсутність забруднення пневмокамер
Надмірні зазори у підшипниках маточини	Перевірити зазори у підшипниках маточини
Надмірний люфт у шарнірах рульового керування	Перевірте люфти у шарнірах рульового керування
Надмірний знос пальців у сережках ресор	Перевірити стан сережок ресор
Установлені нештатні деталі	Перевірте відповідність встановлених деталей каталогу
Порушена робота ABS	Перевірте справність системи ABS
Заїдає колодку у гальмівному супорті. Порушений зазор між колодками і кронштейном	Перевірте рухливість колодок у кронштейні супорта
Низька ефективність гальм	
Автомобіль перезавантажений	Перевірте завантаження автомобіля
Занижений тиск	Перевірте характеристику регулятора тиску

1	2
Витік повітря у системі	Перевірте відсутність витоків у гальмівній системі
Несправність гальмівної системи трейлера	Перевірте гальмівну систему трейлера
Витоки у трубопроводі	Перевірте/замініть гальмівні трубки/шланги
Збільшений хід штока пневмокамери	Перевірте автоматичний регулятор
Заїдання у пневмокамерах	Перевірте гальмівні механізми
Дія зусиль з дороги на гальмівну систему	Перевірте відсутність пошкоджень деталей гальмівних механізмів
Несправні/забрудненні пневмоциліндри	Перевірте відсутність забруднення пневмоциліндрів
Установлений нештатний пневмоциліндр (інший діаметр)	Перевірте пневмоциліндри
Порушена робота/регулювання клапану заміру навантаження	Перевірте роботу клапану заміру навантаження
Встановлені нештатні деталі	Перевірте відповідність встановлених деталей каталогу
Порушена робота ABS	Перевірте справність системи ABS
Заїдає колодка у гальмівному супорті. Порушений зазор між колодками та кронштейном супорта	Перевірте рухливість колодок у кронштейні супорта
Вібрації при гальмуванні	
Ослабли кріплення коліс	Затягніть кріплення коліс вказаними моментами
Встановлені нештатні колеса	Встановіть штатні колеса
Автомобіль перенавантажений	Перевірте завантаження автомобіля
Порушення розподілу гальмівних зусиль між осями	Перевірте розподіл гальмівних зусиль між осями
Низька якість гальмівних накладок	Перевірте гальмівні накладки

1	2
Забруднення гальмівного диску	Перевірте/очистіть гальмівний диск
Ослабло кріплення деталей	Перевірте кріплення деталей гальмівного механізму
Знос/пошкодження підшипників маточини	Перевірте люфт у підшипниках маточини
Знос/пошкодження гальмівного диску	Перевірте товщину та якість гальмівного диску
Люфти у підвісці кабіни	Перевірте стан підвіски кабіни
Встановлені нештатні деталі	Перевірте відповідність встановлених деталей каталогу
Блокування гальм	
Порушено регулювання клапану заміру навантаження	Перевірте регулювання клапану заміру навантаження
Перегрівання гальмівних механізмів	Перевірте гальмівні колодки
Невірний тиск у системі з причини неправильного регулювання регулятора тиску	Перевірте характеристику регулятора тиску
Несправна гальмівна система напівпричепа	Перевірте справність гальмівної системи напівпричепа
Встановлені нештатні деталі	Перевірте відповідність встановлених деталей каталогу
Порушена робота ABS	Перевірте справність системи ABS
Встановлені шини з дуже низьким профілем	Перевірте маркування встановлених шин
Заїдає колодка у гальмівному супорті. Порушений зазор між колодками і кронштейнами супорта	Перевірте рухливість колодок у гальмівному супорті
Прискорений знос гальмівних колодок	
Автомобіль перенавантажений	Перевірте завантаження автомобіля
Порушено регулювання клапану заміру навантаження	Перевірте регулювання клапану заміру навантаження

1	2
Встановлені нештатні деталі, або переплутані місцями (передня/задня вісь)	Перевірте відповідність встановлених деталей каталогу
Несправна гальмівна система трейлера	Несправна гальмівна система трейлера
Тиск повітря у пружинних енергоакумуляторах занадто мало	Перевірте тиск повітря у пружинних енергоакумуляторах при включеному ручному гальмі
Прихоплення гальм з причини невимкненого ручного гальма	Перевірте виключення ручного гальма
Скупчення бруду під педальним клапаном гальма	Перевірте вільний хід педального клапану гальма
Забруднення компенсаційних отворів у гальмівному клапані	Перевірте чистоту гальмівного клапану
Заїдає колодку у гальмівному супорті	Перевірити рухливість колодок у кронштейні супорта
Порушене регулювання керуючого, або робочого клапану у гальмівній системі трейлера	Перевірте регулювання керуючого, або робочого клапану у гальмівній системі трейлера
Прихоплення гальм (неповне гальмування)	
Протікання повітря з педального клапану гальма у контур 1 або 2	Перевірте протікання повітря у педальному клапані гальм
Бруд у гальмівному супорті дискового гальма	Перевірте рухомість деталей гальмівного механізму
Гальмівні колодки встановлені у гальмівному механізмі без зазорів	Перевірте мінімальні зазори
Занижений тиск повітря у пружинних енергоакумуляторах при русі автомобіля	Перевірте тиск повітря на виході з клапана. Перевірте відсутність забруднення запобіжного чотирьохконтурного клапана. Перевірте вихідний тиск клапану ручного гальма у виключеному положенні

1	2
Живлячий тиск з управляючого клапану тягача до напівпричепу занижено	Перевірте вихідний тиск управляючого клапану
Скупчення бруду під педальним клапаном гальма	Перевірте вільний хід педального клапана гальма
Забруднення компенсаційних отворів у гальмівному клапані	Перевірте чистоту компенсаційних отворів
Заїдає колодку у гальмівному супорті. Порушений зазор між колодками та кронштейном супорта	Перевірте рухомість колодок у кронштейні супорта

2.5. Складання алгоритму діагностування

При діагностуванні гальмівної системи визначають наступні діагностичні параметри:

а) Гальмівний шлях автомобіля. Його можна перевірити двома методами: ходовими випробуваннями і стаціонарними.

б) Величина максимального уповільнення автомобіля. Вимірюється методом фіксації моменту досягнення максимального уповільнення.

в) Вільний хід педалі. Оцінюється методом вимірювання величини вільного ходу за допомогою спеціальної лінійки або телескопічного приладу.

г) Витік стисненого повітря. Метод діагностування – прослуховування у місцях імовірної розгерметизації, мильна суміш.

д) Час спрацьовування приводу гальмівних механізмів коліс. Вимірюють час спрацьовування гальм окремих коліс.

е) Одночасність спрацьовування гальм. Вимірюють різницю часу спрацьовування кожного гальма.

ж) Стан гальмівних дисків і накладок. Перевіряють величину та рівномірність зносу гальмівних дисків, накладки – за сигналізацією індикатора.

з) Гальмівні сили. Вони визначаються на силових стендах шляхом гальмування кожного з коліс.

З урахуванням функціональної схеми даного об'єкту визначаються параметри, які забезпечують перевірку виду технічного стану і виявлення, у разі потреби, місця відмови. Ці параметри повинні вимірюватися за допомогою серійного устаткування, що випускається, або приладів і мати хороші характеристики по однозначності, чутливості, інформативності і стабільності.

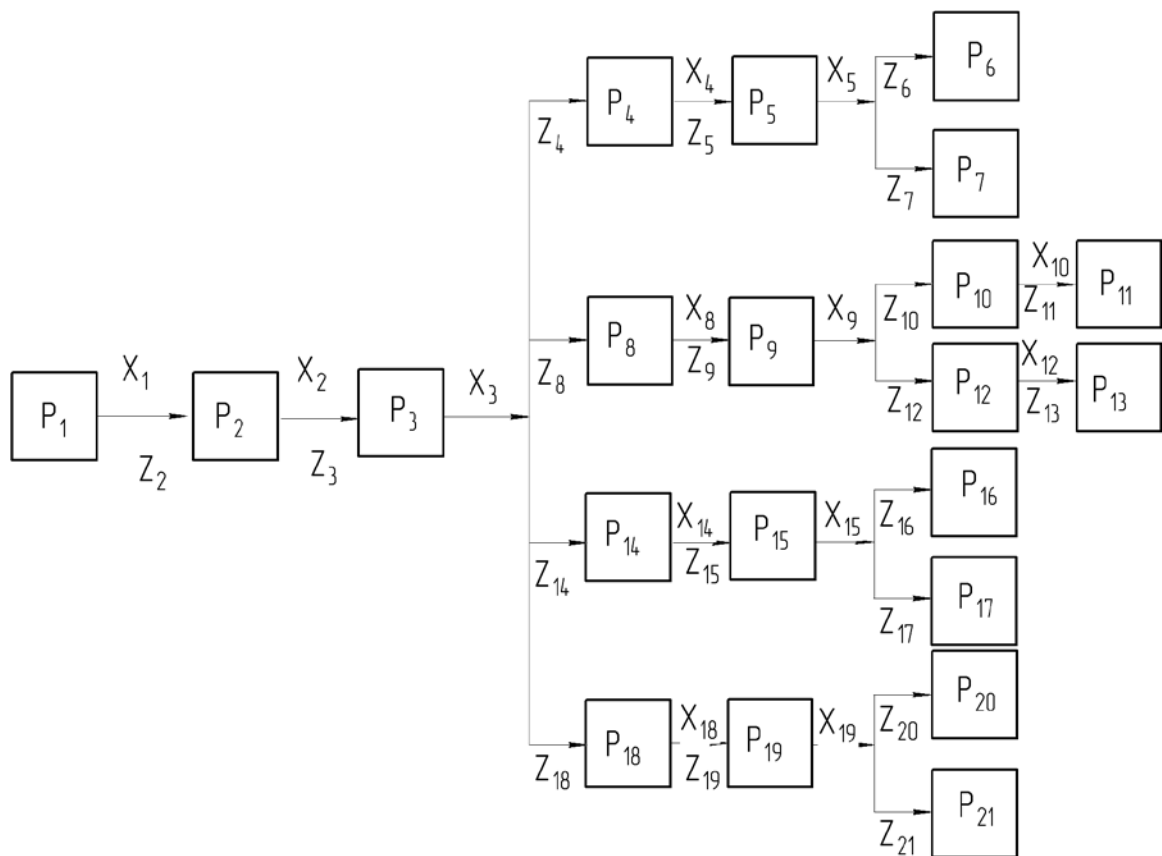


Рис. 2.13. Структурна схема гальмівної системи

Функціональна схема гальмівної системи сідельного тягача DAF-XF95 складатиметься з 21 блоку: P1 – компресор; P2 – вологовідділювач; P3 – чотириконтурний клапан з регулятором тиску; P4 – ресивер; P5 – модулятор заднього моста; P6, P7 – пневматичні камери; P8 – ресивер; P9 – пропорційний

прискорювальний клапан; P10, P12 – магнітні клапани ABS; P12, P13 – пневматичні камери; P14 – кран стоянкової гальмівної системи; P15 – реле-прискорювач; P16, P17 – енергоакумулятори; P18 – ресивер; P19 – клапан регулювання гальмами напівпричепа; P20, P21 – з'єднувальні головки.

Для розробки алгоритму, після проведення цих перевірок, якщо хоч би одна з них дасть значення «0» (діагностичний параметр матиме значення, що перевищує допустиме), то система має несправність. Якщо всі перевірки дадуть значення «1», то це може бути лише у разі S0, коли система працездатна.

Виявивши ці перевірки, необхідно повернутися через структурну модель до функціональної схеми і вказати, на виході яких елементів необхідно вимірювати вибрані діагностичні параметри. Складемо два алгоритми для діагностування найбільш поширених причин порушення у роботі окремих ланок гальмівної системи, та представимо на рис. 2.14, 2.15.

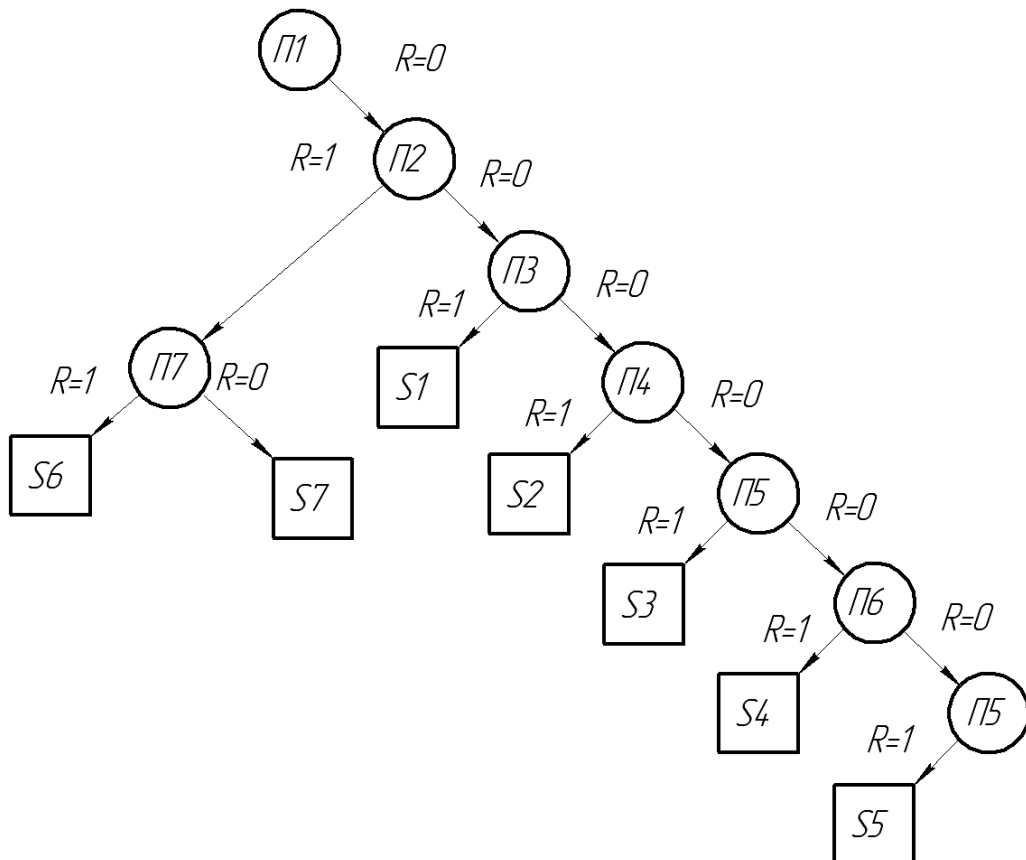


Рис. 2.14. Алгоритм діагностування гальмівної системи
(недостатнє гальмування)

Складові алгоритму діагностування (рис. 2.14): П1 – перевірка гальм на стенді; П2 – тиск у камері при гальмуванні; П3 – тиск перед пневматичною камерою лівого колеса; П4 – тиск після пропорційного клапана; П5 – тиск перед пропорційним клапаном; П6 – тиск перед ресивером; П7 – легкість пересування колодки у направляючих скобах; S1 – несправність пневмокамери лівого переднього колеса; S2 – несправність магнітного клапана; S3 – несправність пропорційного клапана; S4 – герметичність з'єднання ресивера; S5 – несправність елементів системи живлення; S6 – зазор між накладкою і диском; S7 – зношені втулки направляючих.

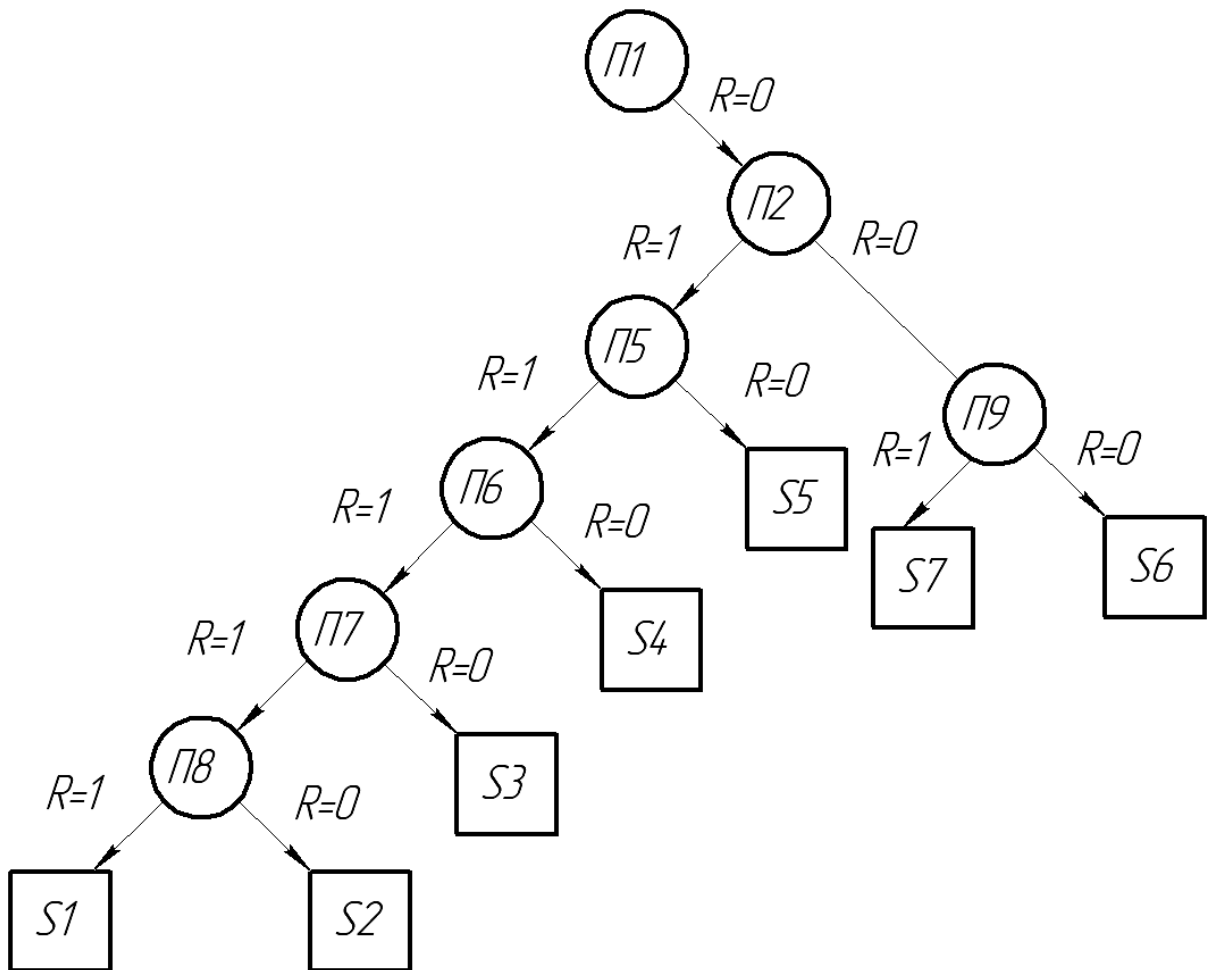


Рис. 2.15. Алгоритм діагностування гальмівної системи
(прискорений знос гальмівних накладок)

Складові алгоритму діагностування (рис. 2.15): П1 – коди помилок системи EBS, щодо пневматичної частини системи; П2 – тиск повітря в енергоакумуляторі лівого колеса; П3 – тиск повітря після крана стоянкової гальмівної системи; П4 – тиск повітря після чотириконтурного клапана; П5 – рівномірність зносу накладок; П6 – працездатність скоби гальмівного механізму; П7 – кріплення супорта до маточини моста; П8 – деформованість диска, або несправність кріплення; S1 – несправність осьового модулятора; S2 – несправність диска; S3 – несправність супорта; S4 – несправність скоби; S5 – несправність накладок; S6 – несправність крана стоянкової гальмівної системи; S7 – несправність реле-прискорювача.

2.6. Визначення гальмівних сил на стенді

Гальмівні сили порожнього автопоїзда DAF-XF95+Fliegl SDS SDS 350 2006 року випуску з пробігом 1650230 км визначили на СТО «Гарант» завдяки гальмівному стенду барабанного типу. На стенді визначались масові параметри та гальмівні сили на кожному колесі сідельного тягача та на колесах середньої осі напівпричепа.

В результаті діагностування робочої гальмівної системи сідельного автопоїзда DAF-XF95+Fliegl SDS SDS 350 отримані наступні дані, їх обробка здійснювалась за рекомендаціями ДСТУ 3649-2010 [2].

Таблиця 2.4

Результати діагностування.

Параметри	ЛПКТ	ППКТ	ЛЗКТ	ПЗКТ	ЛСКН	ПСКН
Маса, що доводиться на колесо, кг	2460	2450	1740	1740	700	710
Гальмівна сила, Н	14000	14500	12650	13500	5880	5420

Визначимо питому гальмівну силу на кожному колесі і для автопоїзда у цілому за формулою:

$$\gamma_K = \frac{P_{z(\max)}}{m_K \cdot g}, \quad (2.1)$$

де $P_{z(\max)}$ – гальмівна сила на відповідному колесі;

m – маса, що доводиться на відповідне колесо.

$$\text{ліве переднє колесо тягача} - \gamma_{ЛПТ} = \frac{P_{z(\max)}}{m_{ЛПТ} \cdot g} = \frac{14000}{2460 \cdot 9,81} = 0,58;$$

$$\text{праве переднє колесо тягача} - \gamma_{ППТ} = \frac{P_{z(\max)}}{m_{ППТ} \cdot g} = \frac{14500}{2450 \cdot 9,81} = 0,60;$$

$$\text{ліве заднє колесо тягача} - \gamma_{ЛЗТ} = \frac{P_{z(\max)}}{m_{ЛЗТ} \cdot g} = \frac{12650}{1740 \cdot 9,81} = 0,74;$$

$$\text{праве заднє колесо тягача} - \gamma_{ПЗТ} = \frac{P_{z(\max)}}{m_{ПЗТ} \cdot g} = \frac{13500}{1740 \cdot 9,81} = 0,79;$$

$$\text{ліве середнє колесо причепа} - \gamma_{ЛСП} = \frac{P_{z(\max)}}{m_{ЛСП} \cdot g} = \frac{5880}{700 \cdot 9,81} = 0,86;$$

$$\text{праве середнє колесо причепа} - \gamma_{ПСП} = \frac{P_{z(\max)}}{m_{ПСП} \cdot g} = \frac{5420}{710 \cdot 9,81} = 0,78.$$

Визначимо коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил за формулою:

$$K_H = \frac{|P_z^n - P_z^l|}{P_z^{\max}}, \quad (2.2)$$

$$\text{передня вісь тягача} - K_H^n = \frac{|P_z^n - P_z^l|}{P_z^{\max}} = \frac{|14500 - 14000|}{14500} \cdot 100 = 3,5 \%;$$

$$\text{задня вісь тягача} - K_H^z = \frac{|P_z^n - P_z^l|}{P_z^{\max}} = \frac{|13500 - 12650|}{13500} \cdot 100 = 6,3 \%;$$

$$\text{середня вісь напівпричепа} - K_H^c = \frac{|P_z^n - P_z^l|}{P_z^{\max}} = \frac{|5880 - 5420|}{5880} \cdot 100 = 7,8 \%;$$

Висновки до ругого розділу

Результати діагностування, отриманих при стендових випробуваннях, порівняємо з вимогами, зазначеними у табл. 1.1, відповідно до ДСТУ 3649-2010, що дозволить сформулювати наступні висновки:

1. За допомогою барабанного стенда інерційного типу на СТО «Гарант» визначили масові параметри сидельного автопоїзда власною масою. У порівнянні з масовими параметрами, зазначеними у технічній характеристиці, є її збільшення в середньому на 5%.

2. Найменше значення питомої гальмівної сили складає для лівого переднього колеса 0,58, що на 22% вище за критичне значення, найбільше значення коефіцієнта нерівномірності гальмівних сил припадає на напівпричіп, та є меншим за максимально допустиме значення на 74%.

РОЗДІЛ 3

ВИЗНАЧЕННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИЛ СІДЕЛЬНОГО АВТОПОЇЗДА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИМ ШЛЯХОМ

3.1. Калібрування датчиків тиску

Датчики тиску серії MLH (рис. 3.1) складаються із кремнієвого мембранного чутливого елемента, на якому сформована напівпровідникова мостова резистивна структура (технології ATF) так, що одне з плечей моста знаходиться у зоні найбільшої деформації мембрани. Сигнал розбалансу моста, який пропорційний прикладеному тиску, поступає або на зовнішні виводи або на схему обробки і нормалізації. Корпус виконаний пластмасовим для датчиків на сухий газ або з корозійно стійкого металу з подвійною неіржавіючою мембраною для агресивних середовищ. Датчик не містить рухомих частин. Діапазон вимірювання тиску від -1 атм до 450 атм. У датчиків серії MLH за вибором можуть бути один із чотирьох виходів сигналу: мілівольтовий, пропорційний, стабілізований та струмовий.

Датчики серії MLH призначені для сухого та вологого газів, та палива, тобто можуть застосовуватись у системах автомобіля, водопостачанні, аналітичних приладах і метрологічній техніці.



Рис. 3.1. Датчик тиску MLH-200

Для експериментальних досліджень використовуємо три датчики MLH-200PSL01A (датчик серії MLH, для вимірювання надмірного тиску, максимальний робочий тиск – 200 PSI, с кабелем 1 м, штуцер підводу тиску – $\frac{1}{4}$ 18 NPT). Технічна характеристика датчика представлена у табл. 3.1.

Таблиця 3.1.

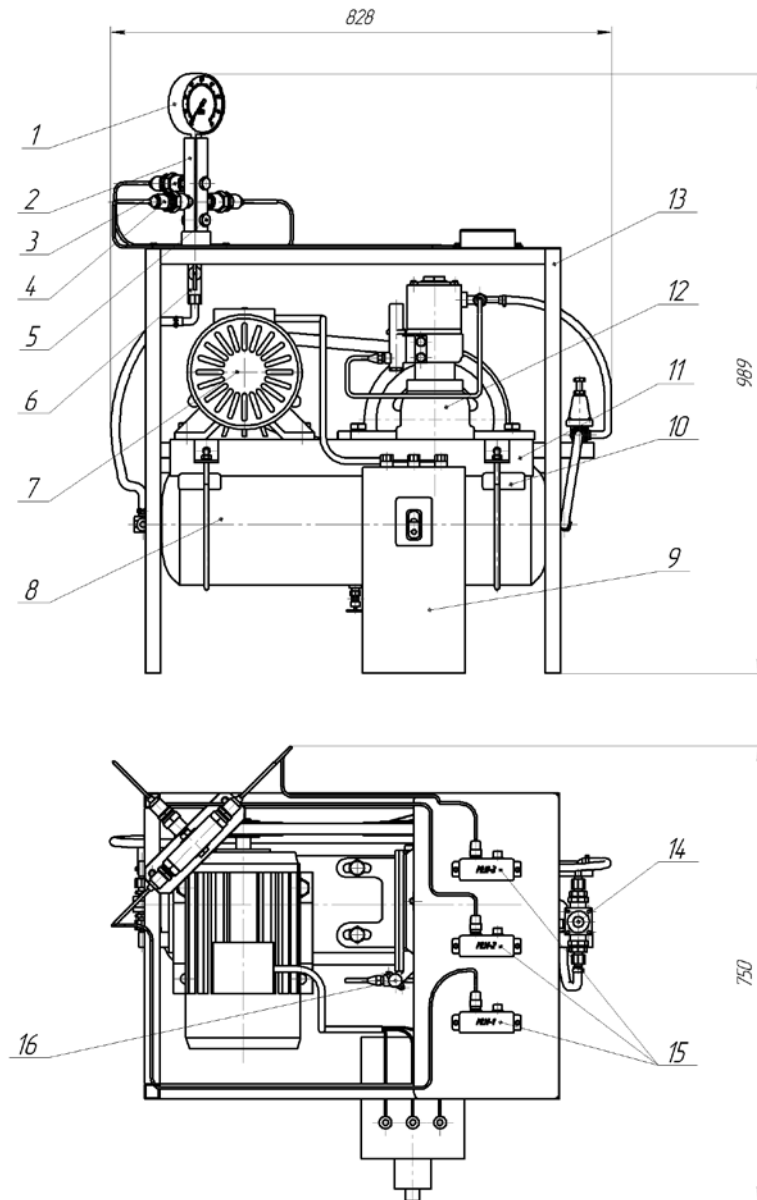
Технічна характеристика датчика MLH-200.

Максимальний робочий тиск, МПа	Максимальний допустимий тиск, МПа	Напруга живлення, В	Чутливість, мВ/кПа	Точність, % від вихідної напруги	Діапазон робочих температур, °С	Ударна дія
1,36	4,0	5	294	$\pm 0,25\%$ від 4,5 В	-40... +125	50g

Калібрування датчиків тиску проводиться на сконструйованому та виготовленому на кафедрі ЕРМ стенді (рис. 3.2). Калібрування необхідно проводити перед кожним експериментальним дослідженням, воно призначене для перетворення сигналу датчика, який має форму залежності зміни напруги при зміні тиску, що діє на датчик, на реальну величину вимірювального параметра [3, 4]. Також калібрування датчика враховує втрати напруги при передачі та перетворення сигналу з аналогового у цифровий до комп'ютера.

Калібрування виконується за допомогою програмного забезпечення «Sensor System», та полягає у визначенні коефіцієнтів інтерполяційної залежності. Для розрахунків використовувалась лінійна інтерполяція. Калібрування проводилось у наступній послідовності: Датчики тиску через перехідники установити на монтажну планку стенда, надійно закріпити, наступним етапом датчики підключити до вимірювальної апаратури, натиснути на кнопку «Калібрування» в інтерфейсі програмного забезпечення, запустити стенд, збільшення тиску у системі фіксувати манометром. Коли стрілка манометра вкаже на значення 0,1 МПа стенд зупинити, а значення тиску записати у відповідну графу інтерфейсу. Далі стенд знову запустити і дати

попрацювати до моменту забезпечення тиску 0,9 МПа, значення тиску на момент зупинки стенда записати у відповідну графу інтерфейсу. Після цього натиснути на кнопку «отримати коефіцієнти інтерполяції». Систему стенда вивільнити від повітря за допомогою крана у ресивері.



1 – манометр ДМ 05-МП-3У; 2 – планка монтажна; 3 – перехідник; 4 – датчик тиску MLH-200; 5 – заглушка; 6 – кран шаровий; 7 – електродвигун; 8 – ресивер (20 л); 9 – перетворюючий блок; 10 – резиновий упор; 11 – швелер; 12 – компресор (ЗіЛ-130); 13 – рама; 14 – одинарний захисний клапан; 15 – АЦП SensorToRS-485; 16 – регулятор тиску

Рис. 3.2. Будова стенда для калібрування датчиків тиску

Повітря стискається завдяки двохциліндровому поршневному компресору 12 з автомобіля ЗіЛ-4314. Діаметр циліндра – 60 мм, хід поршня – 38 мм, мащення та охолодження компресора на автомобілі пов'язані із системою мащення та системою охолодження двигуна. Так як стенд працює короткочасно, то автономну систему охолодження для компресора не проектувалась, кількість оливи для компресора передбачалося стільки, щоб під час його роботи шатунні шийки колінчастого валу компресора були занурені в оливу. На блоці компресора розміщується регулятор тиску 16 розвантажувального пристрою компресора, який відрегульовано на максимальний тиск 0,95 МПа. Колінчатий вал компресора через клиноременну передачу приводиться трифазним електродвигуном 7. Електродвигун та компресор монтуються на швелері болтовим з'єднанням, натяг паска регулюється переміщенням корпусу компресора вздовж швелера від електродвигуна. Передаточне число клиноременної передачі дорівнює 2, що забезпечується різними діаметрами шківів на валу електродвигуна та компресора.

Від компресора стиснене повітря подається через одинарний захисний клапан до ресивера ємністю 20 л. Одинарний захисний клапан призначено для пропускання повітря тільки в одному напрямку, тому запобігає витокам повітря із системи при непрацюючому компресорові через його нещільності. У ресивері передбачається кран для видалення конденсату, який також використовується для зниження тиску у системі.

Від ресивера стиснене повітря через шаровий кран подається до калібрувального пристрою, що складається із монтажної планки, встановленою на рамі стенда завдяки основи. До монтажної планки за допомогою штуцерів прикріплюються сенсори тиску через перехідники, а також манометр. Перехідники виконані таким чином, щоб була можливість у подальшому їх використанні при закріпленні сенсорів тиску на гальмівних камерах гальмівної системи автопоїзда до діагностичних роз'ємів. Виконаємо відповідні розрахунки елементів стенда.

1) Вибір електродвигуна для стенда здійснюється за необхідною потужністю, що визначається виходячи з необхідної продуктивності компресора та тиску, до якого треба стискати повітря. Попередньо, прийmemo частоту обертання ротора електродвигуна 1000 хв^{-1} , та визначимо продуктивність компресора [6]:

$$Q_k = \frac{i \cdot \pi \cdot D_k^2}{4} \cdot h_k \cdot n_k \cdot 1000 = \frac{2 \cdot 3,14 \cdot 0,06^2}{4} \cdot 0,038 \cdot 500 \cdot 1000 = 107,44 \text{ л/хв}, \quad (3.1)$$

де $i = 2$ – кількість циліндрів у компресора;

$D_k = 60 \text{ мм}$ – діаметр циліндру компресора;

$h_k = 38 \text{ мм}$ – хід поршня;

$n_k = 1000/2 = 500 \text{ хв}^{-1}$ – частота обертання вала компресора.

Коефіцієнт корисної дії клиноременної передачі $\eta_{np1} = 0,95$; коефіцієнт, що враховує втрати при роботі компресора $\eta_K = 0,87$.

2) Необхідна потужність електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{\left[\frac{Q_k \cdot P_k}{\eta_k \cdot \eta_{np1}} + \frac{Q_m \cdot P_m}{\eta_{np2}} \right]}{1000} = \frac{107,44 \cdot 0,8 \cdot 10^6}{60 \cdot 0,87 \cdot 0,95 \cdot 10^6} = 1,7 \text{ кВт}, \quad (3.2)$$

3) За ГОСТ 19523-81 по необхідній потужності $N_{mp} = 1,7 \text{ кВт}$ вибираємо електродвигун трифазний асинхронний короткозамкнутий серії 4А закритий, з повітряним охолодженням, з наступними параметрами: типорозмір – 4А90L6У3, потужність – 1,5 кВт, синхронна частота обертання – 935 хв^{-1} і ковзанням – 3,0 %.

4) кутова швидкість:

$$\omega_{\text{дв}} = \pi \cdot n_{\text{дв}} / 30 = \pi \cdot 935 / 30 = 97,91 \text{ с}^{-1}; \quad (3.3)$$

5) передаточне число:

$$i = \frac{\omega_{\text{дв}}}{\omega_k} = \frac{97,91}{52,36} = 1,87. \quad (3.4)$$

б) Перевіримо різьбове з'єднання на міцність [6].

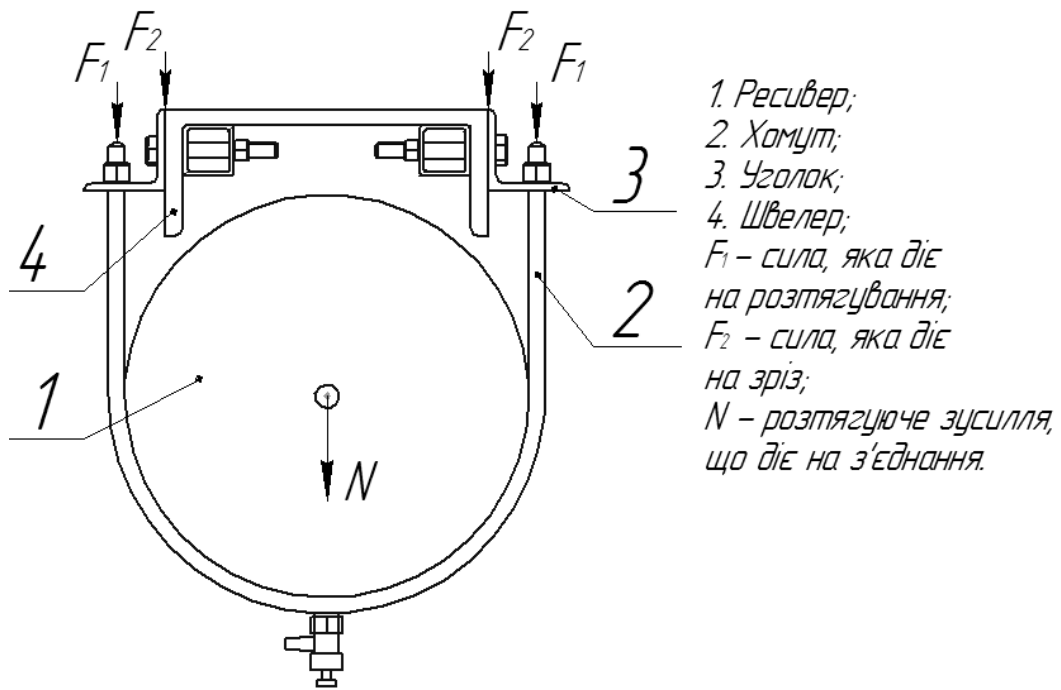


Рис. 3.3. Розрахункова схема болтового з'єднання

а) міцність різьбового з'єднання на зріз вважається забезпеченим, якщо для будь-якого болта при дії зсувного зусилля N_s виконуються умова:

$$\frac{N_s}{N_{bs}} \leq 1, \quad (3.5)$$

де N_{bs} – зусилля зсуву, сприймається одним болтом при зрізанні,

N_s – зусилля зсуву, що діє на один болт,

N – зусилля зсуву, що діє на з'єднання.

Зусилля зсуву N_{bs} , сприймається одним болтом при зрізанні, розраховується за формулою:

$$N_{bs} = R_{bs} \cdot A_b \cdot n_s \cdot \gamma_b = 30 \cdot 0,18 \cdot 1 \cdot 0,94 = 5,08, \quad (3.6)$$

де R_{bs} – розрахунковий опір болта зрізу,

$$A_b \text{ – площа перерізу болта, } A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,48^2}{4} = 0,18 \text{ см}^2$$

n_s – кількість розрахункових зрізів одного болта,

γ_b – коефіцієнт умов роботи з'єднання.

Коефіцієнт використання болта на міцність при зрізі:

$$\frac{N_s}{N_{bs}} = \frac{0,01875}{5,08} = 0,004 \quad (3.7)$$

б) міцність болтового з'єднання на розтягнення вважається забезпеченим, якщо для будь-якого болта при дії на нього розтягуючого зусилля N_t виконуються умова:

$$\frac{N_t}{N_{bt}} \leq 1, \quad (3.8)$$

де N_{bt} – розтягуюче зусилля, сприймається одним болтом при розтягуванні,

N_t – розтягуюче зусилля, що діє на один болт,

N – розтягуюче зусилля, що діє на з'єднання,

Розтягуюче зусилля N_{bt} , сприймається одним болтом при розтягуванні, розраховується за формулою:

$$N_{bt} = R_{bt} \cdot A_{bn} = 20 \cdot 0,366 = 7,32, \quad (3.9)$$

де R_{bt} – розрахунковий опір болта розтяганню,

$$A_{bn} - \text{площа перерізу болта. } A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 0,68^2}{4} = 0,366 \text{ см}^2$$

Коефіцієнт використання болта на міцність при розтягуванні:

$$\frac{N_t}{N_{bt}} = \frac{0,01875}{7,32} = 0,003. \quad (3.10)$$

Умова виконана.

Інтерфейс програмного забезпечення «Sensor System» представлено на рис. 3.4.

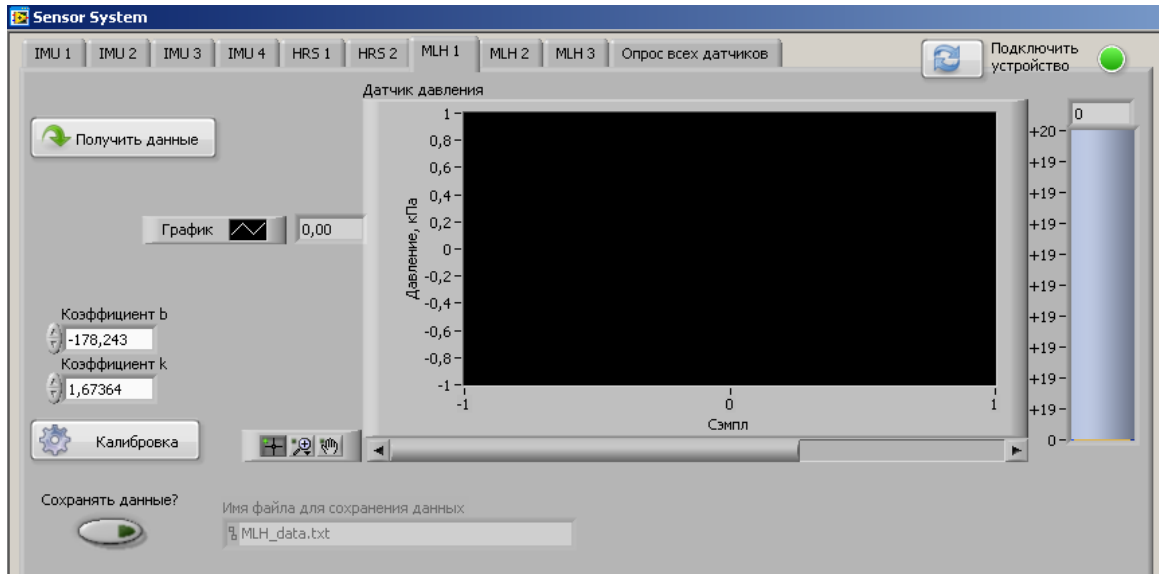


Рис. 3.4. Видягу інтерфейсу програмного забезпечення «Sensor System»

Отриманні данні оброблялись за допомогою програмного забезпечення у середовищі Matlab (рис. 3.5). Незначний шум отриманих даних згладжувався завдяки вбудованого у Matlab фільтру.

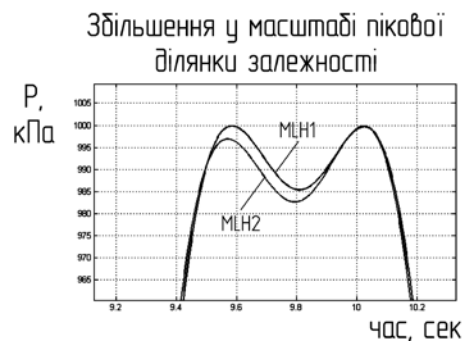
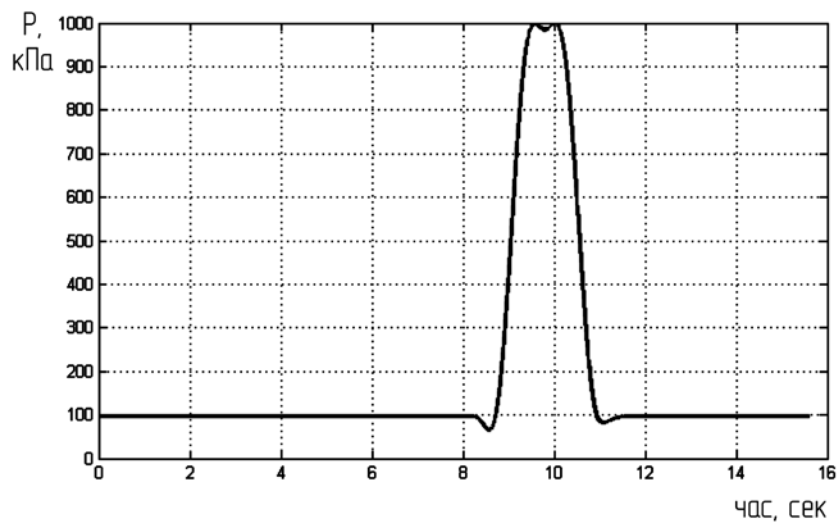


Рис. 3.5. Результати калібрування датчиків тиску

3.2. Методика проведення експерименту

Експеримент проводиться на реальному об'єкті – автопоїзд DAF-XF95+Fliegl SDS 350 в умовах СТО. Для мінімізації часу на проведення та обробку експерименту складена методика на його проведення, тобто послідовність виконання певних операцій при проведенні експерименту.

Підготовка до проведення експерименту.

На початку проведення експерименту перевірити працездатність вимірювальної апаратури, провести калібрування обох датчиків MLH200, встановлених через перехідники на монтажну панель і, надалі, до завершення проведення експерименту датчики, перехідники та відповідні АЦП не відокремлювати.

Перевірити технічний стан сідельного тягача – відсутність витікання повітря через порушення герметичності елементів гальмівної системи, тиск у шинах, глибина протектора бігової доріжки.

Підняти кабіну до упору, зняти захисні кришки з діагностичних виводів, закріпити на них датчики через перехідники. Підключити датчики до вимірювальної апаратури, та розмістити дроти таким чином щоб при опусканні кабіни їх не пошкодити. Опустити кабіну, запустити двигун.

Проведення експерименту.

Експеримент проводиться у наступній послідовності: на рівній прямій площадці автопоїзд збільшував швидкість до 20 км/год, потім здійснювалось екстрене гальмування до повної зупинки.

Завершення проведення експерименту.

По завершенню проведення експерименту колеса тягача повинні знаходитись у нейтральному положенні, зупинити двигун, підняти кабіну. Відключити датчики від вимірювальної апаратури. зняти датчики MLH200. Перевірити відсутність зайвих речей під кабіною, опустити кабіну.

Акуратно зібрати дроти підключення датчиків до вимірювальної апаратури. Загальний час на проведення одного експерименту склав 1,5 години. Для проведення експерименту достатньо двох дослідників.

3.3. Обробка отриманих результатів експерименту

Апроксимацію кривих, отриманих у результаті проведення експерименту, виконаємо підбором полінома з показником степені, який найбільш наближає залежність до експериментально отриманих. Якщо це не вдається зробити, то крива залежності розбивається на ділянки з подальшою їх апроксимацією.

Опишемо послідовність виконання дій. Спершу, з емпірично отриманої залежності отримуємо значення функції кутів повороту лівої цапфи та правої цапфи залежно від кута повороту сошки. Потім складаємо поліном необхідної степені, наприклад: $Q_{лц} = a \cdot Q_c^2 + b \cdot Q_c + c$. Завдання полягає у відшукуванні невідомих коефіцієнтів полінома, що найбільш ефективно буде здійснено, використовуючи метод найменших квадратів, який полягає в отриманні постійних коефіцієнтів, що забезпечують мінімальне значення відхилень від емпіричних значень, тобто:

$$F = \sum_{i=1}^m [Q_{лц_i} - (a \cdot Q_{c_i}^2 + b \cdot Q_{c_i} + c)]^2 = \min. \quad (3.11)$$

Через необхідну умову екстремуму функції декілька змінних отримаємо наступну систему:

$$\begin{cases} \frac{\partial F}{\partial a} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m [Q_{лц_i} - (a \cdot Q_{c_i}^2 + b \cdot Q_{c_i} + c)] \cdot (-n_i^2) = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial b} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m [Q_{лц_i} - (a \cdot Q_{c_i}^2 + b \cdot Q_{c_i} + c)] \cdot (-n_i) = 0, \\ \frac{\partial F}{\partial c} = 2 \cdot \sum_{i=1}^m [Q_{лц_i} - (a \cdot Q_{c_i}^2 + b \cdot Q_{c_i} + c)] \cdot (-1) = 0. \end{cases} \quad (3.12)$$

Звідки, після перетворень отримаємо систему рівнянь:

$$\begin{cases} a \sum_{i=1}^m Q_{ci}^4 + b \sum_{i=1}^m Q_{ci}^3 + c \sum_{i=1}^m Q_{ci}^2 = \sum_{i=1}^m Q_{ci}^2 \cdot Q_{лцi}, \\ a \sum_{i=1}^m Q_{ci}^3 + b \sum_{i=1}^m Q_{ci}^2 + c \sum_{i=1}^m Q_{ci} = \sum_{i=1}^m Q_{ci} \cdot Q_{лцi}, \\ a \sum_{i=1}^m Q_{ci}^2 + b \sum_{i=1}^m Q_{ci} + m = \sum_{i=1}^m Q_{лцi}. \end{cases} \quad (3.13)$$

Вирішуючи вказану систему рівнянь визначимо невідомі постійні коефіцієнти полінома.

Результати експерименту отримали завдяки програмі Sensor System, обробили у програмному середовищі MATLAB та представили у вигляді графіка залежності за умови статичного положення автопоїзда (рис. 3.6) та за умови гальмування (рис. 3.7).

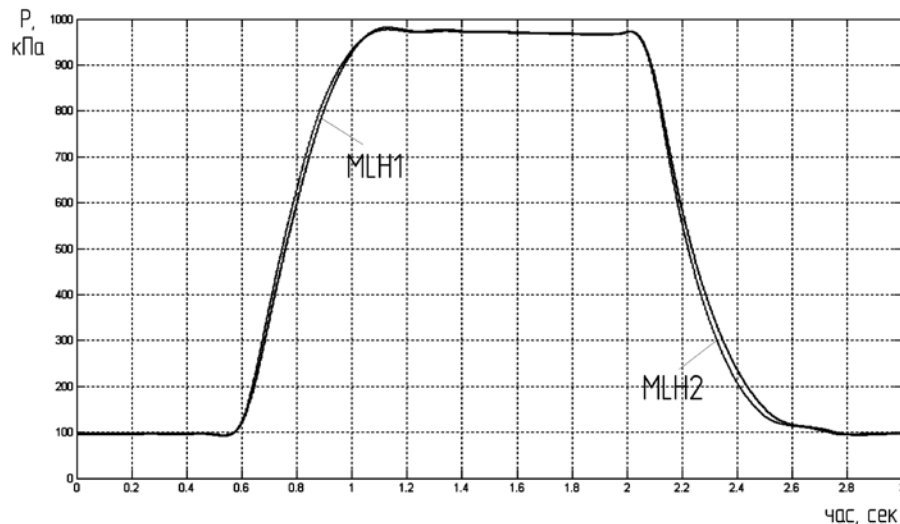


Рис. 3.6. Залежність тиску у гальмівних камерах передньої осі сідельного тягача

Гальмівні сили визначали за результатами рис. 3.7, враховуючи наступні параметри гальмівних механізмів: гальмівні механізми на всіх колесах автопоїзда – дискові, типорозмір гальмівних камер передніх коліс тягача – 24, задніх коліс тягача та напівпричепу – 24/24 (діаметр поршня – 150 мм),

передаточне відношення гальмівного механізму – 1,33, середній радіус накладки – 174 мм.

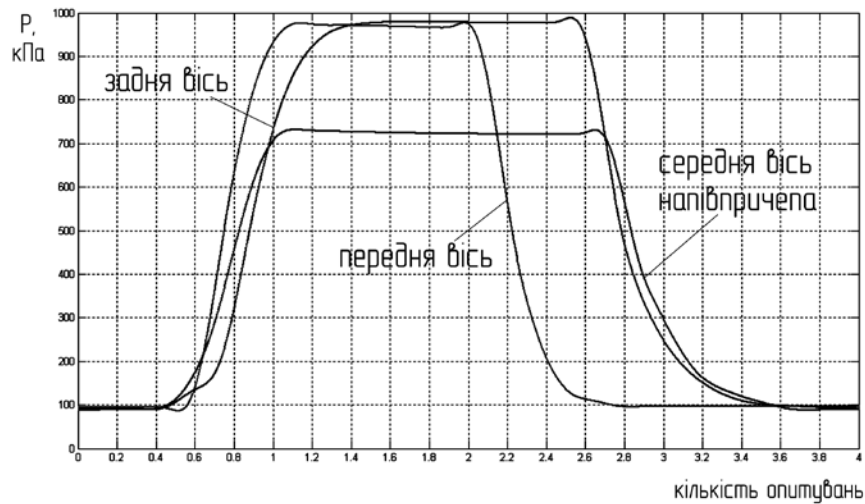


Рис. 3.7. Залежність тиску у гальмівних камерах лівого борту автопоїзда

Таблиця 3.2

Результати діагностування.

Параметри	ЛПКТ	ЛЗКТ	ЛСКН
Маса, що доводиться на колесо, кг	2460	1740	700
Гальмівна сила, Н	13847	13900	10320

Висновки до третього розділу

Отримані під час проведення експериментальних досліджень данні дозволили сформулювати наступні висновки:

1. Похибка до 3 % в отриманих даних щодо вимірювання тиску в гальмівних камерах гальмівних механізмів одного моста дає змогу стверджувати, що для діагностування відповідних контурів робочої гальмівної системи

сідельного автопоїзда достатньо приєднати сенсор тиску до гальмівної камери одного з колісних рушіїв відповідного моста.

2. Зміна тиску в гальмівних камерах переднього та заднього мостів тягача майже однакова, а в гальмівних камерах напівпричепу на 28 % нижча за тиск у гальмівних камерах тягача при рівних умовах випробувань.

3. Значення гальмівної сили за умови отримання експериментальним шляхом відрізняється від значень, отриманих на гальмівному стенді в середньому на 3% для мостів тягача та до 43% для середнього моста напівпричепу.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота виконана на достатньому науково-практичному рівні з використанням сучасних програмних продуктів. Основні результати, що отримані в процесі досліджень, полягають у наступному.

1. Аналіз існуючих методів діагностування гальмівного керування сучасних КТЗ вказав на їх недоліки, пов'язаних з впливом на результати діагностування гальмівного керування робочих процесів допоміжних систем таких, як ABS, ESP, ASR. Запропоновано метод динамічного діагностування робочої гальмівної системи КТЗ за параметрами тиску в гальмівних камерах.

2. Аналіз робочих процесів, що відбуваються в робочій гальмівній системі сучасних вантажних КТЗ та ймовірних несправностей її елементів дозволив запропонувати реалізацію запропонованого методу діагностування шляхом розміщення на гальмівних камерах сенсорів тиску. За допомогою барабанного стенда інерційного типу на СТО «Гарант» визначили масові параметри та параметри гальмування сидельного автопоїзда власною масою. Масові параметри відрізняються від зазначених в технічній характеристиці в середньому на 5%. Параметри гальмування знаходяться в допустимих межах, питома гальмівна сила перевищує допустиме значення в середньому на 22%, коефіцієнт нерівномірності є меншим за допустиме значення на 74%.

3. Для виконання експериментальних досліджень розроблено та сконструйовано стенд для калібрування сенсорів тиску. Максимальна похибка калібрування сенсорів тиску за допомогою запропонованого стенду не перевищує 1 %. Значення гальмівної сили за умови отримання експериментальним шляхом відрізняється від значень, отриманих на гальмівному стенді в середньому на 3% для мостів тягача та до 43% для середнього моста напівпричепу, що вказую на недосконалість методу діагностування робочої гальмівної системи КТЗ з візком стендовими випробуваннями.

Виконані дослідження виявили потенціал для майбутніх досліджень як теоретичних так і експериментальних в частині вдосконалення процесу діагностування.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Грузовые автомобили DAF-XF95, руководство по ремонту, схемы электрооборудования / Н. П. Сизов. – Санкт Петербург.: ООО «Издательство Диез», 2009. – 616 с.
2. ДСТУ 3649-2010. Колісні транспортні засоби. Вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. – К.: ДП «ДержавтотрансНДІпроект», 2011. – 50 с.
3. Pat. 6848292 B2 United States, Int. C1 G01N-31/00 Antony Joseph, Kumar et al. – № 10/104220 ; appl. No 22.03.2002 ; date of patent. 01.02.2005, – 11 p.
4. Pat. 4512179 United States, Int. C1 G01L-27/00 Don G. Umble, San Martin et al. – № 546739 ; appl. No 28.05.1983 ; date of patent. 23.04.1985, – 11 p.
5. Калявин В. П. Основы теории надежности и диагностики / В. П. Калявин. – М.; СПб: Элмор, 1998, – 172 с.
6. Анурьев В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 3. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И. Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 864 с. – ISBN 5-217-02965-X.
7. А. с. 38737 (Україна). Математична модель руху зчленованих пневмоколісних транспортних засобів по криволінійній траєкторії / О. С. Лиходій (Україна). – № 38920 ; заявл. 05.04.2011.
8. Леонтьев Д. Н. Реализация интеллектуальных функций в электронно-пневматическом тормозном управлении транспортного средства: монография / Д. Н. Леонтьев, А. Н. Туренко, В. А. Богомоллов и др. – 2-е изд., допол. – Х.: ХНАДУ, 2015. – 450 с.
9. Туренко А. Н. Способ определения замедления многоосного автомобиля на основе реализуемых сцеплений его колес и расположения координаты центра масс / А. Н. Туренко, В. А. Богомоллов, Д. Н. Леонтьев // Вестник ХНАДУ. – Харьков : ХНАДУ, 2016. – Вып. 75. – С. 13-17.
10. Лиходій О. С. Моделювання робочої гальмівної системи EBS для сидельних автопоїздів / О. С. Лиходій, Захарченко В.В., Чуешов В.Д. // Наукові

праці Міжнародної науково-практичної та науково-методичної конференції, присвяченої До дня автомобіліста та дорожника «Сучасні технології в автомобілебудуванні, транспорті та при підготовці фахівців» 19-21 жовтня 2022 року. – Х : ХНАДУ, 2022, С. 16-18.

11. Методичні вказівки до виконання та захисту кваліфікаційної роботи студентів другого (магістерського) рівня освіти спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання / Укладачі: Заренбін В. Г., Лиходій О. С., Колеснікова Т. М. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2020, 48 с.

12. Вимоги до оформлення кваліфікаційних робіт, курсових робіт (проектів), звітів з практик, контрольних робіт. Методичні вказівки для студентів ступеня бакалавра та магістра спеціальності 274 «Автомобільний транспорт» денної та заочної форм навчання / Укладачі: Заренбін В. Г., Лиходій О. С., Колеснікова Т. М. – Дніпро: ДВНЗ ПДАБА, 2021. – 32 с.