

Хмельницький національний університет
Факультет інженерії, транспорту та архітектури
Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

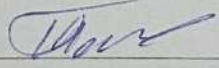
ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи бакалавра

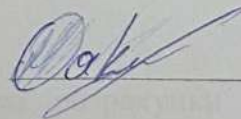
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 Автомобільний транспорт
Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт

на тему: *«Розробка гальмівного стенду на базі генератора зh 2500»*

Шифр: ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ

Виконав студент 4 курсу, група АТс -20-2  Олександр ТИХИЙ

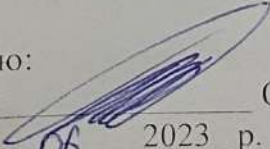
Керівник роботи к.т.н., доц.



Олег МАКОВКІН

До захисту допускаю:

Зав. кафедри ТАМ

 Олександр ДИХА

19

06

2023 р.

Хмельницький, 2023 р.

РЕФЕРАТ

У рамках випускної кваліфікаційної роботи бакалавра запропонована розробка мобільного гальмівного стенду для дослідження гальмівних властивостей автомобіля.

Ґрунтуючись на великому переліку літературних джерел, а також на проведеному аналізі вітчизняного та закордонного ринків, що існують патентів і корисних моделей, автором роботи була спроектована конструкція стенда для дослідження працездатності експлуатаційних характеристик гальмівної системи автомобіля.

Було проведено розрахунок ряду важливих вузлів у конструкції гальмівного стенду, проведено розрахунок необхідної потужності двигунів, показано, що потужності бензинового генератора достатньо для роботи розробленого мобільного гальмівного стенду.

Випускна робота бакалавра (ВРБ) складається із семи розділів.

У першому розділі розглянуті гальмівної системи автомобіля.

У другому розділі розглянуті стенди для перевірки гальм.

У третьому розділі запропоновано технічне завдання та напрямок розробки гальмівного стенда.

У четвертому розділі представлено технологічний процес діагностики гальмівної системи.

У п'ятому розділі представлено правила безпеки при роботі на гальмівному стенді автомобілів

У шостому розділі представлено розрахунки деталей та вузлів роликового гальмівного стенду

У сьомому розділі представлено розрахунок економічної ефективності гальмівних випробувань

Випускна кваліфікаційна робота складається з 55 сторінок, і містить у собі 9 ілюстрації, 4 таблиці, 25 джерел, 1 додаток.

Ключеві слова: ГАЛЬМІВНИЙ СТЕНД, ГАЛЬМІВНА СИСТЕМА
АВТОМОБІЛЯ, МОБІЛЬНА ГАЛЬМІВНА УСТАНОВКА

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет інженерії, транспорту та архітектури

Кафедра трибології, автомобілів та матеріалознавства

Спеціальність 27 – Транспорт

Рівень вищої освіти – Перший бакалаврський

Навчально-професійна програма – Автомобільний транспорт

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ТАМ

проф., д.т.н. Диха О.В.

2023 року

6.03

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Тихому Олександровичу

Прізвище, ім'я, по батькові

Тема проекту (роботи) _____

розробка гальмівного стенду на базі генератора zh 2500»

Виконавець проекту (роботи) Маковкін Олег Миколайович к.т.н., доцент

Прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання

Затверджено наказом університету від 01 березня 2023р. № 5 додаток 26

Термін подання студентом проекту на кафедру 10 червня 2023 року

Вихідні дані до проекту (роботи) Матеріали практики; робочі креслення піджуваних деталей; нормативно – технологічна документація по розбиранню, експлуатації, складанню і регулюванню вузлів гальмівного стенду; вимоги з охорони праці і безпеки роботи при виконанні ремонтних робіт; техніко – економічні показники роботи підприємства.

Міст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Аналіз стану питання; 2 Розробка конструкції гальмівного стенда для підвищення працездатності гальмівної системи автомобіля; 3 Технологічний процес; 4 врахунок ефективності спроектованої конструкції

Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень) _____

Графічна частина роботи представлена у вигляді презентації на слайдах

Консультанти розділів проекту (роботи)


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
<i>Літературний огляд</i>	<i>15.05.2023</i>	
<i>Технологічний розділ</i>	<i>25.05.2023</i>	
<i>Конструкторський розділ</i>	<i>30.05.2023</i>	
<i>Оформлення розрахунково-пояснювальної записки</i>	<i>2.06.2023</i>	
<i>Оформлення презентації бакалаврської роботи</i>	<i>5.06.2023</i>	
<i>Нормоконтроль магістерської роботи</i>	<i>9.06.2023</i>	
<i>Підписання розділів. Затвердження дати захисту</i>	<i>10.06.2023</i>	

мент


Підпис


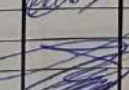
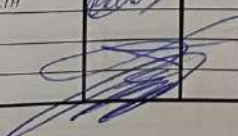
вник проекту (роботи)

Олександр ТИХИЙ
Ініціали, прізвище

Олег МАКОВКІН
Ініціали, прізвище

ЗМІСТ

Вступ.....	6
1 Огляд гальмівної системи автомобіля	7
1.1 Конструкції гальмівних систем автомобіля	7
1.2 Конструкції підсилювача гальмівного приводу	11
1.3 Гальмівні рідини.....	15
1.4 Робота ABS.....	18
2 Стенди для перевірки гальм	19
3 Розробка гальмівного стенда	26
3.1 Технічне завдання.....	26
3.2 Технічна пропозиція.....	27
3.3 Аналіз існуючих конструкцій.....	27
3.4 Посібник з експлуатації.....	32
4 Технологічний процес діагностики гальмівної системи	36
5 Безпека при роботі на гальмівному стенді автомобілів.....	39
5.1. Загальні вимоги з охорони праці та техніки безпеки.....	39
5.2. Вимоги з охорони праці та техніки безпеки перед початком роботи.....	39
5.3. Вимоги з охорони праці та техніки безпеки під час роботи.....	39
5.4. Вимоги безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	40
6 Розрахунки деталей та вузлів роликового гальмівного стенду.....	42
6.1 Контрольні розрахунки для підшипників кочення.....	42
6.2 Розрахунок ефективності електроприводу.....	43
6.3 Розрахунок потужності двигуна.....	44
7 Розрахунок економічної ефективності гальмівних випробувань	46

ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ								
№	Арк	№ док-м	Підпис	Дата	Розробка гальмівного стенду на базі генератора zH 2500	Літ.	Арк.	АкришіВ
Зроб.		Тихий				4	55	
Перевір.		Маковкін						
Реценз.								
Контр.		Бадак			ХНУ група АТс 20-2			
Тверд.		Диха						

Висновок.....	50
Література.....	51
Додатки.....	55

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		5

Вступ

Надійність автомобіля в процесі експлуатації – це надійна, справна гальмівна система автомобіля. Гальмівна система є складним набором компонентів, що забезпечують виконання однієї з найважливіших функцій - правильну зупинку руху. Тому діагностика гальм відіграє дуже важливу роль в експлуатації автомобіля. Провести якісну перевірку цієї системи підручними засобами в гаражі неможливо через технічні обмеження. Однак при правильному використанні гальмівного тестера можна не тільки виявити явні несправності обладнання, а й зробити заміну та ремонт окремих компонентів.

Більшість моделей цього обладнання мають форму платформи-основи з функціональними компонентами, електричною інфраструктурою та цифровими засобами управління робочим процесом. Конструкція утворена металевими панелями, що фіксують місце паркування транспортного засобу. Рух у найбільш поширеному барабанному типі здійснюється за допомогою роликів вузлів. Функціональними компонентами є тумби управління, світлофори, різні датчики, штативи регулювання положення та програмне забезпечення. Деякі виробники пропонують додаткове обладнання, наприклад, генератори звітів (принтери) для гальмівних стендів, базові рами, огорожі та інформаційні табло. Експерти рекомендують приділяти особливу увагу безпеці поводженню з обладнанням.

Метою роботи є розробка конструкції стенда для діагностики гальмівної системи автомобілів.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
						6
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1 Огляд гальмівної системи автомобіля

1.1 Конструкції гальмівних систем автомобіля

Основною функцією гальмівних систем (рис.1.1) на автомобілях потрібні не тільки для безпечного водіння, а й для захисту життя водіїв та інших учасників дорожнього руху. Гальма роблять більше, ніж просто уповільнення або зупиняють автомобіль, коли це потрібно. Сучасні гальмівні системи допомагають покращити керуваність на складних дорожніх покриттях, підвищити маневреність на високих швидкостях та запобігти аваріям.

Однак, щоб гальма функціонували належним чином, вони мають бути в хорошому робочому стані. Тому, згідно із Законом про дорожній рух, не можна керувати транспортними засобами, які мають навіть найменші дефекти гальмівної системи. Це означає, що водії повинні вміти правильно керувати гальмами та розпізнавати симптоми несправності.

Основні вимоги до гальмівної системи автомобіля:

- Висока ефективність - вимірюється відстанню, пройденою при гальмуванні (гальмівний шлях), і забезпечується коротким часом реакції гальмівної системи, достатнім гальмівним моментом і правильним розподілом гальмівних сил між передніми та задніми колесами.
- Стійкість автомобіля при гальмуванні досягається, зокрема, за рахунок одночасного гальмування гальмівного механізму та рівномірного розподілу гальмівних сил по сторонах автомобіля.
- Висока стабільність гальмівного моменту, що забезпечує виконання вищезазначених вимог.
- Узгодженість між кермовим керуванням водія та гальмівним ефектом у всіх режимах гальмування та відпускання.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
						7
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Будова гальмівної системи

Відповідно до Правил ЄЕК ООН № 13 "Єдині правила офіційного затвердження транспортних засобів за характеристиками гальмування" та наведеними вище вимогами до гальмівних систем, транспортні засоби повинні мати наступні декілька гальмівних систем (гальмівна система транспортного засобу - це поєднання пристроїв, призначених для забезпечення певного виду гальмування)

- робоча гальмівна система;
- стоянкова гальмівна система;
- резервні гальмівні системи;
- допоміжні гальмівні системи.

Робочі гальмівні системи дозволяють водієві уповільнити або зупинити транспортний засіб за нормальної експлуатації.

Системи екстреного гальмування дозволяють водієві зменшити швидкість автомобіля або зупинити його у разі несправності робочої гальмівної системи. Для спрощення конструкції незалежні (автономні) резервні системи використовують рідко. Зазвичай цю роль бере на себе ремонтпридатна частина робочої гальмівної системи (привідний контур) або спеціально розроблена стоянкова гальмівна система. На важких автомобілях для підвищення надійності часто використовуються обидва рішення одночасно.

Гальмівні системи стоянки можуть використовуватися для фіксації транспортного засобу на схилах або в місцях, де відсутній водій.

Вторинні гальмівні системи використовуються для підтримки постійної швидкості протягом тривалого часу, переважно на довгих спусках. Фрикційні гальма, що використовуються в інших гальмівних системах, перегріваються і ефективність гальмування вкрай низька. З цієї причини у деяких типах транспортних засобів (автобуси, важкі вантажівки) для

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		9

підтримки безпечної швидкості на довгих спусках використовуються допоміжні механізми, так звані гальма-сповільнювачі.

Автоматичні гальмівні системи автоматично задіяють гальма, якщо причіп випадково відокремлюється від тягача.

Антиблокувальна гальмівна система (ABS) - частина робочої гальмівної системи, що запобігає блокуванню одного або декількох коліс при гальмуванні автомобіля. Гальмівне зусилля, що прикладається до коліс, контролюється датчиками, які відстежують швидкість обертання кожного колеса.

Кожна гальмівна система складається з таких механізмів:

- Гальмівний привід
- Гальмівний механізм
- Підсилювач гальм (якщо з гідравлічним приводом).

Привід гальмівного механізму. Функція гальмівного приводу полягає у передачі енергії від джерела до виконавчого елемента, її дозуванні, щоб він міг гальмувати з необхідною інтенсивністю, і правильному розподілі енергії між різними колісними гальмами. Гальмівні приводи розрізняються на кшталт використовуваної енергії. Існують механічні, гідравлічні, пневматичні, гідропневматичні та електропневматичні типи.

Виконавчий елемент приводу - це пристрій, який перетворює тиск виконавчого елемента приводу на рушійну силу, що використовується для приведення в дію гальма.

Гальмівний механізм - це пристрій, що діє як прямий штучний опір руху транспортного засобу. У всіх гальмівних системах, крім допоміжних, роль гальмівного механізму виконує фрикційний пристрій, який може регулювати момент тертя між частиною гальма, що обертається і нерухомою.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		10

1.2 Конструкції підсилювача гальмівного приводу

Щоб полегшити водієві натискання на гальма та скоротити гальмівний шлях автомобіля, у гідравлічних гальмівних приводах використовується система підсилювачів, яка приводиться в дію вакуумом у впускному трубопроводі двигуна.

Якщо цей підсилювач розташований між педаллю гальма та головним циліндром, він називається вакуумним підсилювачем. Якщо підсилювач безпосередньо вбудований у гідравлічну частину приводу, він називається гідравлічним вакуумним підсилювачем.

Вакуумний підсилювач складається з трьох частин: гідравлічного циліндра, вакуумної камери та керуючого клапана. Циліндр гідропідсилювача, з'єднаний з головним циліндром, переміщає поршень із кульовим клапаном. Поршень з'єднаний з штовхачем за допомогою пальця, який щільно входить в отвір поршня і утворює зазор з отвором штовхача. У поршні зроблений паз для штовхача клапана, який є плоским стрижнем із зубчастим наконечником і може переміщатися відносно поршня на невелику величину. Циліндр має перепускний клапан та патрубок для дегазації. Рух поршня обмежується шайбами з боків вакуумної камери.

Корпус вакуумної камери складається із двох штампованих чашок, з'єднаних хомутом. Кінець мембрани затиснутий між чашками і стискається пружиною, з'єднаною з штовхачем поршня через піддон. Ліва порожнина вакуумної камери перед діафрагмою з'єднана шлангом з порожниною корпусу клапана, що управляє, а права порожнина за діафрагмою з'єднана з впускним трубопроводом двигуна.

Керуючий клапан складається з поршня та мембрани, поміщених між двома частинами корпусу керуючого клапана. У центрі мембрани встановлено сідло вакуумного клапана. Вакуумний клапан та повітряний

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		11

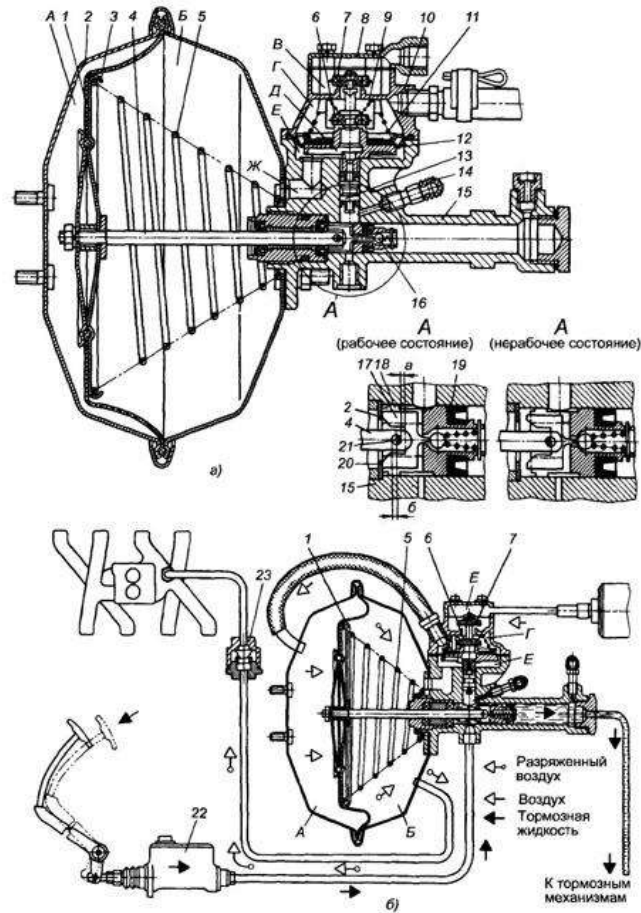
гальмівної рідини, а повітряний клапан знову відкривається через дисбаланс, впускаючи додаткове повітря в ліву частину вакуумної камери. Тиск на мембрану у вакуумній камері збільшується, а разом з ним і зусилля, що надається поршнем на підсилювач циліндр, який знову знаходиться в рівновазі.

При відпусканні гальма тиск рідини, що діє поршень клапана, зменшується. Мембрана клапана опускається, закривається повітряний клапан, а вакуумний клапан відкривається. Ліва камера вакуумної камери з'єднується з правою камерою і тиск в обох камерах стає однаковим. Поворотна пружина мембрани у вакуумній камері повертає штовхач у вихідне положення разом із поршнем гідроциліндра. Товкач клапана зупиняється, коли досягає завзятої шайби і своїм шипом відкриває кульовий клапан.

При зупинці двигуна запірний клапан автоматично від'єднує вакуумний підсилювач від впускної труби, підтримуючи низький тиск у підсилювачі та дозволяючи виконати одне або два гальмування при двигуні, що не працює.

Вакуумний підсилювач. У корпусі підсилювача розташовані мембрана та поршень, які можуть деформуватися при висуванні циліндричної напрямної. У циліндричній частині поршня розташований плоский клапан, який з'єднаний з двома сідлами - зовнішнім та внутрішнім. Зовнішнє сідло відноситься до корпусу поршня і забезпечує поділ лівої та правої порожнин підсилювача. Внутрішнє сідло відноситься до плунжера, з'єданого зі штоком педалі гальма.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
						13
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



а і б - положення кульового крана при непрацюючому та працюючому підсилювачі відповідно; 1 – мембрана; 2 - корпус підсилювача; 3 – тарілка мембрани; 4 – штовхач поршня; 5 – пружина мембрани; 6 - вакуумний клапан; 7 – повітряний клапан; 8 – кришка корпусу клапана управління; 9 – пружина повітряного клапана; 10 - корпус клапана керування; 11 – пружина вакуумного клапана; 12 - мембрана клапана керування; 13 - поршень клапана керування; 14 – перепускний клапан; 15 – циліндр; 16 - кульовий клапан; 17 - штовхач клапана; 18 – поршень; 19 – манжета поршня; 20 - упорна шайба поршня; 21 - палець; 22 - головний циліндр; 23 - стопорний пристрій; А-І – порожнини; а та б - зазори.

Рисунок 1.2 – Гідралічний вакуумний підсилювач для ГАЗ-53-12

Коли педаль відпущена, внутрішнє сідло клапана притискається до клапана, створюючи проміжок між зовнішнім сідлом і клапаном, з'єднуючи

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ

Арк.

14

ліву і праву (від педалі гальма) порожнини каналами і створюючи однаково низький тиск в обох порожнинах.

При натисканні на педаль плунжер вибирає проміжок і разом з поршнем переміщається прямо вліво, штовхаючи перед собою гумовий диск і керуючи головним циліндром. У той же час, зовнішній клапан закривається, а внутрішній відкривається. Повітря проходить через фільтр та канали в порожнину підсилювача праворуч. Різниця тисків між порожнинами передає через пружини зусилля на шток головного циліндра, який прикладає до цього штока водій через педаль, шток та плунжер. Тиск повітря у правій порожнині, що визначає зусилля, створюване підсилювачем, встановлюється у момент закриття внутрішнього клапана.

Недоліком такого підсилювача є те, що він конструктивно пов'язаний з педаллю гальма і тому може бути встановлений лише у моторному відсіку, який у сучасних автомобілях є недостатньо великим. З цієї причини у легкових автомобілях використовуються двомембранні приводи підсилювачів, що дозволяють зменшити діаметр підсилювача.

1.3 Гальмівні рідини

Відповідно до технічних вимог, гальмівні рідини забезпечують стабільну та надійну роботу гальмівної системи. Технічні вимоги до гальмівної рідини встановлюються нормативними документами (стандарти SAE J 1703, FMVSS 116 та ISO 4925). Характеристики гальмівної рідини описані у Федеральному стандарті безпеки автотранспорту США (FMVSS 116), а також у національних нормативних документах. Основні властивості гальмівної рідини відповідають вимогам Міністерства транспорту США (DOT).

Температура кипіння гальмівної рідини

Визначає ступінь стійкості гальмівної рідини до теплових навантажень. Тепло, що виділяється колісним гальмівним циліндром (найвища

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		15

температура у всій гальмівній системі) є важливим параметром для безпечної роботи гальмівної системи. При температурі вище точки кипіння концентрація бульбашок повітря з гальмівної рідини, що випарувалася, може призвести до відмови гальмівної системи.

Температура кипіння водяної пари. Цей параметр є постійною температурою кипіння гальмівної рідини залежно від поглиненої вологи (приблизно 3,5%). При попаданні вологи до гальмівної рідини температура кипіння знижується. Поглинання вологи відбувається переважно за рахунок дифузії вологи через гнучкі трубопроводи гальмівної системи. Внаслідок цього гнучкі з'єднувальні трубопроводи необхідно замінювати через один-два роки.

В'язкість: Для забезпечення надійної роботи гальмівної системи в діапазоні температур від -40°C до $+100^{\circ}\text{C}$ в'язкість гальмівної рідини повинна бути якомога постійною і менше залежати від температури. Особливо важливо підтримувати в'язкість якомога нижчою за дуже низьких температур для антиблокувальних гальмівних систем (ABS), систем контролю тяги (TCS) та електронного програмування стійкості (ESP).

Стискання. Гальмівні рідини повинні зберігати низький рівень стискання під час використання і бути якомога менш схильними до впливу температурних змін.

Захист від корозії. FMVSS 116 встановлює вимоги до захисту гальмівних рідин від корозії. Гальмівні рідини мають бути захищені від корозії шляхом додавання спеціальних присадок.

Набухання еластомерів. Допустиме набухання еластомерів під впливом гальмівної рідини не повинно перевищувати 10%. Навіть найменше забруднення мінеральними маслами, розчинниками або гальмівними рідинами на основі гліколю може зруйнувати гумові вироби (наприклад, ущільнення) та призвести до відмови всієї гальмівної системи.

Хімічний склад гальмівної рідини.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		16

Гліколі. В основі більшості гальмівних рідин лежать різні гліколеві сполуки (двоатомні спирти). Ці сполуки використовуються для виготовлення гальмівних рідин, що відповідають стандартам DOT 3, проте їх надмірна гігроскопічність є причиною швидкого поглинання вологи, що супроводжується падінням температури кипіння гальмівної рідини. Вільна гідроксильна група має бути частково пов'язана з ефіром борної кислоти. >DOT 4 (або 'DOT 4+', 'Super DOT 4') високоякісна гальмівна рідина, яка повністю нейтралізується при реакції з вологою; температура кипіння гальмівної рідини DOT 4 знижується повільніше ніж DOT 3, що збільшує термін її служби.

Рідини на основі мінеральних олій (ISO 7308). Перевагою гальмівних рідин на основі мінеральних масел є те, що вони не гігроскопічні і тому не знижують температури кипіння (негігроскопічний стан). Мінеральні та синтетичні олії, які використовуються в гальмівних рідинах, відбираються з особливою ретельністю. У гальмівну рідину додають спеціальні присадки, щоб її в'язкість по відношенню до температури була якомога нижчою.

Крім палива, нафтова промисловість також постачає ряд присадок для покращення властивостей гальмівної рідини. Додавання гальмівної рідини на основі мінеральної олії не рекомендується в гальмівні системи, що використовують гліколь (і навпаки), щоб уникнути розширення еластомеру.

Силіконові рідини (SAE J 1705). Силіконова рідина в деяких випадках успішно використовується як гальмівна рідина, оскільки вона не вбирає вологу так само, як мінеральне масло. Однак недоліками силіконових рідин є їх значно більша стисливість і погана змащувальна здатність, що обмежує їх застосування як гідравлічні рідини в багатьох гідравлічних системах.

Небажаним наслідком при виборі гальмівної рідини є те, що використання силіконової та мінеральної олії може призвести до накопичення вільної води.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		17

1.4 Робота ABS

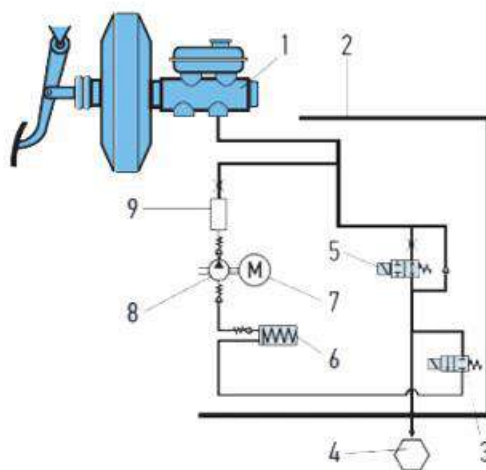
ABS – це система, яка значно підвищує безпеку руху на дорозі.

В даний час кожна сучасна конструкція автомобіля повинна мати антиблокувальну гальмівну систему - робота системи ABS дозволяє водіям уникнути неприємних дорожньо-транспортних пригод. Ця система незамінна для водіїв-початківців.

Основне призначення ABS – збереження стійкості керування при екстремому гальмуванні.

Коли спрацьовує система ABS?

ABS спрацьовує, коли колесо блокується. Це тому, що заблоковане колесо має набагато менше зчеплення з дорогою, ніж колесо, яке ковзає по дорозі. У цьому випадку заблоковане колесо стає некерованим, і гальмівне зусилля також стає некерованим; ABS виконує функцію контролю поведінки колеса: вона регулює зчеплення шин з дорогою, передаючи гальмівне зусилля таким чином, щоб ступінь ковзання колеса по поверхні дороги становив від 15 до 20 %.



1) Головний гальмівний циліндр; 2) Модуль ABS; 3) Електромагнітний клапан розблокування; 4) Гальмовий супорт; 5) Впускний електромагнітний клапан; 6) Акумулятор тиску; 7) Електродвигун насоса; 8) Насос; 9) Камера амортизатора

Рисунок 1.2 – Конструкція системи ABS

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ

Арк.

18

2. Стенди для перевірки гальм

Для проведення інформаційного дослідження необхідно визначити предмет удосконалення. Об'єктом цього дослідження є розробка гальмівного стенду.

Наступним кроком є виявлення передових технологічних рішень, що використовуються в різних галузях науки і техніки, шляхом патентного пошуку, що досягає рівня технологічного розвитку та використання отриманих даних для розробки та модернізації вдосконалених технологічних об'єктів.

Найбільш поширеним типом є комбінована гальмівна діагностика, яка вимірює загальні параметри процесу гальмування, такі як гальмівний шлях, загальне гальмівне зусилля та розподіл між колесами. Гальмівні характеристики автомобіля вимірюються на роликівих стендах чи стендах платформного типу. Під час випробувань на стенді визначаються такі параметри: гальмівні сили, що діють на ліве та праве колесо, синхронне гальмування коліс на одній осі та ефективність гальмування. Гальмівні сили, що діють на кожне колесо, підсумовуються для загальної гальмівної сили. Різниця між гальмівними силами, які діють колеса однієї осі, допускається трохи більше 15% від значення більшої сили. Випробування проводиться у разі відсутності навантаження на автомобіль.

Повна діагностика гальм практично можлива лише на стендовому випробуванні. При стендових випробуваннях встановлюються такі параметри: загальна питома гальмівна сила, час спрацьовування гальм, коефіцієнт нерівномірності гальмівних сил колесах осі. Час асинхронного спрацьовування гальмівних приводів.

Ще одним діагностичним параметром є зусилля в робочих органах приводів гальмівної системи.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		19

В даний час існує кілька методів випробувань та типів випробувальних стендів, включаючи силові роликові гальмівні стенди, інерційні роликові гальмівні стенди та платформні гальмівні стенди.

Існуючі засоби діагностики гальмівної техніки (СТДТ) можна класифікувати за п'ятьма ознаками: використання сили тяги на опорній поверхні колеса, місце розташування, метод навантаження, режим руху колеса та конструкція опорного пристрою.

Усі СТДТ можна розділити на дві основні групи:

1) Стенди, що працюють за рахунок використання сили тяги колеса до опорної поверхні. У цих стендах гальмівний момент, що реалізується, обмежений силою зчеплення колеса з опорною поверхнею стенда, тому в більшості стендів неможливо реалізувати повний гальмівний момент автомобіля;

2) Стенди без зчеплення колеса з опорною поверхнею передають гальмівний момент безпосередньо через колесо або маточину. Цей випробувальний стенд не набув широкого поширення через складність конструкції та погану методику випробувань.

Залежно від ступеня мобільності та місця розташування, СТДТ можна розділити на три типи: стаціонарно встановлені (випробувальні стенди), переносні (підключаються до автомобіля під час діагностики) та тюнінговані (використовуються як додаткове обладнання на автомобілі).

Силові випробувальні стенди та інерційні випробувальні стенди різняться за способом навантаження. Залежно від режиму руху коліс на випробувальному стенді, перша група силових стендів може мати або колеса, що частково обертаються, або колеса, що повністю обертаються. Перший режим зазвичай уражає платформних стендів, а другий - всім інших.

Залежно від конструкції опорної системи стенди можна поділити на платформні, роликові та стрічкові з осьовою підвіскою коліс і без неї.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		20

Приводні стенди мають низку істотних недоліків, що перешкоджають їх широкому застосуванню. Наприклад, при випробуваннях не враховується вплив швидкості руху на коефіцієнт тертя ковзання та динамічні ефекти гальмівних систем. Результати вимірювань сильно залежать від положення колеса на випробувальному стенді, опорної поверхні та положення протектора колеса. Вимірюються лише сили ковзання загальмованого колеса.

Платформні інерційні стенди - це досконаліші випробувальні стенди з рухомою (по одній загальній під кожну сторону або під кожне колесо) платформою для кращого опису динаміки гальмівних сил у реальних умовах порівняно з силовими платформними стендами. Для вимірювань використовується інерція автомобіля, і немає потреби в окремому приводному пристрої. Однак такі випробувальні стенди мають суттєві недоліки, включаючи необхідність у просторі для розгону автомобіля, зниження безпеки операцій під час діагностики, а також менш точну та надійну діагностичну інформацію.

Платформні інерційні стенди призначені для загальної експрес-діагностики гальмівних систем автомобілів. Він складається з чотирьох рухомих платформ з пазами, якими автомобіль рухається зі швидкістю 6-12 км/год і зупиняється різким гальмуванням. Під дією інерції автомобіля та сил тертя між шинами та поверхнею платформи, платформи переміщуються пропорційно до гальмівного зусилля, яке сприймається рідинними, механічними та електронними датчиками та реєструється вимірювальними приладами, встановленими на панелі.

Більшість стендів для випробування гальм – роликові. Найбільш широко використовуються діагностичні стенди, засновані на методі сили, які можуть вимірювати зусилля на педалі, час спрацьовування гальма, стан гальмівної накладки та робочої поверхні барабана, а також еліптичність. Більшість таких стендів імітують швидкості 2-5 км/год (рідко до 10 км/год), змушуючи обертатися гальмівні колеса автомобіля, але при низьких

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		21

швидкостях (менше 5 км/год для гідравлічного приводу та менше 2 км/год для пневматичного) гальмівні сили, що створюються на стенді, відповідають реальним, що діють у дорожніх умовах. Дослідження показали, що вона більша. Хоча достовірність цього параметра зростає зі збільшенням швидкості, необхідно враховувати, що використання високошвидкісних роликів приводів вимагає збільшення потужності електродвигуна і значного збільшення вартості випробувального стенда.

Платформенні випробувальні стенди для гальмування набули широкого поширення, в основному завдяки своїй низькій вартості. Однак на інерційних стендах оцінюється вся гальмівна поверхня гальмівного механізму, оскільки колесо здійснює як мінімум один оберт під час гальмування. Крім того, на платформенних стендах через низьку початкову швидкість гальмування (з метою безпеки) та інтенсивне і швидке гальмування (через обмеження гальмівного шляху, що визначається довжиною гальмівної колодки), гальмування відбувається на частині гальмівної поверхні гальмівного механізму, що неприйнятно з точки зору оцінки безпеки транспортного засобу. Крім того, надмірне гальмування (з причин, зазначених вище) спотворює реальну фізичну картину гальмування транспортного засобу, а ГОСТ 25478-91 вимагає, щоб кожне вимірювання гальмування проводилося не менше двох разів. Це означає, що випробування мають бути відтвореними в аналогічних умовах. З іншого боку, на платформному стенді початкова швидкість визначається водієм і може значно змінюватися. На платформних стендах початкова швидкість автомобіля не відповідає правилам дорожнього руху та ГОСТ 25478-91, що означає, що кінетична енергія менша за енергію, необхідну для правильної оцінки гальмівної системи, і для розсіювання енергії необхідно докладати максимального зусилля на педаль гальма. Ні. Для розсіювання енергії не потрібно докладати максимального зусилля на педаль гальма. Тому

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		22

платформний стенд завищуватиме питому гальмівну силу і занижуватиме силу, прикладену до гальмівного приводу.

Роликові гальмівні стенди. Роликові гальмівні стенди дають точніші результати. При кожному повторенні випробування точна установка початкової швидкості гальмування зовнішнім приводом гарантує, що умови (особливо швидкість обертання колеса) будуть такими самими, як і раніше. При випробуванні силового роликового гальма вся гальмівна поверхня також перевіряється так звану " овальність " , тобто. нерівномірність гальмівного зусилля на оборот колеса. Випробування на роликових стендах гальмівних також гарантують, що фізичний малюнок гальм не порушується при передачі сил ззовні від гальмівного стенда. Навіть якщо в автомобілі відсутня кінетична енергія, гальмівна система повинна поглинати енергію, що передається ззовні. Та ж логіка може бути застосована при оцінці робочого зусилля гальмівної системи. Є ще одна важлива умова. Це безпека випробування. З цієї точки зору найбезпечніші випробування проводяться на роликових гальмівних машинах. Якщо гальмівна система відмовиться під час дорожніх випробувань або на платформному гальмівному стенді, ймовірність виникнення аварії дуже висока. Крім того, ГОСТ 25478-91 обмежує зусилля, що прикладається до педалі виконавчого гальмівного механізму та клапану управління гальмом стоянки. Ця величина визначає зусилля приводу гальмівної системи, необхідне для розсіювання кінетичної енергії автомобіля, що уповільнюється, в теорії гальмування. Загалом платформні гальмівні стенди підходять для швидкої вхідної діагностики в майстернях, але не для детальної діагностики.

Роликові стенди складаються з двох основних компонентів: опорно-привідного блоку (SDU) та вимірювального блоку (MU). Роликові стенди підходять для одновісних автомобілів. Повнопривідні автомобілі схильні до великих похибок через особливості їхньої трансмісії. Повнопривідні автомобілі мають постійний або вимкнений привід на другій осі; у другому

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		23

випадку повний привід має бути вимкнено. Найбільші труднощі виникають у разі постійного приводу: чотири колеса постійно пов'язані між собою, що означає, що гальмівний момент передається від одного колеса до іншого, залежно від ступеня блокування міжосьового та міжколісного диференціалів. Наприклад, міжосьовий диференціал типу Torsen у AudiQuattro має ступінь блокування близько 30%. Тому навіть коли педаль гальма не натиснута, колеса однієї осі гальмуватимуть колеса іншої осі на 30 %, а міжосьовий диференціал розподілятиме цей крутний момент порівну на ліве та праве колеса. Це зменшує відносну величину різниці у гальмівному зусиллі між колесами, що означає, що виміряні значення не відображають реальної ситуації.

Щоб уникнути цієї помилки, у повнопривідних автомобілях використовується система, в якій барабани обертаються у різних напрямках. Таким чином, вал трансмісії фіксується, а колеса обертаються диференціалом. Оскільки гальмівний ефект при обертанні коліс вперед і назад може бути різним, вимірювання необхідно проводити двічі. Тому спочатку вимірюється гальмівний момент одному колесі, та був іншому. Для досягнення точніших вимірювань використовуються спеціальні датчики зусилля на педалі гальма.

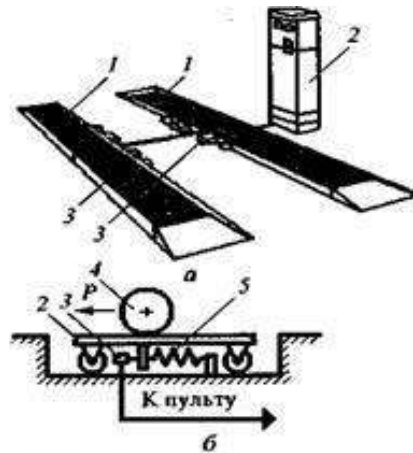
Крім диференціалів з обмеженим ковзанням, у повнопривідних автомобілях широко використовуються в'язкі муфти. Вони теж передають крутний момент з однієї осі на іншу, але ступінь блокування залежить від різниці в швидкості обертання осей. Тому гальмівна сила таких автомобілів має вимірюватися на низьких швидкостях, де гальмівний момент муфти малий.

Недоліком роликів є те, що площа контакту між шиною та роликом має відносно невеликий діаметр, який значно відрізняється від площі контакту на рівній асфальтованій поверхні. В результаті результати вимірювань

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		24

виявляються нижчими за реально досяжні. Тому використовуються два ролики на кожне колесо.

Інерційний гальмівний стенд. Інерційний гальмівний тренажер (рис. 2.1) створює умови гальмування максимально наближені до реальних. Імітатор складається з двох рухомих платформ із рифленими поверхнями. Автомобіль розміщується на платформах зі швидкістю 6...12 км/год. Автомобіль зупиняється на швидкості 12 км/год, а потім піднімається на платформу за допомогою екстреного гальмування. Внаслідок дії сили інерції P та сили тертя між шинами та поверхнею платформи, рух платформи пропорційно силі гальмування. Цей рух реєструється датчиком 3 та записується вимірювальним приладом.



а – загальний вигляд; б – принцип роботи; 1 – рухома платформа; 2 – пульт; 3 – датчик; 4 – колесо; 5 – пружина

Рисунок 2.1 – Платформенний інерційний стенд

Через високу вартість самого стенду, його недостатню безпеку, трудомісткість і те, що діагностика займає занадто багато часу, цей стенд рентабельний тільки на великих підприємствах.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		25

3 Розробка гальмівного стенда

3.1 Технічне завдання

Розроблювальний виріб буде використовуватися для діагностики гальмівної системи причепів та автомобіля.

Існує проблема діагностики гальмівної системи габаритної техніки у міських умовах. Затрати на перегонку автомобілів, причепів у діагностичні центри. Актуальною задачею, на мою думку, було б створення мобільного діагностичного центру.

Розробка гальмівного стенда проводиться за завданням кафедри «Трибології, автомобілів та матеріалознавства» у рамках виконання випускної кваліфікаційної роботи з напрямку підготовки 274 «Автомобільний транспорт».

Конструктивні вимоги, запропоновані до стенда:

1. діагностичний стенд має бути невеликих габаритних розмірів, що забезпечить його мобільність;

2. привід, що забезпечує обертання колеса, повинен підбиратися виходячи з потужності, яка повинна бути достатньою для розкручування колеса;

3. для досягнення необхідної швидкості обертання колеса необхідно передбачити регулятор;

4. діагностика гальмівної системи повинна здійснюватись в автоматичному режимі;

5. рама стенду має бути жорсткою;

6. діагностичні вузли мають розкладатись без складнощів.

Очікуваний термін служби 30 років з урахуванням обслуговування устаткування, яке необхідно проводити не рідше одного разу в півроку.

Ескіз стенду необхідно розробити на підставі технічної пропозиції.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		26

Кожне технічне рішення має бути опрацьовано та порівняно у кількох варіантах (не менше двох) та визначено найбільш перспективний варіант технічного рішення. Результати аналізу мають бути представлені письмово з додатком ескізу. Розрахунки мають бути виконані кожної критичної (навантажувальної) частини вузла з метою перевірки придатності устаткування виконання передбачених завдань.

Для проведення експертизи керівнику проекту мають бути надані технічні специфікації, технічні пропозиції, ескізні проекти, розрахунки, креслення генерального плану та інша проектна документація.

3.2 Технічна пропозиція

Отримано завдання для розробки гальмівного стенду для перевірки працездатності гальмівної системи автомобільного транспорту. Передбачено, що робота на стенді повинна включати діагностику гальмівної системи. Характеристики, що вимірюються, повинні вимірюватися в автоматичному режимі без ролі оператора. У завдання оператора входить фіксація агрегату та аналіз отриманих параметрів. Розробка заснована на інформаційному пошуку, що здійснюється на основі технічного рішення, вибраного для цієї установки. Під час підготовки технічної пропозиції з пристрою було проведено огляд технічної літератури з виявлення існуючих зразків, аналогічних чи мають схожі цілі. В даному розділі розглянуті найбільш застосовувані випробувальні стенди, їх характеристики та конструкція з точки зору застосування

3.3 Аналіз існуючих конструкцій

Робота гальмівного стенду заснована на аналізі гальмівної сили, що виникає під час підтягування коліс загальмованого транспортного засобу до

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		27

робочої поверхні стенда. Існує два типи гальмівних стендів: платформенні та роликові.

На рис. 3.1 показано приклад гальмівного стенду легкових автомобілів.



Рисунок 3.1 – Платформенний стенд для випробування гальм легкових автомобілів Neка Univers A4.

Стенд оснащений двома випробувальними стендами на вісь, обладнаними датчиками, і чотирма колонками приладів, з'єднаними зі стендом електричними кабелями.

Стенд для випробування гальм на ділянці може вимірювати гальмівну силу на кожному колесі (для звичайного та ручного гальм) та різницю в гальмівній силі на кожній осі.

У ході діагностики автомобіль на швидкості 6-10 км/год наїжджає колесами на платформу випробувального стенду та натискає на гальма. Вимірювання гальмівної сили ґрунтується на вимірюванні переміщення платформи, викликаного інерційними силами системи "автомобіль-платформа" та силами тертя між шинами та поверхнею платформи. Цей рух пропорційно до загальної гальмівної сили автомобіля і реєструється датчиками, розташованими під вимірювальною платформою. Сигнали датчиків надходять на комп'ютер, який виводить значення максимальної гальмівної сили з інтервалом в 0,05 секунд на дисплей і принтер, який

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		28

підсвічує порушення гальмування на кожній осі і показує відсоток ефективності гальмування.

Основними перевагами зонального гальмівного тестера є

- Короткий час, необхідний вимірювання.
- Можливість тестування всіх типів повнопривідних автомобілів.
- Простота встановлення.

До недоліків таких випробувальних стендів відносяться:

- потрібна велика площа для розміщення стенду та для розгону автомобіля перед заїздом на стенд;
- залежність точності вимірювання гальмівного зусилля від усунення автомобіля щодо осей випробувального стенда;
- Недостатня безпека при роботі з автомобілями, що рухаються на випробувальному стенді;
- відсутність можливості визначення конкретної гальмівної сили, що додається до кожного колеса;
- немає можливості виміряти гальмівне зусилля гальма стоянки при запуску автомобіля;
- неможливо визначити зусилля на педалі гальма; Немає можливості визначити гальмівне зусилля на кожному колесі; Немає можливості виміряти гальмівне зусилля гальма стоянки при запуску автомобіля.

Роликові гальмівні стенди рис. 3.2 нині є найпоширенішим типом гальмівних тестерів. Роликові гальмівні стенди перевіряють такі параметри, як гальмівна сила на кожному колесі, питома гальмівна сила, коефіцієнт нерівномірності гальмівної сили, зусилля на виконавчому механізмі (педаць, ручне гальмо), час спрацьовування гальмівної системи та гальмівний шлях. Крім того, вимірюється вага кожного колеса.

Симулятор забезпечує наступні режими управління: гальмо для робочих випробувань, аварійне гальмо і гальмо стоянки.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		29



Рисунок 3.2 – Автомобільний роликівий гальмівний стенд Hoffmann

Гальмовий роликівий стенд складається з наступних компонентів, які виготовляються окремо та з'єднуються між собою електричними кабелями: силова шафа, вимірювальний стіл з панеллю керування та дисплеєм або реєстратором даних, один або два опорні ролики.

Роликівий гальмівний стенди виготовляються для легкових автомобілів, вантажівок та автобусів, мотоциклів та інших двоколісних транспортних засобів. Гальмівні стенди для легкових автомобілів встановлюються в ями з гладкою підлогою, для вантажних автомобілів - оглядовими ями, а для мотоциклів - безпосередньо на підлогу.

Основною частиною стенду для випробування гальмівних роликів є опорно-роликівий блок. На рамі блоку розташовані пара опорних і приводних роликів, привід, пристрій вимірювання гальмівного зусилля, пристрій зважування і два пристрої вимірювання опорного зусилля, кожен з яких включає датчик контактної колеса.

Принцип вимірювання гальмівної сили автомобіля заснований на балансі між крутним моментом, створюваним приводом випробувального стенда і поданим на ролики, і гальмівним моментом автомобіля, обумовленим силами, що діють на гальмівні колодки і барабан або диск і диск кожного колеса.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		30

Найбільш важливими перевагами роликкових гальмівних випробувальних стендів є

- Високоякісні результати. Повторне випробування в таких самих умовах, як і попереднє випробування (особливо важливо дотримуватися швидкості обертання колеса);

- дозволяє провести повний огляд гальмівної поверхні при оцінці гальм; і

- У роликкових гальмівних випробувачах зусилля передається ззовні, а гальмівна система поглинає енергію (навіть попри відсутність кінетичної енергії випробуваного автомобіля);

- Випробувальний автомобіль має нульову кінетичну енергію і тому є безпечнішим.

До недоліків роликкових гальмівних випробувачів належать

- Площа контакту між роликом і шиною, що має відносно невеликий діаметр, значно відрізняється від площі контакту під час руху по рівному асфальту;

- Роликові гальмівні стенди трохи дорожчі, ніж платформні.

Випробувальні стенди можуть використовуватися інспекторами ВТК, інспекторами з безпеки дорожнього руху та співробітниками дорожньої інспекції в автомайстернях, автотранспортних підприємствах та на станціях технічного огляду для перевірки гальмівної системи автомобілів за допомогою діагностичних приладів під час руху, при випуску на лінію та під час руху.

Розглядаючи плюси та мінуси платформених та роликкових гальмівних стендів, ми зупинили свій вибір на роликковому гальмівному стенді, який дозволяє визначити більше параметрів під час руху, які необхідні для перевірки технічного стану гальмівної системи автомобіля.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		31

момент від балансирних редукторів 3 з лівої і правої сторони на колеса автомобіля. Ролики мають рифлення задля досягнення максимального зчеплення. Між кожною парою опорних роликів 2 розташований опорний ролик 5, якого підключені датчик зіткнення 7 і датчик блокування 6. Датчик зіткнення призначений для виявлення присутності транспортного засобу на опорних роликах, а датчик ковзання - для контролю швидкості обертання коліс і визначення моменту початку прослизання коліс діагностичної осі відносно опорних роликів.

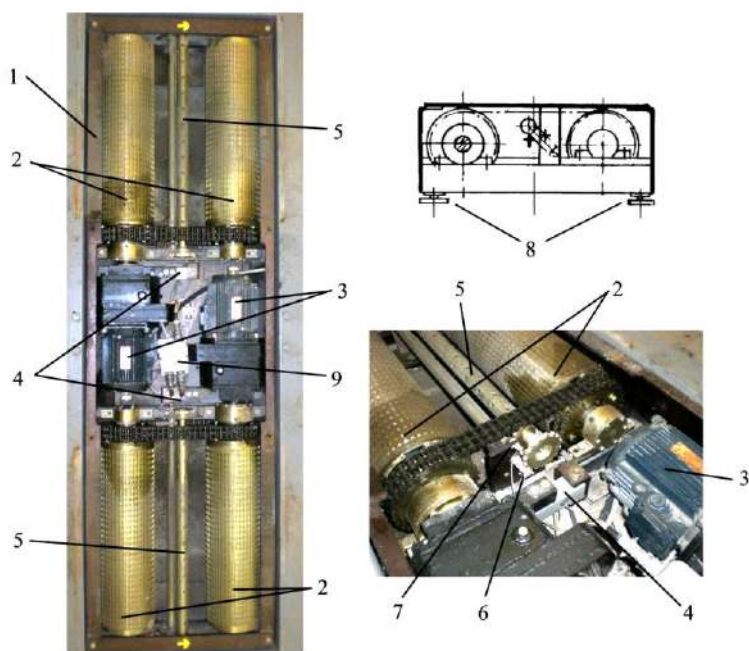


Рисунок 3.4 – Роликовий блок: 1 – сталева рама, 2 – опорний ролик, 3 – збалансований двигун-редуктор, 4 – датчик сили гальмування, 5 – притискний ролик, 6 – датчик блокування, 7 – датчик зіткнення, 8 – датчик ваги, 9 – контролер датчика

При гальмуванні коліс транспортного засобу через ролик 2 шарнірний мотор-редуктор 3 передається момент реакції, пропорційний гальмівному зусиллю. Момент реакції на корпусі мотор-редуктора викликає відхилення мотор-редуктора положення рівноваги. Це зусилля передається на тензOMETричний датчик через 4 важіль в корпусі мотор-редуктора.

Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ

Арк.

33

Електричний сигнал датчика, який пропорційний гальмівному зусиллю колеса, передається на контролер 9.

Контролер датчика 9 перетворює і посилює сигнал датчика, перетворює аналоговий сигнал датчика цифровий код, передає значення на ПК стійки управління і виконує первинну обробку даних датчика для подальшої обробки результатів.

Управління стійкою здійснюється з пульта управління (рис. 3.3), на передній панелі якого (рис. 3.5) розташовані монітор 1, системний блок 6 та лазерний принтер 5. На горизонтальній стороні стійки розташовані кнопки "аварійного зупинки" 2, "стоп" 7 і "пуск" 8. Під час роботи є клавіатура 3 і маніпулятор "миша" 4.

У задній частині стійки управління (рис. 3.6) знаходиться силова панель для підключення стенда до мережі та захисту його від перевантажень, із загальним силовим вимикачем "Мережа", диференціальним автоматичним вимикачем з пристроєм захисного відключення та автоматичними вимикачами для лівого та правого мотор-редуктора та мережі ПК. Нижче автоматичних вимикачів на задній панелі розташовані індикатори: трифазної та 12-вольтової постійної напруги, три світлодіодні індикатори несправностей: перекіс фаз, неправильна фаза, індикація несправності USB-адаптера або системного блоку.



Рисунок 3.5 – Вид на стійку керування з відкритими дверцятами. Вигляд спереду: 1 – екран монітора, 2 – кнопка аварійної зупинки, 3 –

клавіатура, 4 – блок управління мишею, 5 – лазерний принтер, 6 – системний блок, 7 – кнопка стоп, 8 – кнопка СТАРТ.

Управління стендом здійснюється за допомогою ПК: системний блок ПК управляє роботою мотор-редуктора гальмівного тестера, отримує інформацію від контролера датчиків про поточні значення сигналів датчиків гальмівного тестера і виконує подальшу обробку та відображення результатів вимірювань.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		35

4 Технологічний процес діагностики гальмівної системи

- Перевірка тиску у шинах автомобіля та за необхідності відрегулювати його.
- Перевірка шини на наявність пошкоджень або розшарування протектора (що може спричинити пошкодження шини при гальмуванні на випробувальному стенді).
- Огляд коліс автомобіля, щоб переконатися, що вони надійно закріплені та, що між подвійними колесами немає сторонніх предметів.
- Автомобіль розташовується на стенді так, щоб маса осі становила не менше 90% максимально допустимої (зазначеної в інструкції з експлуатації або на спеціальній табличці, прикріпленій до автомобіля). Оскільки навантаження зазвичай потрібно лише на задню вісь автомобіля, її можна виконувати після перевірки гальм на передній осі.

Для навантаження на осі деяких автомобілів можна використовувати баласт зі спеціально підготовленою та відкаліброваною масою на задньому сидінні або на підлозі салону або в багажному відділенні (якщо таке є).

- Ступінь нагрівання гальмівних компонентів осі під час випробування оцінюється за допомогою органолептичного дослідження. Температура гальмівних компонентів не повинна перевищувати 100 °С. Оптимальними вважаються умови, за яких незахищена рука людини може перебувати у прямому контакті з нагрітим гальмівним барабаном (диском) протягом тривалого часу. При проведенні таких експертиз необхідно дотримуватися запобіжних заходів.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

- Встановлюють на педалі гальма пристрій (датчик зусилля) для контролю параметрів гальмівної системи при досягненні керуючого приводу заданого робочого зусилля.
- Вказують автомобіль для перевірки у відповідному меню програми керування гальмами та відображають його як поточний вимір. Необхідно переконайтеся, що кількість осей, тип, категорія та рік випуску транспортного засобу правильно введені у вихідні дані.

Процедура вимірювання гальмівної системи.

- Заведіть автомобіль на роликовий агрегат з віссю, що перевіряється, і встановіть важіль перемикачів передач в нейтральне положення. Якщо автомобіль оснащений приводами на кілька осей, розблокуйте міжосьовий привод. Вимкніть примусове блокування міжосьового диференціала (якщо встановлено).
- Увімкніть ролик на випробувальному щиті. В результаті на моніторі відобразиться поточне значення опору колеса, що обертається без задіяних гальм.
- Злегка натисніть на педаль гальма, щоб загальмувати та зупинити робочу гальмівну систему. Після того, як ролик випробувального стенда зупиниться, вимкніть гальмо. Якщо ролик не зупинився, натисніть на педаль до упору, зачекайте 3-5 секунд і відпустіть педаль. При вимірі кутів повороту провідної осі зверніть увагу на її бічне переміщення та компенсуйте його відповідним поворотом кермового колеса.
- Записують результати вимірів.
- Проводиться повторне вимірювання. Якщо результат виміру трохи відрізняється від попереднього, то його можна пропустити. Якщо різниця значна, вимірювання повторюють. Коли результат виміру стабілізується, зупиняють його вимір. Результат останнього виміру є остаточним результатом.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		37

- Вимикають привід роликового блоку (якщо це не було зроблено автоматично під час вимірювання).
- Вимірюють стояночну гальмівну систему та робочу гальмівну систему.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		38

5 Безпека при роботі на гальмівному стенді автомобілів

5.1. Загальні вимоги з охорони праці та техніки безпеки

По можливості зону гальмівного стенду слід позначити кольоровим маркуванням на огорожі або підлозі або написом "УВАГА! ПЕРЕВІРКА!".

Якщо обладнання для випробування гальм розташоване в зоні руху цеху або в зоні вільного доступу, важливо накривати або захищати стенд для випробування гальм, коли він не використовується.

Якщо обладнання для випробування гальм перебуває в "сплячому" режимі, головний вимикач повинен бути заблокований, щоб уникнути несанкціонованого використання.

5.2. Вимоги з охорони праці та техніки безпеки перед початком роботи

До роботи на випробувальному стенді допускаються особи віком від 18 років, які не мають медичних протипоказань, пройшли вступний інструктаж та навчання на робочому місці та мають групу з електробезпеки 1.

Необхідно стежити за тим, щоб під час проведення випробувань ніхто не був поруч із катком, а оператор сидів у машині.

5.3. Вимоги з охорони праці та техніки безпеки під час роботи

Слідкуйте за тим, щоб під час роботи гальмівного стенду ніхто не стояв поруч із роликком, що обертається.

Забороняється проводити регулювальні роботи під час обертання роликів

Не використовуйте моторний привід гальмівного стенду для запуску двигуна

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		39

Не паркуйте автомобіль, особливо на приводному валу, на передачі або з увімкненим запалюванням (або вимкненим запаленням для дизельних автомобілів), оскільки пускова дія ролика може запустити двигун автомобіля та створити небезпеку виходу з-під контролю автомобіля.

"Аварійний режим роботи" повинен використовуватися лише тоді, коли транспортний засіб має з'їхати з роликів, якщо під час роботи пошкоджено гальмівний стенд.

Ключ аварійного режиму роботи повинен бути вилучений з індикаторної коробки та захований у надійному місці, щоб уникнути несанкціонованого використання.

При включенні "автоматичного режиму роботи" ролик починає обертатися, як тільки автомобіль в'їжджає на гальмівний стенд. Тому передавач повинен бути всередині автомобіля, щоб в екстреній ситуації стенд можна було вимкнути з місця водія.

Неправильне поводження з передавачем може призвести до випадкового увімкнення роликів.

5.4. Вимоги безпеки у надзвичайних ситуаціях

У разі виникнення аварійної ситуації, що загрожує здоров'ю або життю оператора, повідомте оточуючих про небезпеку, припиніть усі роботи, доповісти безпосередньому керівнику та дотримуйтесь його вказівок.

У разі несправності припиніть роботу обладнання та подачу живлення на обладнання. Доповісти безпосередньому керівнику (відповідальному за безпечну експлуатацію обладнання) та діяти відповідно до його вказівок.

При нещасному випадку або гострому захворюванні (отруєнні) на виробництві надати першу допомогу потерпілим, за необхідності доставити їх до медичного закладу та негайно доповісти безпосередньому керівнику.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		40

При ураженні працівника електричним струмом використовувати діелектричний пристрій, вжити запобіжних заходів і негайно звільнити постраждалого від дії електричного струму.

При виявленні ознак пожежі (горіння, дим, запах гару, підвищення температури тощо) кожен працівник зобов'язаний негайно повідомити пожежну охорону, назвати адресу будівлі, місце пожежі, своє прізвище та вжити всіх можливих заходів щодо евакуації людей, гасіння пожежі та захист матеріальних цінностей. Негайно повідомити про те, що сталося безпосередньому керівнику.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
						41
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

6 Розрахунки деталей та вузлів роликового гальмівного стенду

6.1 Контрольні розрахунки для підшипників кочення

Опорні ролики працюють у підшипниках кочення. Підшипники кочення повинні бути перевірені на потрібну вантажопідйомність. При проектуванні передбачається, що опора обертається складається з двох підшипників 304 ДСТУ 8338-75.

Основним критерієм довговічності підшипника кочення є його динамічна та статична вантажопідйомність. Номінальний ресурс (термін служби) підшипників у мільйонах оборотів визначається за такою формулою:

$$L = \left(\frac{C}{P} \right)^m, \quad (6.1)$$

де:

C - динамічна вантажопідйомність підшипника, що вказана в каталозі, кН;

P – еквівалентне навантаження, Н;

m - показник ступеня вибирається залежно від типу підшипника: m = 3 для кулькових підшипників та m = 3,33 для роликів підшипників.

Основна довговічність визначається наступним рівнянням

$$L = \frac{10^6 \times L}{60 \times n} = \frac{10^6}{60 \times n} \times \left(\frac{C}{P} \right)^m \text{ год.} \quad (6.2)$$

де n – число оборотів валу.

За такої конструкції підшипники повинні бути перевірені на статичні навантаження.

Максимальне зусилля, яке сприймається кожним підшипником, визначається наступним рівнянням

$$F = \frac{9,8 \cdot K \cdot M}{n}, \text{ Н} \quad (6.3)$$

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		42

де:

n – кількість підшипників;

M – максимальна маса стійки $M = 500$ кг.

K – коефіцієнт безпеки $K = 1,5$.

Отже.

$$F = \frac{9,8 \cdot 1,5 \cdot 500}{8} = 918,75, \text{ Н}$$

Основні параметри підшипника 304 ДСТУ 8338-75:

- Основні параметри підшипників 304 ДСТУ 8338-75: Посадковий діаметр підшипника на валу $d=20$ мм;
- Посадковий діаметр підшипника в корпусі $d=52$ мм;
- Висота підшипника $B=15$ мм;
- Динамічна вантажопідйомність $C=15,9$ кН;
- статична вантажопідйомність $C_0 = 7,8$ кН.

Таким чином, коефіцієнт статичної вантажопідйомності підшипника

$$k = \frac{C_0}{F} \quad (6.4)$$

де:

C_0 – динамічна вантажопідйомність;

F - максимальне зусилля, яке сприймається кожним підшипником.

$$k = \frac{7800}{918,75} = 8,5$$

Цей підшипник забезпечує необхідний запас міцності. Цей підшипник підходить для даного обладнання.

6.2 Розрахунок ефективності електроприводу

ККД приводу розраховується за такою формулою

$$\eta_{пр} = \eta_{цеп.пер} \cdot \eta_{ред} \cdot \eta_{муфт} \quad (6.5)$$

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

де:

$\eta_{\text{цеп.пер}}$ - ККД ланцюгової передачі, 0,97;

$\eta_{\text{муфт}}$ - ККД муфти, 0,98;

$\eta_{\text{ред}}$ – коефіцієнт корисної дії редуктора.

Визначимо ККД редуктора:

$$\eta_{\text{ред}} = \eta_{\text{зуб.пер}} \cdot \eta_{\text{пер.масла}} \cdot \eta_{\text{под.кач}}^2 \quad (6.6)$$

де:

$\eta_{\text{зуб.пер}}$ - ККД циліндричних передач, 0,97;

$\eta_{\text{пер.масла}}$ - ККД масляної передачі, 0,98;

$\eta_{\text{под.кач}}$ – ККД підшипників кочення, 0,99.

$$\eta_{\text{ред}} = 0,96 \cdot 0,98 \cdot 0,99^2 = 0,94$$

Результати наведені нижче:

$$\eta_{\text{пр}} = 0,97 \cdot 0,94 \cdot 0,98 = 0,89$$

6.3 Розрахунок потужності двигуна

Щоб з'ясувати, чи відповідає потужність двигуна максимальному гальмівному зусиллю, яке можна виміряти на конкретному гальмівному стенді, необхідно виконати контрольний розрахунок.

Потужність двигуна визначається в залежності від реалізованого максимального гальмівного зусилля і визначається за такою формулою

$$P = \frac{P_{\tau \max} \cdot V_a}{270 \cdot 1,36} = 0,00272 \cdot P_{\tau \max} \cdot V_a, \text{ кВт} \quad (6.7)$$

де:

P – необхідна потужність електродвигуна, кВт;

$V_a = 5$ – швидкість автомобіля, км/год;

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

$P = 10$ – максимальна гальмівна сила, кН.

$$P = 0,0272 \cdot 10^4 \cdot 5 = 1,37 \text{ кВт}$$

Для створення мобільності гальмівного стенду потрібно забезпечити даний пристрій незалежним джерелом живлення. Згідно із завдання це має бути генератор типу MAX Power ZH2500.

Основні характеристики MAX Power ZH2500

- Тип: бензиновий генератор змінного струму
- Кількість фаз: 1
- Частота струму, Гц: 50
- Номінальна напруга: 220 В
- Максимальна потужність, кВт (к.с.): 2,2 (2,99)
- Макс. потужність, кВт: 2,2
- Номінальна потужність, кВт (к.с.): 2,0 (2,72)
- Номінальна потужність, кВт: 2

Двигун ZH160

- Тип: 4-тактний, одноциліндровий
- Система ручного запуску
- Об'єм у кубічних дюймах: 163
- Об'єм палива, л15
- Паливо: бензин
- Витрата палива 0,55 л/год

Потужність даного генератора (Номінальна потужність, кВт: 2) цілком достатня для забезпечення мобільної роботи гальмівного стенду, необхідна потужність $P=1,37$ кВт.

Результати розрахунків показують, що потужності цього двигуна достатньо для вимірювання максимального гальмівного зусилля.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		45

7 Розрахунок економічної ефективності гальмівних випробувачів

Розрахунок економічної ефективності гальмівних випробувачів

Вартість сировини та основних матеріалів розраховується за наступним рівнянням

Рівняння (7.1) [18, 19, 20]:

$$M = C_m \cdot Q_m \cdot \left(1 + \frac{K_{мз}}{100}\right) \quad (7.1)$$

Розрахунок витрат на сировину та основні матеріали представлений у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Витрати виробництво проекрованої продукції

Найменування матеріалу	Одиниці вимірювання	Кількість	Заготівельна Ціна, грн.	Вартість, грн.
Трубний прокат асортимент	кг	140	34	4760
Трубний прокат, d=140x132	кг	45	34	1530
Кутник 32x32	кг	50	34	1700
Бронза	кг	2	420	840
Листовий метал у асортимент	кг	30	42	1260
Консистентне мастило Літол24	кг	0,5	280	140
Грунтівка	кг	4	280	1120
Емаль ПФ-115	кг	5	360	1800
Інше		-	500	500
Сума				13650

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		46

Метод калькуляції собівартості готових деталей та напівфабрикатів
 Напівфабрикати, що використовуються для комплектації виробу,
 розраховуються за такою формулою

$$P_{II} = C_i \cdot n_i \cdot \left(1 + \frac{K_{mз}}{100}\right) \quad (7.2)$$

Розрахунок витрат на готові деталі та напівфабрикати наведено у таблиці 7.2.

Таблиця 7.2 Вартість стандартних придбаних компонентів

Найменування комплектуючих	Кількість	Заготівельна ціна, грн.	Вартість, грн.
Болти М8х16	12	14	168
Гайка М8	12	8	96
Шайба	12	3	36
Кріплення	-	-	550
Шпонка призматична	4	12	48
Вимикач автоматичний	1	800	800
Пневмоподушка	2	4200	8400
Мотор-редуктор ГОСТ 19523-81	2	14000	28000
Манжета ГОСТ 8752-79	2	50	100
Ланцюг зубчастий	2	1700	3400
Муфта МУВП ГОСТ 13254-75	2	650	1300

Підшипник № 304	8	210	1680
Електричний кабель	3,5	38	133
Роз'єм штепсельний	1	50	50
Електроустаткування	1	1200	1200
Пневморозподільник крановий	1	680	680
Інше			1500
Сума			48141

Базова заробітна плата розраховується за такою формулою формула (7.3):

$$Z_o = C_p \cdot T \cdot \left(1 + \frac{K_{пл}}{100}\right) \quad (7.3)$$

Основні витрати на заробітну плату розраховуються таблицею 7.3.

Таблиця 7.3 Витрати на основну зарплатню

Тип роботи	Рівень кваліфікації	Трудомісткість, людина/година	Тарифна сітка	Тариф Заробітна плата
Заготівельна	3	3	350	1050
Зварювальна	5	6	520	3120
Токарна	5	3	520	1560
Фрезерна	5	6	520	3120
Свердлильна	4	4	480	1920
Слюсарна	4	2	480	960
Складальна	5	20	520	10400
Фарбувальна	4	1	480	480
Випробувальна	4	8	480	3840
Сума				26450

Для визначення загальної вартості виробу було розраховано вартість виготовлення гальмівного стенду, вартість закупівлі матеріалів та витрати, пов'язані з оплатою праці.

Загальна вартість (Вз):

$V_z = 48141 + 10400 + 26450 = 84991$ грн

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

Висновок

Для досягнення цілей цієї бакалаврської роботи було розроблено мобільний діагностичний гальмівний стенд для перевірки працездатності гальмівної системи автомобіля.

У ході роботи було вирішено такі завдання:

1. перевірка гальмівної системи автомобіля;
2. пошук аналогічних виробів для розробки та проектування діагностичних стендів гальмівної системи автомобілів;
3. Виконана конструкторська розробка гальмівного стенда для діагностики гальмівної системи автомобілів, було складено технічне завдання та пропозицію, розраховано дизайн стенду та підготовлено технічну документацію з експлуатації стенду;
4. Розроблено технологічний процес діагностики гальмівної системи;
5. Запропоновано заходи безпеки та дії оператора в нештатних (аварійних) ситуаціях при роботі на гальмівному стенді автомобілів;
6. Проведено розрахунки основних деталей та вузлів роликового гальмівного стенду. Внаслідок проведених розрахунків було встановлено, що потужності генератора достатньо для автономного функціонування діагностичного гальмівного стенду.
7. Було проведено аналіз економічної ефективності гальмівного стенду, з урахуванням його виробничих витрат.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		50

Література

1 Сагайдачный, В. А. Организационная разработка структуры внедренной системы технологической подготовки производства [Текст] : автореферат диссертации на соискание ученой степени канд.техн.наук:08.00.28 / В. А. Сагайдачный. - М., 1993. - 16 с

2 Тахтамышев, Х. М. Основы технологического расчета автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие / Х. М. Тахтамышев. - М. : Академия, 2011 (Саратов). - 351 с. : ил.

3 Глазков, Ю. Е. Технологический расчет и планирование автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие / Ю. Е. Глазков, Н. Е. Портнов, А. О. Хренников. - Тамбов : ТГТУ, 2008 (Тамбов). - 78 с.

4 Плаксин, А. М. Технологический расчет производственных подразделений автотранспортного предприятия [Текст] : учеб. пособие / А. М. Плаксин, Э. Г. Мухамадиев. - Челябинск : ЧГАУ, 2007 (Челябинск). - 68 с.

5 Круцило, В. Г. Расчет и проектирование производственнотехнической инфраструктуры предприятия [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Круцило, В. В. Плешивцев, А. В. Карпов. - Самара : [б. и.], 2007. - 292 с. : ил.

6 Напольский, Г. М. Технологический расчет и планировка автотранспортных предприятий [Текст] : учеб. пособие к курсовому проектированию по дисциплине "Проектирование предприятий автомоб. трансп." / Г. М. Напольский. - М. : [б. и.], 2003. - 43 с.

7 Романович, А. А. Проектирование предприятия для ремонтного обслуживания подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования [Текст] : учеб. пособие / А. А. Романович, Л. Г. Романович ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : Изд-во БГТУ, 2016. - 125 с. : ил.

8 Кирсанов, Е. А. Основы расчета, разработки конструкций и эксплуатации технологического оборудования для автотранспортных

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		51

предприятий [Текст] : учеб. пособие / Е. А Кирсанов, С. А. Новиков - М. : [б. 71 и.], 19 - . - В надзаг.: Моск. гос. автомоб.-дор. ин-т (Техн. ун-т). Ч. 1. - 1993. - 80 с. : ил.

9 Машины, агрегаты и процессы. Проектирование, создание и модернизация: материалы международной научно-практической конференции [Текст]. - Санкт-Петербург : СПбФ НИЦ МС, 20 - . - ISSN 2587-7577. № 1. - 2018. - 236 с. : ил.

10 Бурков, А. А. Проектирование оборудования и систем из него [Текст] : учеб. пособие / А. А. Бурков, Е. Б. Щелкунов, И. П. Конченкова. - Комсомольск-на-Амуре : КНАГТУ, 2006 (Комсомольск-на-Амуре). - 92 с. : ил.

11 Волков, И. А. Основы математического моделирования транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : метод. пособие для студентов оч. и заоч. обучения спец. 190600.62 "Эксплуатация трансп.-технол. машин и комплексов" / И. А. Волков, А. С. Рукодельцев, И. С. Тарасов ; Волж. гос. акад. вод. трансп., Каф. приклад. механики и подъем.-трансп. машин. - Н. Новгород : ВГАВТ, 2014. - 51 с. : ил.

12 Теория проектирования подъемно-строительных, транспортнодорожных средств и спецоборудования [Текст] : учебное пособие / Р. Р. Шарапов [и др.] ; БГТУ им. В. Г. Шухова. - Белгород : БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. - 121 с. : ил.

13 Шестаков, В. С. Исследование и совершенствование способов графического представления оборудования в процессе технологической подготовки производства [Текст] : автореф. дис. канд. техн. наук : 05.11.14 / В. С. Шестаков. - СПб., 2016. - 23 с. : ил.

14 Ковалевский, В. И. Проектирование технологического оборудования и линий [Текст] : учеб. пособие / В. И. Ковалевский. - СПб. : ГИОРД, 2007 (СПб.). - 316 с. : ил.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		52

15 Бортяков, Д. Е. Основы проектной деятельности системы автоматизированного проектирования машин и оборудования [Текст] : учеб. пособие / Д. Е. Бортяков, С. В. Мещеряков, Н. А. Солодилова ; С.-Петербург. политехн. ун-т Петра Великого. - СПб. : Изд-во Политехн. ун-та, 2017. - 150 с. : ил.

16 Новиков, А. И. Конструкция и эксплуатационные свойства транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Текст] : лаб. практикум / А. И. Новиков ; Воронеж. гос. лесотехн. ун-т им. Г. Ф. Морозова. - Воронеж : ВГЛТУ, 2016. - 83 с. : ил.

17 Техногенные системы защиты среды обитания [Текст] : учеб. пособие / С. Г. Новиков [и др.]. - Курск : Учитель, 2016 - .Ч. 1 : Защита атмосферного воздуха. - 2016. - 92 с. : ил.

18 Горина, Л. Н. Раздел выпускной квалификационной работы «Безопасность и экологичность технического объекта». Уч.-методическое пособие [Текст] / Л. Н. Горина - Тольятти: изд-во Тольяттинский государственный университет, 2016. –33 с.

19 Оценка загрязнения атмосферного воздуха производственным участком автотранспортного предприятия [Текст] / А. Т. Туленов [и др.] // Естественные и технические науки. - 2015. - № 9. - С. 145-147. - Библиогр.: 2 назв. (Шифр в БД У2950/2015/9).

20 Воликов, А. Н. Исследование загрязнителей воздушной среды [Текст] : учеб. пособие для студентов специальности 290700-теплогазоснабжение и вентиляция / А. Н. Воликов. - 20. В надзаг.:С.-Петербург. гос. архитектур.-строит. ун-т, Каф. теплогазоснабжения и охраны воздуш. бассейна. Ч. 1 : Механизм и условия образования. - [Б. м. : б. и.]. - 2003. - 113 с. : ил.

21 Schneider, W. Nitrogen release from natural and aminoorganosilanemodifiend humic/ Functions of Natural Organic Matter in Changing Environment [Text] / W. Schneider. – Berlin, 2013. – P. 465-469.

					ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

22 Konig, R. International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering [Electronic text data] - [Б. м.] : John Wiley & Sons, Inc., 1998 - (Ulrich). URL: <http://eu.wiley.com> (publisher's website). : [http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/\(ISSN\)1099-047X](http://onlinelibrary.wiley.com/journal/10.1002/(ISSN)1099-047X) (journal link (full text - НТО-3)). - ISSN 1096-4290. Sehmierotechnuk 1963. - Nr. - 3. - 1964. - Nr. - 1 (дата обращения 12.05.2018 г.)

23 Enclosure integrity procedure for Halon 13B1 total flooding fire suppression systems / C. Casey, Grant ; National Fire Protection Research Foundation из кн.: International Halon Research Project. - 1989. - P.1-63.

24 Werner, E. Schmierungstechnik [Text] / E. Werner. - 1976. - p. 134.

25 Weber, A. Design and calculation of production equipment / Collection of scientific literature № 2. People in a person's life [Text] / A. Weber. - Budapest, 2017. - P. 352-354.

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

ДОДАТКИ

					<i>ДРАТТАМ 23. 20177.000. ПЗ</i>	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55