

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




МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АВТО-ТЕСТ 2009» місто Крижопіль»»

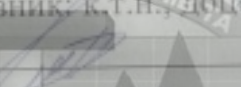


Виконав: студент 2-го курсу, групи 2АТ-22м
спеціальності 274 - Автомобільний транспорт


Гавалза С.В.




Керівник: к.т.н., доцент каф. АТМ


Галушак Д.О.

« 8 » 2023 р.

Опублікував: к.т.н., доцент каф. ТАМ


Сухоруков С.І.

2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри АТМ


к.т.н., доц. Цимбал С.В.

2023 р.

Вінниця ВНТУ - 2023 рік



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

Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Галузь знань – 27 – Транспорт
Спеціальність – 274 – Автомобільний транспорт
Освітньо-професійна програма – Автомобільний транспорт



ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри АТМ
к.т.н., доцент Шимбал С.В.


2023 року

ЗАВДАННЯ
НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Гавалза Сергію Вячеславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: Вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АВТО-ТЕСТ 2009» місто Крижопіль.

керівник роботи Галушак Дмитро Олександрович, к.т.н., доцент,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, місце роботи)
затверджені наказом ВНТУ від «18» вересня 2023 року № 247.

2. Строк подання студентом роботи: 04.12.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи: Вимоги до конструкції та експлуатації автотранспортних засобів (діючі міжнародні, державні, галузеві стандарти та технічні умови заводів-виробників автомобільної техніки); законодавство України в галузі безпеки руху, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; структура автотранку України; райони експлуатації автомобілів – Україна; досліджувані моделі АТЗ – автомобілі ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»; об'єкт дослідження – вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів»; похибка прогнозування досліджуваних показників не більше – 10%.

4. Зміст текстової частини:

1 Науково-технічне обґрунтування способу вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобіля

2 Аналіз діяльності підприємства за стану виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

3 Теоретичне обґрунтування вдосконалення методики диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стесах з біговими барабанами.

4 Розробка алгоритму диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стесах з біговими барабанами

5 Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях

5. Перелік ілюстративного матеріалу (у роз'ясненні зазначенням обов'язкових креслень):

1-3 Тема, мета та завдання дослідження.

- 4 Стай аварійності на дорогах за останні роки
- 5 Нормативи ефективності робочої гальмівної системи для АТЗ категорії N3
- 6 Розподіл типів АТЗ, які обслуговуються на ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»
- 7 Схема організації технологічного процесу обов'язкового технічного контролю автомобілів ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» руху.
- 8 Схема технологічного процесу проходження обов'язкового технічного контролю АТЗ
- 9 Процес діагностування технічного об'єкта
- 10 Процес формування фазової динамічної характеристики виконавчого механізму
- 11 Розрахункова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на роликовій гальмівній стенді
- 12 Структурна схема алгоритму диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ з пресматичним гальмівним приводом
- 13 Основні висновки по роботі.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ/підрозділ	Прізвище, ініціали та посила консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання при
Розв'язання основної задачі	Галушак Д.О., доцент кафедри АТМ		
Визначення ефективності запропонованих рішень	Огневий В.О., доцент кафедри АТМ		
Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях	Березюк О.В., професор кафедри БЖДПБ		

7. Дата видачі завдання « 19 вересня 2023 р. »

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Срок виконання етапів роботи	Примітк
1	Вивчення об'єкту та предмету дослідження	19.09-02.10.2023	
2	Аналіз відомих рішень, постановка задач	19.09-02.10.2023	
3	Обґрунтування методів досліджень	19.09-02.10.2023	
4	Розв'язання поставлених задач	03.10-20.11.2023	
5	Формування висновків по роботі, наукової новизни, практичної цінності результатів	21.11-29.11.2023	
6	Виконання розділу «Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях»	07.11-27.11.2023	
7	Виконання розділу/підрозділу «Визначення ефективності запропонованих рішень»	07.11-27.11.2023	
8	Нормоконтроль МКР	30.11-04.12.2023	
9	Попередній захист МКР	05.12-07.12.2023	
10	Рецензування МКР	08.12-11.12.2023	
11	Захист МКР	12.12-22.12.2023	

Студент

Керівник роботи

Гавалда С.В.

Галушак Д.О.

АНОТАЦІЯ

УДК 629.113.004

Гавадза С.В. Вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АВТО-ТЕСТ 2009» місто Крижопіль. Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 274 –Автомобільний транспорт, освітня програма – Автомобільний транспорт. Вінниця: ВНТУ, 2023. 103 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 21 назви; рис.: 25; табл. 17.

В магістерській кваліфікаційній роботі пророблено вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АВТО-ТЕСТ 2009» місто Крижопіль. В 1-му розділі наведено науково-технічне обґрунтування необхідності вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобілів. В 2-му проведено аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009». В 3-му обґрунтовано вдосконалення методики диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами. В 4-му розроблено алгоритм диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами. В 5-му Охорона праці та безпека у надзвичайних ситуаціях.

Графічна частина складається з 17 слайдів.

Ключові слова: діагностування, властивості гальмівні, гальмівні системи, стенд біговий барабан; зонадыагностування.



ABSTRACT

UDC 629.113.004

Gavadza S.V. Improvement of the methodology of testing brake systems of cars when determining their technical condition in the conditions of limited liability company "AVTO-TEST 2009" city of Kryzhopol. Master's qualification work on specialty 274 - Road transport, educational program - Road transport. Vinnytsia: VNTU, 2023. 103 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 21 titles; Fig.: 25; table 17.

In the master's qualification work, the improvement of the methodology of testing brake systems of cars when determining their technical condition in the conditions of the limited liability company "AUTO-TEST 2009" city of Kryzhopol was developed. In the 1st chapter, the scientific and technical rationale for the need to improve the methodology of diagnosing car braking systems is given. In the 2nd, an analysis of the company's activities and the state of the production and technical base of "AUTO-TEST 2009" LLC was carried out. In the 3rd, the method of differential diagnosis of ATZ brake systems on stands with running drums was justified. In the 4th, an algorithm for differential diagnosis of ATZ brake systems on stands with running drums was developed. In the 5th Labor protection and safety in emergency situations.

The graphic part consists of 15 slides.

Key words: diagnosis, braking properties, braking systems, running drum stand; zone diagnosis.

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ	9
1.1 Стан аварійності на дорогах в Україні та необхідність вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобілів.....	9
1.2 Показники ефективності функціонування гальмівних систем АТЗ в умовах експлуатації	14
1.3 Дорожні методи діагностування гальмівних систем	16
1.4 Стендові методи діагностування гальмівних систем	19
1.5 Статичний і динамічний методи діагностування пневматичного гальмівного приводу та його апаратів	22
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА СТАНУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»	28
2.1 Аналіз діяльності підприємства ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»	31
2.2 Прогнозування зміни величини попиту на послуги з перевірки технічного стану автомобілів на підприємстві	33
2.3 Формування виробничої програми пункту обов'язкового технічного контролю	37
2.4 Огляд існуючої структури виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»	40
2.5 Опис зони діагностування, перелік виконуваних робіт	43
РОЗДІЛ 3. ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АТЗ НА СТЕНДАХ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ	49
3.1 Обґрунтування режиму функціонування гальмівної системи при діагностуванні на стендах з біговими барабанами	49
3.2 Фазові динамічні характеристики гальмівних систем	53

3.3 Розпізнавання технічного стану гальмівних систем на основі методу найбільших перетинів	56
3.4 Математична модель системи «Пневматичний гальмівний привід - гальмівна камера - гальмівний механізм - колесо – опорна поверхня» ...	49
59	
РОЗДІЛ 4. РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АТЗ НА СТЕНДАХ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ	79
4.1 Функціональні зв'язки параметрів технічного стану гальмівних систем АТЗ з діагностичними ознаками	79
4.2 Алгоритм диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами	83
РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	85
5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці	89
5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану.....	93
5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях.....	95
ВИСНОВКИ	98
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	101
ДОДАТКИ	103



ВСТУП

Актуальність теми. Гальмівні властивості автотранспортних засобів (АТЗ) відносяться до найважливіших з експлуатаційних та забезпечують активну безпеку, під якою розуміється комплекс конструкторських і експлуатаційних заходів спрямованих на зниження ймовірності виникнення ДТП. У зв'язку з цим гальмівні системи автомобілів повинні постійно перебувати в технічно справному стані. Для цього необхідне застосування сучасних методів і засобів діагностування, а також використання таких діагностичних параметрів і ознак, які з досить високою ймовірністю будуть характеризувати технічний стан гальмівних систем АТЗ в умовах експлуатації.

Тому, особливої актуальності набувають питання забезпечення справного технічного стану гальмівної системи автомобіля в цілому, так і її складових. Основним моментом у забезпеченні і підтримці будь-якого технічного об'єкта в справному стані є його своєчасна, оперативна і інформативна діагностика.

З кожним днем удосконалюється конструкція транспортних засобів, їх агрегатів, вузлів і систем, що вимагає постійного вдосконалення методів і засобів їх діагностування. Тим самим, питання по розробці нових методів і засобів діагностування, що володіють високою достовірністю, оперативністю і низькою трудомісткістю, є на сьогоднішній день актуальними.

Мета і завдання роботи. Метою магістерської роботи є вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобілів при їх технічному випробуванні в умовах ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» м. Крижопіль.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» м. Крижопіль;
- теоретично обґрунтувати метод диференціального діагностування гальмівної системи АТЗ з пневматичним гальмівним пристроєм (ППП) на стендах з біговими барабанами і розробити математичну модель системи, яка дозволить

виконувати аналітичні дослідження процесу гальмування АТЗ на стендах з біговими барабанами при зміні параметрів технічного стану гальмівної системи;

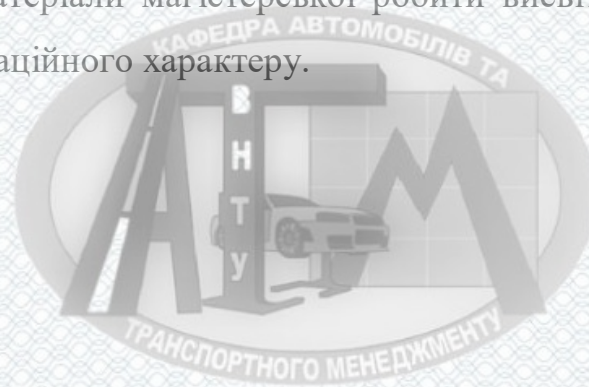
- встановити функціональні зв'язки діагностичних ознак з параметрами технічного стану гальмівної системи АТЗ з ППП, які суттєво впливають на показники гальмівної ефективності АТЗ при гальмуванні;
- розробити алгоритм, що реалізує метод диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами;
- розглянути питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на при виконанні робіт з діагностування гальмівних систем автомобілів.

Об'єкт дослідження – діагностування гальмівної системи АТЗ з пневматичним гальмівним пристроєм на стендах з біговими барабанами.

Предмет дослідження – діагностичні ознаки, що відповідають параметрам технічного стану АТЗ з пневматичним гальмівним пристроєм.

Апробація результатів роботи на наукових конференціях. Основні положення магістерської роботи доповідалися і обговорювалися на Міжнародні науково-практичні інтернет-конференції студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи» (м. Вінниця, 2023 р.) [22]

Публікації. Матеріали магістерської роботи висвітлені у 1 опублікованій науковій праці апробаційного характеру.



РОЗДІЛ 1. НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ

1.1 Стан аварійності на дорогах в Україні та необхідність вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобілів

Автомобільний транспорт є найнебезпечнішим видом транспорту. Якщо судити по числу загиблих відносно 1 млн. пасажиро-кілометрів, то він в 12 разів небезпечніший від морського та річкового транспорту, в 3 рази – залізничного і в 1,5 рази повітряного. Згідно даних Європейської Економічної комісії (ЄЕК) ООН, дорожньо-транспортні пригоди займають в світі третє місце серед причин смерті населення (після онкологічних та серцево-судинних захворювань). В Україні, згідно статистичних даних, кожен рік гине від ДТП близько 3,5-4,5 тис. людей та травмується близько 30-35 тис. людей (див. рис.1.1).



Рисунок 1.1 – Відомості щодо травмованих та загиблих осіб в ДТП за останні роки на дорогах України

Масштаби дорожньо-транспортного травматизму в нашій державі перевершують аналогічні показники більшості країн світу. Імовірність потрапити у ДТП зі смертельним наслідком в Україні у 3-5 разів вища, ніж у розвинених країнах Європи. Лише за останні п'ять років у нас зафіксовано понад 700 тисяч ДТП, де загинуло близько 24 тис. і травмовано понад 200 тис. людей.

Зростання правового нігілізму, коли вдале уникнення відповідальності за порушення недосконалого закону викликає трохи не захоплення, проникає і в сферу дорожнього руху, де основний закон - "Правила дорожнього руху".

А безкарність, як відомо, породжує масову недисциплінованість, що проявляється в збільшенні кількості порушень, ДТП та людських втрат. Про це свідчить кількість ДТП з таких причин, як перевищення швидкісного режиму, керування транспортним засобом в нетверезому стані, виїзд на смугу зустрічного руху. Частка ДТП, обумовлених несправностями транспортних засобів (табл. 1.1), складає 20% від загальної кількості ДТП.

Таблиця 1.1 – Розподіл кількості ДТП за видами технічних несправностей транспортних засобів

Несправність	Кількість ДТП,%
Гальмівна система	47,1
Рульове керування	16,4
Шини	13,9
Прилади освітлення і сигналізації	7,4
Ходова частина	6,2
Дзеркала заднього огляду, склоочисники, дефекти скла	1,9
Зчпного пристрою	1,5
Інші	5,6

Забезпечення безпеки дорожнього руху, зниження кількості ДТП і відповідно показники ефективності і стійкості автотранспортного засобу (АТЗ) при гальмуванні, безпосередньо залежать від технічного стану його гальмівних систем. У зв'язку з цим, особливої актуальності набувають питання забезпечення справного технічного стану гальмівної системи автомобіля в цілому, так і її складових.

Основним моментом у забезпеченні і підтримці будь-якого технічного об'єкта в справному стані є його своєчасна, оперативна і інформативна діагностика.

З кожним днем удосконалюється конструкція транспортних засобів, їх агрегатів, вузлів і систем, що вимагає постійного вдосконалення методів і засобів їх діагностування. Тим самим, питання по розробці нових методів і засобів діагностування, що володіють високою достовірністю, оперативністю і низькою трудомісткістю, є на сьогоднішній день актуальними.

Для досягнення головної мети технічної діагностики, тобто визначення технічного стану об'єкта діагностування (ОД) використовують методи об'єктивної і суб'єктивної оцінки. При діагностуванні об'єктивним методом використовують контрольно-вимірювальні пристрої, прилади та стенди для визначення величини діагностичних параметрів і їх аналізу, які мають функціональні зв'язки з параметрами технічного стану ОД. Суб'єктивний метод діагностування є органолептичними і полягає в тому, що діагноз ставиться оператором-діагностом без застосування засобів технічного діагностування.

Порівнюючи ці два методи, найбільш точним і достовірним є об'єктивний метод, оскільки в цьому випадку, вплив людського фактору на результати діагностування та постановку діагнозу зведені до мінімуму.

При використанні об'єктивного методу діагностування основними критеріями оцінки є діагностичні параметри, які підрозділяються на параметри робочих процесів, параметри супутніх процесів і геометричні величини. При цьому кожен діагностичний параметр повинен володіти рядом властивостей, таких як стабільність, чутливість, однозначність і інформативність.

У деяких випадках, замість діагностичних параметрів, використовують діагностичні ознаки за якими неможливо оцінити технічний стан ОД в цілому, а можна лише визначити величину параметра технічного стану, функціонально пов'язаного з даною діагностичною ознакою. Технічний стан об'єкта діагностування в даному випадку, можливо, визначити тільки на основі аналізу сукупності діагностичних ознак.

Залежно від розв'язуваної задачі діагностування буває функціональним або диференціальним. При функціональному діагностуванні встановлюється можливість виконання ОД своїх функцій. За результатами діагностування визначається технічний стан об'єкта діагностування, який може бути справним або несправним. Диференціальне діагностування застосовують в тих випадках, коли необхідно виявити конкретну несправність ОД і її причину.

Невід'ємною частиною будь-якого процесу діагностування є тестовий вплив на об'єкт діагностування. Залежно від тестового впливу діагностування може бути статичним або динамічним. Статичні методи діагностування полягають в тому, що визначення технічного стану ОД проводиться при його роботі на сталих режимах. При цьому діагностування статичними методами не вимагає складного і дорогого обладнання для створення тестового режиму, а обробка і аналіз отриманої інформації здійснюється, в більшості випадків, оператором-діагностом, що неминуче тягне за собою зниження достовірності і оперативності діагностування.

При визначенні технічного стану об'єкта діагностування динамічними методами, вимір величин діагностичних параметрів або ознак відбувається при функціонуванні ОД на нестійких, тобто перехідних режимах, які більшою мірою наближені до режимів функціонування ОД в умовах його експлуатації.

Проведення діагностування диференціальними методами вимагає наявності більш складного обладнання, як для задання тестових впливів, так і для отримання, обробки та аналізу отриманої діагностичної інформації. У зв'язку з чим, динамічні методи є більш складними і дорогими у порівнянні з функціональними або статичними. Однак, враховуючи, що функціональні і статичні методи володіють великою трудомісткістю і малою інформативністю, тому для діагностування гальмівної системи, що відповідає за безпеку руху доцільно застосовувати динамічні методи діагностування.

В умовах експлуатації для реалізації динамічних методів використовують силові або інерційні гальмівні стенди. З їхньою допомогою можна оцінити параметри ефективності і стійкості автомобіля при гальмуванні і зробити висновок про справність або несправність даної гальмівної системи. У разі несправності,

якщо який-небудь з параметрів не буде відповідати висунутим нормативам і неможливо визначити конкретну причину його несправності, то в цьому випадку необхідно застосувати диференціальний метод, який дозволить би встановити конкретну причину несправності.

В даний час при діагностуванні АТЗ з пневматичною гальмівною системою більше уваги приділяється діагностуванню пневматичного гальмівного приводу (ПГП). На першому етапі найбільше поширення отримав статичний метод діагностування. Однак застосування даного методу не дозволяло оцінювати таку важливу властивість ПГП, як його швидкодію. Крім того, як згадувалося раніше, статичний метод характеризується низькою інформативністю і великою трудомісткістю.

Внаслідок чого, з'являлася можливість збільшення числа помилок першого і другого роду при діагностуванні, що в кінцевому підсумку позначалося на показниках гальмівної ефективності і стійкості АТЗ при гальмуванні, а також на матеріальних витратах. Останнім часом для діагностування ПГП, був запропонований динамічний метод. Цей метод дає можливість оцінити швидкодію пневматичного гальмівного приводу, встановити причину несправності, володіє більш високою інформативністю і більше низькою трудомісткістю діагностування. Але розроблені методи діагностування, як статичний, так і динамічний, дозволяють оцінити технічний стан лише пневматичного гальмівного приводу, залишаючи без уваги виконавчі механізми гальмівних систем.

У зв'язку з цим особливої актуальності набуває питання необхідності проведення наукового дослідження з метою вдосконалення методики діагностування гальмівних систем, яке дозволить визначати причину невідповідності показників гальмівної ефективності і стійкості автотранспортного засобу при гальмуванні вимогам стандарту. Дана методика повинна володіти малою трудомісткістю, високою інформативністю і оперативністю, забезпечувати тестові режими при діагностуванні, максимально наближені до реальних режимів функціонування гальмівних систем при екстремому гальмуванні АТЗ.

1.2 Показники ефективності функціонування гальмівних систем АТЗ в умовах експлуатації

Гальмівна система автотранспортного засобу призначена для створення і зміни, по величині, штучного опору руху АТЗ, з метою зменшення швидкості його руху аж до повної зупинки. Гальмівна система будь-якого АТЗ складається з гальмівного приводу і виконавчих механізмів.

Гальмівні властивості АТЗ відносяться до найважливіших з експлуатаційних та забезпечують активну безпеку, під якою розуміється комплекс конструкторських і експлуатаційних заходів спрямованих на зниження ймовірності виникнення ДТП. У зв'язку з цим гальмівні системи автомобілів повинні постійно перебувати в технічно справному стані. Для цього необхідне застосування сучасних методів і засобів діагностування, а також використання таких діагностичних параметрів і ознак, які з досить високою ймовірністю будуть характеризувати технічний стан гальмівних систем АТЗ в умовах експлуатації.

Гальмівні властивості регламентовані Правилами СЕК ООН № 13-09:2000, IDT. В узгодженні з цими Правилами є і національні стандарти. В Україні для нових АТЗ діє ДСТУ UN/ECE R13-09:2002, а для АТЗ, що знаходяться в експлуатації – ДСТУ 3649:2010.

Вітчизняний стандарт регламентує перевірку гальмівних систем автомобілів на відповідність показників гальмівної ефективності та стійкості автотранспортних засобів при гальмуванні. При цьому допускається проводити як дорожні, так і стендові випробування гальмівних систем. Гальмівна ефективність визначається шляхом вимірювання гальмівного шляху, усталеного уповільнення і часу спрацьовування гальмівної системи. При цьому гальмування здійснюється робочою гальмівною системою з початковою швидкістю гальмування від 35 до 45 км/год.

За нормативними документами, які існують в Україні, у будь-якого транспортного засобу повинні бути гальмівні системи: робоча, запасна і стоянкова;

а у АТЗ категорії N₃ з дизельним двигуном і категорії M₃, призначених для експлуатації в гірських районах, – також і допоміжна.

Існують стандарти, які регламентують вимоги до гальмівних систем за кордоном, це: Правила ЄЕК ООН № 13, стандарт Швеції F-I8 і стандарт США FMVSS 121.

У таблиці 1.2 приводяться деякі вимоги до умов проведення випробувань за оцінкою гальмівної ефективності і нормовані значення критеріїв, регламентованих основними нормативними документами для АТЗ категорії N₃.

Таблиця 1.2 – Нормативи ефективності робочої гальмівної системи для АТЗ категорії N₃

Вимоги для проведення дорожніх випробувань	Нормативні документи			
	ДСТУ 3649:2010	Правила ЄЕК ООН № 13	FMVSS-121 (США)	F-I8 (Швеція)
Характеристика дорожнього покриття	З добрим зчепленням			
Маса АТЗ	Повна маса Споряджена маса			Не регламентується
Початкова швидкість гальмування (V ₀), км/год	35-45	60	60	60
Зусилля на орган керування (P _{ped}), Н (кгс)	686 (70)	686 (70)	—	686 (70)
Гальмівний шлях (S _г), м, не більше ніж	19,5	36,7	34,7	36,7
Усталене сповільнення (j _{уст}), м/с ² , не менше ніж	4,5	5,0	5,4	5,0

З аналізу даних, приведених в табл. 1.2, можна зробити висновок, що вимоги до гальмівної ефективності АТЗ категорії N₃, що діють в нашій країні, забезпечують достатньо високі гальмівні властивості АТЗ, які не поступають зарубіжним нормам.

Нормативний документ встановлює критерії оцінки ефективності робочою і запасною гальмівних систем при дорожніх випробуваннях АТЗ категорій М і N величини гальмівного шляху S_2 , усталеного сповільнення $J_{уст}$ і тривалості спрацьовування гальмівного приводу $\tau_{сп}$, категорії О – величини сумарної гальмівної сили $\sum P_2$ і тривалості спрацьовування гальмівного приводу $\tau_{сп}$. Оцінка ефективності робочою і запасною гальмівних систем АТЗ категорій М і N може проводитися по будь-яких двом з вказаних критеріїв.

1.3 Дорожні методи діагностування гальмівних систем

Найбільш достовірним, "еталонним" методом діагностування є метод дорожніх випробувань з оцінкою ефективності гальмування за значенням гальмівного шляху, а стійкості – за фактом виходу або невиходу ДТЗ за межі уявного коридору руху визначеної ширини в процесі гальмування на прямолінійній горизонтальній рівній ділянці дороги в заданому режимі та умовах.

У даному методі режим діагностування в найбільшій мірі відповідає режиму роботи гальмівної системи в умовах експлуатації. Забезпечується відтворення таких вхідних параметрів, як початкова швидкість гальмування та параметрів дорожніх умов. Мають місце такі фактори впливу на показники гальмування, як сповільнення АТЗ та викликаний ним динамічний перерозподіл нормальних складових реакцій на колеса з боку опорної поверхні, а також зміна швидкостей руху АТЗ та обертання його коліс в процесі гальмування і викликані ними зміни ряду параметрів самого процесу гальмування.

Діагностування гальмівних систем методом дорожніх випробувань і оцінка ефективності гальмування за величиною гальмівного шляху – найстаріший із

існуючих методів. Сам метод і його теоретичні основи представлені в роботах багатьох дослідників: М.Є. Жуковського, Є.О. Чудакова, М. А. Бухаріна, В. Г. Розанова, Б.С. Фалькевича, Д. П. Великанова, Г. В. Зімелева, Б. Б. Генбома, І. В. Балабіна, А. О. Малюкова, І. Л. Крузе, Я. Таборека, Дж. Вонга та ін.

Визначення ефективності гальмування за усталеним сповільненням і тривалістю спрацьовування стало подальшим розвитком методів дорожніх випробувань. Професором М. А. Бухаріним були встановлені аналітичні залежності гальмівного шляху від сповільнення і його змінювання в часі.

Виходячи з цих та аналогічних залежностей, нормуються показники усталеного сповільнення і тривалості спрацьовування гальмівної системи, виходячи із нормативів для гальмівного шляху. Їх відповідність і повинна забезпечувати рівноцінність різних методів діагностування. Однак в цих методах існує ряд недоліків, які не дозволяють забезпечити адекватності результатів випробувань за різними методами.

У випадку встановлення нормативів для двох параметрів та оцінки за ними ефективності гальмування можуть бути такі випадки, коли за одним з них технічний стан гальмівної системи може бути признаний, як незадовільний, в той час, коли при випробуванні того ж АТЗ тільки за одним параметром – значенням гальмівного шляху, результат може бути задовільним.

В роботі А. О. Малюкова пропонується коригувати нормативи для одного з контрольованих параметрів в залежності від фактичного значення іншого параметра. Така методика вирішує цю проблему, але вона досить громіздка і незручна для практичного використання оператором-діагностом без застосування спеціальних або обчислювальних засобів, які автоматизують процес коригування або отримання остаточної оцінки результатів.

У зв'язку з цим, в ДСТУ 3649:2010 передбачена можливість розрахункового визначення гальмівного шляху, виходячи з фактичних значень усталеного сповільнення та тривалості спрацьовування.

Необхідно відмітити, що методи дорожніх випробувань з оцінкою ефективності гальмування за усталеним сповільненням та тривалістю спрацьовування мають ряд інших суттєвих недоліків.

Саме визначення терміну "усталене сповільнення" за ДСТУ 3649:2010 [23] більше підходить для теоретичних досліджень. У практичній діяльності часто виникають суттєві труднощі при його визначенні.

По-перше, це труднощі визначення моменту досягнення сповільнення свого усталеного значення. По-друге, усталене сповільнення не завжди "усталене" і може як збільшуватись, так і зменшуватись у процесі гальмування більше, ніж на 5%.

Наступним недоліком є сам метод вимірювання і застосовуване обладнання. Більша частина деселерометрів дозволяє вимірювати не усталене значення сповільнення, а його максимальне значення. Деселерографи, завдяки можливості запису гальмівної діаграми, дозволяють визначати усталене значення сповільнення за діаграмою, але з недоліками, відміченими раніше.

Як показав аналіз досліджень, проведених в ДержавтотрансНДІпроект спільно з НДІ судових експертиз, при вимірюванні сповільнення суттєвий вплив на результат має методична складова похибки вимірювання, яка для окремих АТЗ може сягати до 30%.

Необхідно відмітити, що для умов експлуатації більш прийнятним є випробування ДТЗ у спорядженому стані, тому що в умовах автопідприємств баластування ДТЗ за умови дотримання паспортного розподілу навантаження на осі є трудомістким процесом і неприйнятним у масовому масштабі.

В умовах експлуатації діагностування гальмівних систем методами дорожніх випробувань не знаходить широкого застосування через те, що для його реалізації необхідно мати прямолінійну, горизонтальну ділянку дороги визначеної довжини з сухим і рівним дорожнім покриттям, стан якого необхідно підтримувати щодобово на протязі року. Крім цього, метод ускладнює вирішення другої задачі технічної діагностики – здійснення пошуку несправностей, що можливо для стендових методів діагностування і є дуже важливим для технічної експлуатації АТЗ.

1.4 Стендові методи діагностування гальмівних систем

Як правило, стендові випробування є прискореними в порівнянні з дорожніми, оскільки застосовувані методи і умови проведення стендових випробувань забезпечують отримання необхідної інформації в більш короткі терміни, ніж при дорожніх випробуваннях.

Методи стендових випробувань імітують дорожні умови і замінюють один із елементів загальної системи — дорогу. При цьому виключається залежність результату від іншого елементу загальної системи – погодних умов. Ці обставини значно зменшують вартість стендових методів контролю технічного стану гальмівних систем ДТЗ у порівнянні з методами дорожніх випробувань, що робить їх більш прийнятними для умов експлуатації.

На практиці використовуються методи діагностування гальмівних систем АТЗ з застосуванням різних типів гальмівних стендів. Аналізу недоліків і переваг діагностування гальмівних систем на стендах різного типу присвячені роботи ряду дослідників, в яких наведені результати досліджень основних факторів і їх впливу на результати діагностування.

За способом відтворення умов випробувань методи випробувань та стенди, які їх реалізують, можна поділити на дві групи:

- 1) з імітацією руху нерухомого АТЗ шляхом обертання його коліс;
- 2) з безпосереднім рухом самого АТЗ.

В залежності від застосовуваного способу імітації руху АТЗ або забезпечення його руху обидві групи можна розділити на:

- силові:

- 1) з примусовим пересуванням автомобіля;
- 2) з примусовим обертанням його коліс;

- інерційні:

- 1) з застосуванням інерції поступального руху автомобіля;
- 2) з застосуванням інерції крутних мас автомобіля;

3) з застосуванням інерції крутних мас автомобіля і стенда.

Силкові стенди використовують приводні зусилля від привода стенда або власної маси автомобіля, інерційні - сили і моменти інерції як автомобіля та його коліс, так і роликів або маховиків стенда, які імітують кінетичну енергію автомобіля, що рухається, визначеної моделі.

Кожну із груп стендів з примусовим обертанням коліс можна розділити ще на дві за способом їх приведення:

- 1) з приводом через опорну поверхню за рахунок сил зчеплення;
- 2) з жорстким механічним приводом (за маточину колеса, тощо).

У першій групі момент, створений гальмівними механізмами, обмежений зчіпними властивостями шин з опорною поверхнею, у другій – практично не обмежений. У першій групі необхідно відмітити ряд засобів, які реалізують методи, близькі по суті до другої групи. Це стенди, в яких конструкцією передбачені різні пристрої, що збільшують сили зчеплення колеса з опорною поверхнею за рахунок довантажування коліс (збільшення зчіпної маси, самодвантажування під час випробувань за рахунок конструкції стенда, тощо). На таких стендах імітуються умови випробувань АТЗ повної маси при випробуванні їх у спорядженому стані.

За способом визначення гальмівних сил, обумовлених моментом сил тертя в гальмівних механізмах коліс, виділяють стенди, у яких методи вимірювання базуються на визначенні:

- 1) реакцій або реактивних моментів, прикладених до елементів їх привода чи вимірювальної системи;
- 2) змін споживання енергії приводом або інших його характеристик (наприклад, ковзання приводних електродвигунів та ін.);
- 3) кутового сповільнення або числа обертів (гальмівного шляху) кожного із роликів;
- 4) кутового сповільнення кожного із коліс автомобіля.

За видом опорних поверхонь стендів їх можна розділити на:

- 1) роликові або барабанні;
- 2) площадкові або платформові;

- 3) стрічкові (транспортного типу);
- 4) безопорні (з вивішуванням коліс автомобіля).

У першій групі колеса осі АТЗ, що випробовується, взаємодіють з роликami (барабанами) стенда, в другій – з площадками або платформами, які досить близько імітують дорожнє покриття. В третій групі колеса рухаються по стрічці, яка у більшій мірі у порівнянні з роликami імітує дорожнє покриття. В четвертій групі колеса вивішуються і у процесі діагностування повністю відсутній вплив характеристик зчеплення коліс з опорною поверхнею.

Інерційні площадкові стенди застосовують інерцію руху автомобіля, роликові – крутних мас стенда і автомобіля, які імітують енергію автомобіля, що рухається. В безопорних стендах застосовується енергія як крутних мас стенда і автомобіля, так і крутних мас тільки автомобіля (колiс та ін.).

Роликові стенди імітують умови руху для нерухомого автомобіля. Відсутній динамічний перерозподіл нормальних складових реакцій на колеса, сили інерції, які діють на автомобіль. При цьому початкова швидкість гальмування на роликoвих гальмівних стендах силового типу не відповідає початковим швидкостям гальмування на дорозі і тільки роликові стенди інерційного типу імітують початкову швидкість руху, близьку до реальної.

Ролики стенда не можуть відтворити адекватні умови взаємодії коліс з опорною поверхнею дорожнього покриття. Бокові сили, які виникають в процесі гальмування, або відсутні, або сприймаються вузлами стенда і не впливають на результат діагностування. На стендах з вивішуванням коліс ці фактори повністю відсутні.

Площадкові стенди, як силового, так і інерційного типу, імітують дорожню поверхню для автомобіля, який рухається із швидкостями значно меншими від реальних. Проте, на площадкових стендах інерційного типу має місце перерозподіл нормальних складових реакцій на колеса.

Площадкові стенди силового типу допускають можливість імітації динамічного перерозподілу нормальних реакцій, однак ця можливість практично не використовується, тому що достатньо складна в реалізації.

На сьогоднішній день всі стендові методи діагностування гальмівних систем автотранспортних засобів дозволяють оцінити ефективність гальмування за питомими гальмівними силами і стійкість автотранспортного засобу за відносною різницею гальмівних сил. Крім того, на відміну від дорожніх випробувань, випробування в стендових умовах дозволяють визначити працездатність кожного гальмівного механізму. Але в разі, якщо показники гальмівної ефективності і стійкості автомобіля не задовольняють вимогам ДСТУ 3649:2010, що пред'являються до гальмівних систем, то питання про причини невідповідності цих показників залишається відкритим. Це і є основним недоліком існуючих стендових методів діагностування гальмівних систем.

Тим самим, в разі невідповідності показників гальмівної ефективності та стійкості АТЗ при гальмуванні, стендовий метод випробувань, як і дорожній, не дозволяє визначити: чи не справний пневматичний гальмівний привід, чи виконавчий механізм. Однак по діагностуванню пневматичного гальмівного приводу і його апаратів є ряд напрацювань.

1.5 Статичний і динамічний методи діагностування пневматичного гальмівного приводу та його апаратів

В даний час для діагностування пневматичного гальмівного приводу в цілому, а також його окремих апаратів широке поширення отримали статичні методи.

Реалізація статичних методів діагностування ПГП в умовах експлуатації показує, що поряд з конструктивною простотою обладнання та його невисокою вартістю, вони мають і ряд істотних недоліків. По-перше, в процесі діагностування відбувається досить велика кількість операцій, що значно підвищує його трудомісткість. По-друге, статичні методи характеризуються великою кількістю помилок першого і другого роду, тобто є малоінформативними. По-третє, вони не дозволяють оцінювати швидкодію об'єкта, що в свою чергу може негативно

позначатися на швидкодії гальмівної системи і активній безпеці автомобілів в умовах експлуатації.

Процес діагностування статичними методами складається з великої кількості елементарних операцій. При діагностуванні пневмоапарату дискретно змінюючи тиск на його вході, вимірюють величину тиску на його виході, а потім порівнюють отримані результати з їх нормативними значеннями, і визначається технічний стан діагностуемого пневмоапарату за принципом «придатний» - «не придатний», без визначення конкретної несправності.

На сучасних автомобілях, вбудовані засоби діагностування в більшості реалізують статичні методи діагностування. Бортове діагностичне обладнання приймає і аналізує сигнали від датчиків, встановлених на автотранспортному засобі. І в разі, якщо значення будь-якого сигналу перевищує допустиме, то через інформаційний дисплей або звуковий сигнал водій отримує інформацію про несправності. Основними недоліками вбудованих засобів діагностування є те, що вони не дозволяють оцінити стежачу дію і швидкодію.

З числа робіт, присвячених діагностиці пневматичного гальмівного приводу і його елементів, особливий інтерес представляють праці групи дослідників, які працювали під керівництвом професора Федотова А. І. , спрямовані на розробку та вдосконалення динамічних методів діагностування апаратів і контурів ПГП з використанням комп'ютерних технологій.

Один із способів діагностування ПГП і його апаратів динамічним методом представлений в роботі. Даний метод передбачає використання аналізу тимчасових динамічних характеристик, тобто залежності вхідного $P_1 = f(t)$ або вихідного $P_2 = f(t)$ сигналів від часу, при цьому визначаються значення чотирьох діагностичних ознак і порівнюються з нормативними:

- час затримки спрацьовування пневмоапарату $t_{зcn}$ при його наповненні від моменту подачі вхідного сигналу до моменту досягнення вихідним тиском 10% рівня від максимального значення вихідного тиску;

- час спрацювання пневмоапарату t_{cn} при його наповненні від моменту подачі вхідного сигналу до моменту досягнення вихідним тиском 75% рівня від максимального значення вихідного тиску;

- час затримки спрацювання пневмоапарату t_{zo} при його спорожненні від моменту початку зменшення значення вхідного сигналу до моменту досягнення вихідним тиском 75% рівня від максимального значення вихідного тиску;

- час спрацювання пневмоапарату t_{cno} при його спорожненні від моменту початку зменшення значення вхідного сигналу до моменту досягнення вихідним тиском 10% рівня від максимального значення вихідного тиску.

Такий підхід дозволяє оцінити лише швидкодію об'єкта діагностування, залишаючи поза увагою його слідкуючу дію, оскільки не враховується зміна характеристик об'єкта на ділянках між діагностичними ознаками.

Відповідно, використання тільки одних тимчасових динамічних характеристик при діагностуванні ПГП і його апаратів не дає повної картини про технічний стан об'єкта діагностування, так як крім оцінки їх швидкодії, необхідно оцінювати, слідкуючу дію і герметичність.

Більш ефективним, для реалізації динамічного методу діагностування пневмоапаратів і ПГП, є застосування фазових динамічних характеристик (ФДХ). Поняття фазових динамічних характеристик і методи їх аналізу вперше були запропоновані А. І. Федотовим в роботі. Діагностування ПГП і його елементів пропонується проводити при їх функціонуванні в динамічному режимі на основі вимірювання діагностичних ознак і аналізу фазових динамічних характеристик, що представляють залежність зміни сигналу на виході P_2 від величини сигналу на вході об'єкта діагностування P_1 .

Експериментальними і аналітичними дослідженнями було встановлено, що при стабільному тестовому впливі на об'єкт діагностування, форма його фазової динамічної характеристики буде залежати тільки від величини параметрів його технічного стану.

При варіюванні значень технічного стану, спостерігається зміна ділянок ФДХ, які при накладенні одна на одну утворюють області локальних діагнозів D_{i1} і D_{i2} (рис. 1.2.), тобто області справних і несправних станів.

Між собою області розділені ділянками ФДХ працездатних ОД з допустимими значеннями параметрів технічного стану. Процес діагностування пневмоапаратів і контурів пневматичного гальмівного приводу, зводиться до послідовної перевірки локальних ділянок їх ФДХ на приналежність до тих чи інших областей діагнозу. Для вирішення цього завдання запропоновані два методи.

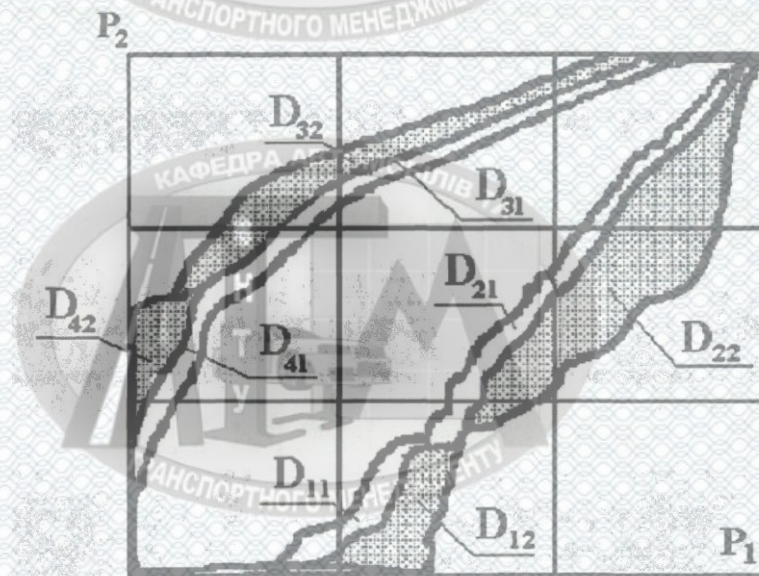


Рисунок 1.2 – Области локальних діагнозів (D_{i1} – норма, D_{i2} – немає норми)

Перший з них – метод найбільших перетинів, представлений на рис. 1.4. Суть даного методу полягає в наступному. Спочатку необхідно визначити діагностичну ділянку з максимальною чутливістю. Для цього в області локальних діагнозів необхідно провести січну паралельно будь-якій з осей координат по найбільшому перетину. Відрізок цієї січної, обмежений крайніми ФДХ, буде діагностичною ділянкою. При перетині фазової динамічної характеристики об'єкта діагностування, що має допустиме значення параметра технічного стану, з цим діагностичним відрізком, визначається точка. Абсциса $P_1(k_d)$ (або ордината) якої, буде допустимим значенням діагностичної ознаки (рис. 1.3.).

Таким чином, визначення значення параметра технічного стану по ФДХ пред'явленого об'єкта діагностування, зводиться до порівняння значення отриманої діагностичної ознаки з її допустимим значенням.

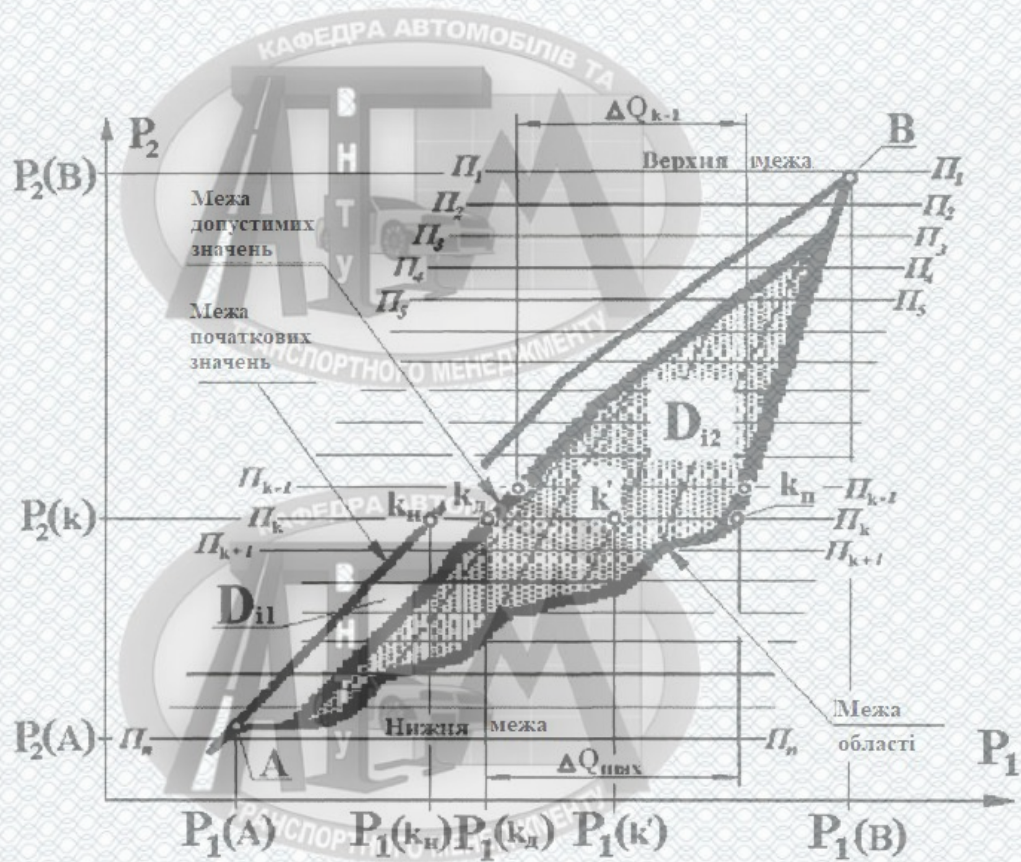


Рисунок 1.3 – Діагностичні ділянки, які володіють найбільшою чутливістю

Між значеннями параметрів технічного стану об'єктів діагностування та значеннями діагностичних ознак, встановлюються функціональні зв'язки, які представляють собою рівняння наступного виду

$$P_{TC} = a \cdot Q_i^n + b \cdot Q_i^{n-1} + \dots + c \cdot Q_i^2 + d \cdot Q_i + f, \quad (1.1)$$

де P_{TC} – параметр технічного стану;

Q_i – діагностична ознака;

a, b, c, d, f – постійні коефіцієнти.

За допомогою рівняння (1.1), знаючи величину діагностичної ознаки Q_i , можна визначити значення P_{TC} параметра технічного стану.

Другим методом розпізнавання станів ОД, є метод аналізу середніх значень функцій на ділянках локальних діагнозів (рис. 1.4.). Даний метод використовується при постановці діагнозу об'єктів, фазові динамічні характеристики яких, при зміні значень параметра технічного стану, не паралельні, тобто перетинаються.

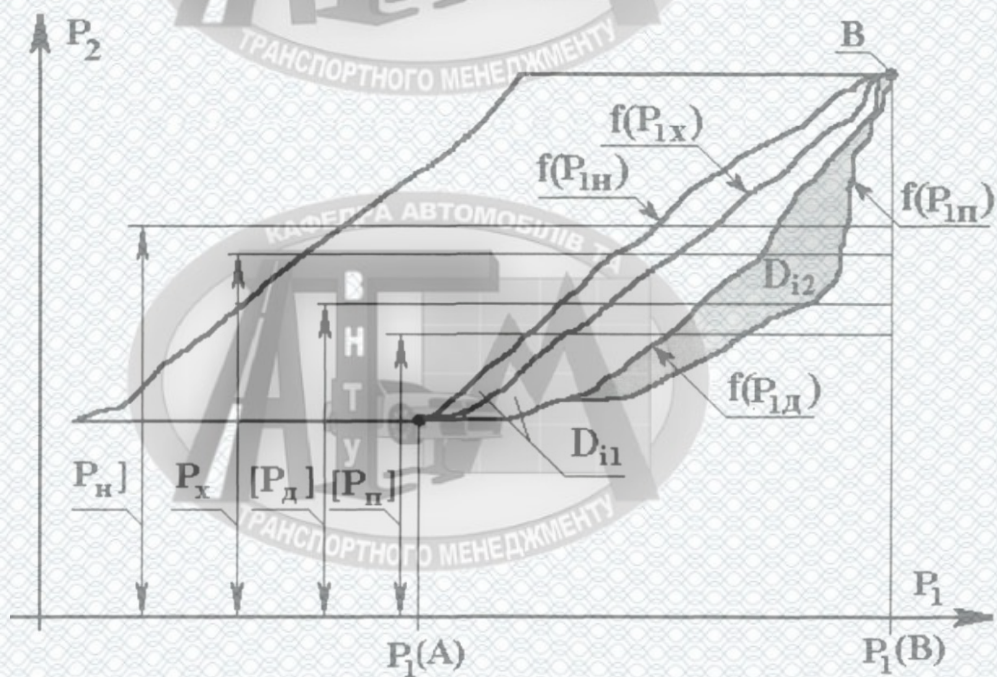


Рисунок 1.4 – Метод аналізу середніх значень функцій ФДХ

Області локальних діагнозів (D_{i1} – норма і D_{i2} – немає норми) обмежені функціями фазових динамічних характеристик ОД $f(P_{1H})$, $f(P_{1D})$ і $f(P_{1П})$, і отримані при варіюванні значень параметрів технічного стану від початкових до допустимих і від допустимих до граничних. Середні значення функцій, що знаходяться на ділянці локального діагнозу $|AB|_i$, в діапазоні зміни вхідного керуючого сигналу від $P_1(A)$ до $P_1(B)$ можна визначити за виразами

$$\left[\bar{P}_H \right] = \frac{1}{P_1(B) - P_1(A)} \cdot \int_{P_1(A)}^{P_1(B)} f(P_{1H}) \cdot dP_1, \quad (1.2)$$

$$\left[\bar{P}_D \right] = \frac{1}{P_1(B) - P_1(A)} \cdot \int_{P_1(A)}^{P_1(B)} f(P_{1D}) \cdot dP_1, \quad (1.3)$$

$$\left[\bar{P}_H \right] = \frac{1}{P_1(B) - P_1(A)} \cdot \int_{P_1(A)}^{P_1(B)} f(P_{1H}) \cdot dP_1. \quad (1.4)$$

Отримані середні значення $\left[\bar{P}_H \right]$, $\left[\bar{P}_D \right]$ і $\left[\bar{P}_H \right]$ функцій $f(P_{1H})$, $f(P_{1D})$ і $f(P_{1H})$ є нормативними величинами для розпізнання наданих фазових динамічних характеристик на ділянці локального діагнозу $|AB|_i$: $\left[\bar{P}_H \right]$ – початковий норматив; $\left[\bar{P}_D \right]$ – допустимий норматив; $\left[\bar{P}_H \right]$ – граничний норматив.

Для проведення розпізнання значень параметру технічного стану на ділянці локального діагнозу $|AB|_i$, необхідно визначити значення діагностичної ознаки \bar{P}_X наданої фазової динамічної характеристики $f(P_{1X})$:

$$\left[\bar{P}_X \right] = \frac{1}{P_1(B) - P_1(A)} \cdot \int_{P_1(A)}^{P_1(B)} f(P_{1X}) \cdot dP_1. \quad (1.5)$$

В процесі діагностування, належність діагностичної ознаки до області допустимих або неприпустимих значень визначається виходячи з правила:

$$\left[\bar{P}_X \right] > \left[\bar{P}_D \right], \quad |AB|_i \in D_{i1}; \quad \text{норма} \quad (1.6)$$

$$\left[\bar{P}_X \right] < \left[\bar{P}_D \right], \quad |AB|_i \in D_{i2}; \quad \text{норми немає} \quad (1.7)$$

Висновки до розділу 1

Проаналізовано стан аварійності на дорогах в Україні за останні роки, визначено основні заходи, спрямовані на попередження ДТП та визначена необхідність вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобілів.

Гальмівна система є основним елементом автотранспортного засобу, що забезпечує його активну безпеку при гальмуванні. Для забезпечення гальмівною системою вимог ДСТУ 3649:2010 при гальмуванні, необхідно підтримувати як гальмівний привід, так і гальмівні механізми в технічно справному стані.

В даний час існують два методи діагностування гальмівних систем – це дорожні випробування і стендові випробування. Найбільшого поширення набули стендові методи, з використанням стендів з біговими барабанами. При цьому, як дорожні, так і стендові методи дозволяють оцінити лише працездатність гальмової системи в цілому, залишаючи поза увагою причини несправностей в разі невідповідності показників гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні вимогам ДСТУ 3649:2010. Тому необхідно проведення наукових досліджень з метою удосконалення методики диференціального діагностування гальмівних систем на стендах з біговими барабанами.

Метою дослідження є вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобілів при їх технічному випробуванні в умовах ТОВ «Укртехконтроль» м. Вінниця.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі завдання:

- виконати аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази ТОВ «Укртехконтроль» м. Вінниця;
- теоретично обґрунтувати метод диференціального діагностування гальмівної системи АТЗ з ПГП на стендах з біговими барабанами і розробити математичну модель системи, яка дозволить виконувати аналітичні дослідження процесу гальмування АТЗ на стендах з біговими барабанами при зміні параметрів технічного стану гальмівної системи;

– встановити функціональні зв'язки діагностичних ознак з параметрами технічного стану гальмівної системи АТЗ з ПГП, які суттєво впливають на показники гальмівної ефективності АТЗ при гальмуванні;

– розробити алгоритм, що реалізує метод диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами;

– розглянути питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на при виконанні робіт з діагностування гальмівних систем автомобілів.



РОЗДІЛ 2.

АНАЛІЗ ДІЯЛЬНОСТІ ПІДПРИЄМСТВА ТА СТАНУ ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНОЇ БАЗИ ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

2.1 Аналіз діяльності підприємства ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

Підприємство ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» знаходиться за адресою: Вінницька обл., Тульчинський р-н, селище міського типу Крижопіль, вул. Кожедуба Івана.

ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» забезпечує політику у сфері технічного регулювання.

Спеціалізація: обов'язковий технічний контроль транспортних засобів.

Головною метою комплексу обов'язкового технічного контролю є оцінка технічного стану систем, що забезпечують безпеку руху та впливають на навколишнє середовище.

Транспортні засоби, що беруть участь у дорожньому русі та зареєстровані територіальними органами Міністерства внутрішніх справ України, підлягають обов'язковому технічному контролю.

Не підлягають обов'язковому технічному контролю:

– легкові автомобілі усіх типів, марок і моделей, причепа (напівпричепа) до них (крім таксі та автомобілів, що використовуються для перевезення пасажирів або вантажів з метою отримання прибутку), мотоцикли, мопеди, мотоколяски та інші прирівняні до них транспортні засоби – незалежно від строку експлуатації;

– легкові автомобілі, що використовуються для перевезення пасажирів або вантажів з метою отримання прибутку, вантажні автомобілі незалежно від форми власності вантажопідйомністю до 3,5 тони, причепа до них – із строком експлуатації до двох років;

– технічні засоби для агропромислового комплексу, визначені Законом України «Про систему інженерно-технічного забезпечення агропромислового комплексу України».

Обов'язковий технічний контроль (ОТК) транспортного засобу передбачає перевірку технічного стану транспортного засобу, а саме:

- системи гальмового і рульового керування;
- зовнішніх світлових приладів;
- пневматичних шин та коліс;
- світлопропускання скла;
- газобалонного обладнання (за наявності);
- інших елементів у частині, що безпосередньо стосується безпеки

дорожнього руху та охорони навколишнього природного середовища.

Порядок проведення обов'язкового технічного контролю та обсяги перевірки технічного стану транспортних засобів визначає Кабінет Міністрів України.

Періодичність проходження обов'язкового технічного контролю:

- для легкових автомобілів, що використовуються для перевезення пасажирів або вантажів з метою отримання прибутку, вантажних автомобілів (незалежно від форми власності) вантажопідйомністю до 3,5 тони, причепів до них із строком експлуатації більше двох років – кожні два роки;
- для вантажних автомобілів вантажопідйомністю більше 3,5 тони, причепів до них та таксі незалежно від строку експлуатації – щороку;
- для автобусів та спеціалізованих транспортних засобів, що перевозять небезпечні вантажі, незалежно від строку експлуатації – двічі на рік.

Основними задачами комплексу обов'язкового технічного контролю на базі ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» є:

1. Впливати на зменшення кількості ДТП, виявляючи транспортні засоби з несправностями вузлів та механізмів, що забезпечують безпеку руху.
2. Зменшити кількість людських втрат, поранених та покалічених внаслідок ДТП по причині несправного технічного стану автомобіля.
3. Обмежити попадання на вулиці міста транспорту, потенційно небезпечного не тільки для водія і пасажирів, а й для інших учасників дорожнього руху.

4. Збереження транспорту, виявлення несправностей, які можуть виникнути в дорозі.

Комплекс технічного контролю є структурним елементом загальнодержавної системи нагляду за технічним станом автотранспортних засобів з метою забезпечення безпеки дорожнього руху.

2.2 Прогнозування зміни величини попиту на послуги з перевірки технічного стану автомобілів на підприємстві

Кількість автомобіле-заїздів, які були обслуговані на підприємстві ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» за останні 3 роки занесено до таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Кількість автомобіле-заїздів на ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

Рік	Кількість автомобіле-заїздів
2021	2966
2022	3003
2023	3280

Як видно з таблиці 2.1 кількість автомобіле-заїздів для проведення ОТК на підприємстві збільшується.

Кількість автомобілів приватних власників, що становлять переважну більшість автопарку країни, не зважаючи на економічну кризу і зниження життєвого рівня, постійно збільшується. Досить велика частина цих автомобілів завозиться з-за кордону, маючи значний термін експлуатації і попадають в екстремальні умови, спричинені станом більшості доріг в Україні, а також за відсутності кваліфікованого та якісного технічного обслуговування і ремонту через неадекватність системи автосервісу новим реаліям, що склалися з появою широкого спектру автомобілів різних марок та модифікацій, різким підвищенням вартості технічного обслуговування і ремонту та зношуванням застарілого обладнання СТО і АТП.

На пункті ОТК обслуговуються легкові автомобілі, вантажні автомобілі та автобуси. Відсотковий розподіл типів АТЗ, які обслуговуються на ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» наведено на рисунку 2.1.

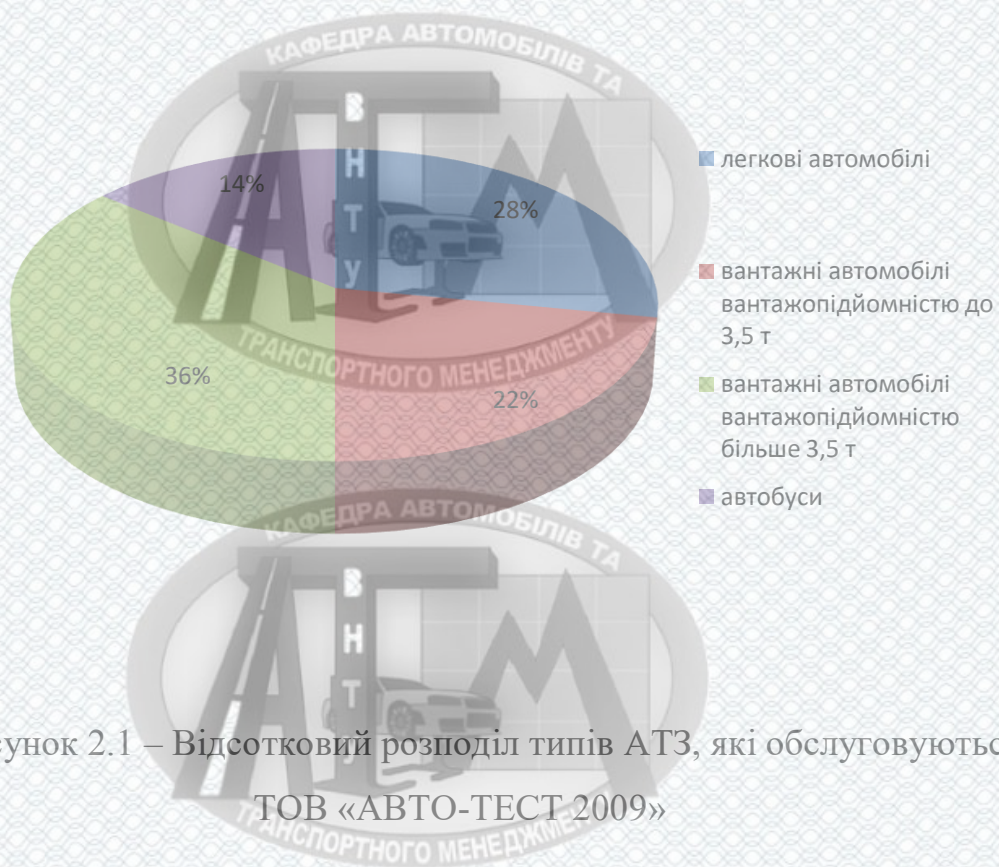


Рисунок 2.1 – Відсотковий розподіл типів АТЗ, які обслуговуються на ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

Вибір прогнозної функції – найвідповідальніша частина при складанні прогнозів. Звичайно користуються такими функціями: лінійною $-y = a_0 + a_1t$; показниковою $-y = a_0a_1^t$. Кожна з наведених функцій є найпростішою моделлю динаміки зміни прогнозованого показника в часі (t).

Після того як обраний перелік кривих, придатних для екстраполяції, необхідно визначити їхні параметри. Оскільки результуючий показник є вибіркою з генеральної сукупності, не можна точно визначити невідомі значення параметрів, а можна знайти тільки їхні оцінки. Найзручніше використати метод найменших квадратів. Він досить простий і забезпечує необхідну точність розрахунків. Для вибору математичної функції, що описує траєкторію зміни того або іншого показника, необхідно: побудувати кореляційне поле; за характером розташування точок – значень показника – на кореляційному полі вибрати загальний вигляд

функції регресії; скласти кореляційну таблицю; оцінити параметри a_0 й a_1 методом найменших квадратів; записати емпіричне рівняння регресії; обчислити коефіцієнт кореляції (у випадку лінійної регресії) або кореляційне відношення (у випадку нелінійної функції регресії); установити адекватність математичної моделі динаміці зміни показника автомобіле-заїздів.

Оцінювання параметрів a_0 і a_1 знаходиться за формулами:

$$a_0 = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}; \quad (2.1)$$

$$a_1 = \frac{n \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{n \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2}. \quad (2.2)$$

На підставі вихідних даних складається кореляційна таблиця (табл. 2.2). При цьому як функція y_i приймається значення прогнозованого показника (β - кількість автомобіле-заїздів), як аргумент x_i – умовний рік (t), що відповідає даному значенню показника.

Таблиця 2.2 – Кореляційна таблиця

Вихідні дані		Дані для розрахунку			
x_i		$y_i(\beta)$	$x_i y_i$	x_i^2	y_i^2
календ. рік	умовний рік (t)				
2021	1	2966	2966	1	8797156
2022	2	3003	6006	4	9018009
2023	3	3280	9840	9	10758400
–	$\sum_{i=1}^n x_i = 6$	$\sum_{i=1}^n y_i = 9249$	$\sum_{i=1}^n x_i y_i = 18812$	$\sum_{i=1}^n x_i^2 = 14$	$\sum_{i=1}^n y_i^2 = 28573565$

Оцінювання параметрів a_0 і a_1 знаходиться за формулами (2.1; 2.2):

$$a_0 = \frac{9249 \cdot 14 - 6 \cdot 18812}{3 \cdot 14 - 6^2} = 2769,0;$$

$$a_1 = \frac{3 \cdot 18812 - 6 \cdot 9249}{3 \cdot 14 - 6^2} = 157.$$

Отже, математична модель для прогнозування β має такий вигляд:

$$\beta = 2769 + 157 \cdot t. \quad (2.3)$$

Проведемо прогнозування значення β на 2019 рік. При цьому за початок координат (рік початку відліку) приймаємо 2016 рік. Таким чином, $t = 4$ і

$$\beta = 2769 + 157 \cdot 4 = 3397.$$

Коефіцієнт кореляції R вказує на тісноту лінійного зв'язку між показниками x_i й y_i , тобто між β і t . Він визначається за формулою:

$$R = \frac{n \sum y_i x_i - \sum y_i \sum x_i}{\sqrt{(n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2)(n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2)}}, \quad (2.4)$$

За формулою (1.3) і даними таблиці 1.3 визначається коефіцієнт кореляції

$$R = \frac{3 \cdot 18812 - 9249 \cdot 6}{\sqrt{(3 \cdot 14 - 14^2) \cdot (3 \cdot 28573565 - 9249^2)}} = 0,91.$$

Відомо, що якщо $|R|=1$, то зв'язок між величинами x та y лінійний функціональний, якщо ж $R=0$ – величини x та y незалежні й отримане рівняння

не можна використовувати з метою прогнозування. Оскільки $R = 0,91$, зв'язок між β і t достатньо близький до функціонального.

Графік прогнозу автомобіле-заїздів на 2024 рік показано на рисунку 2.2.

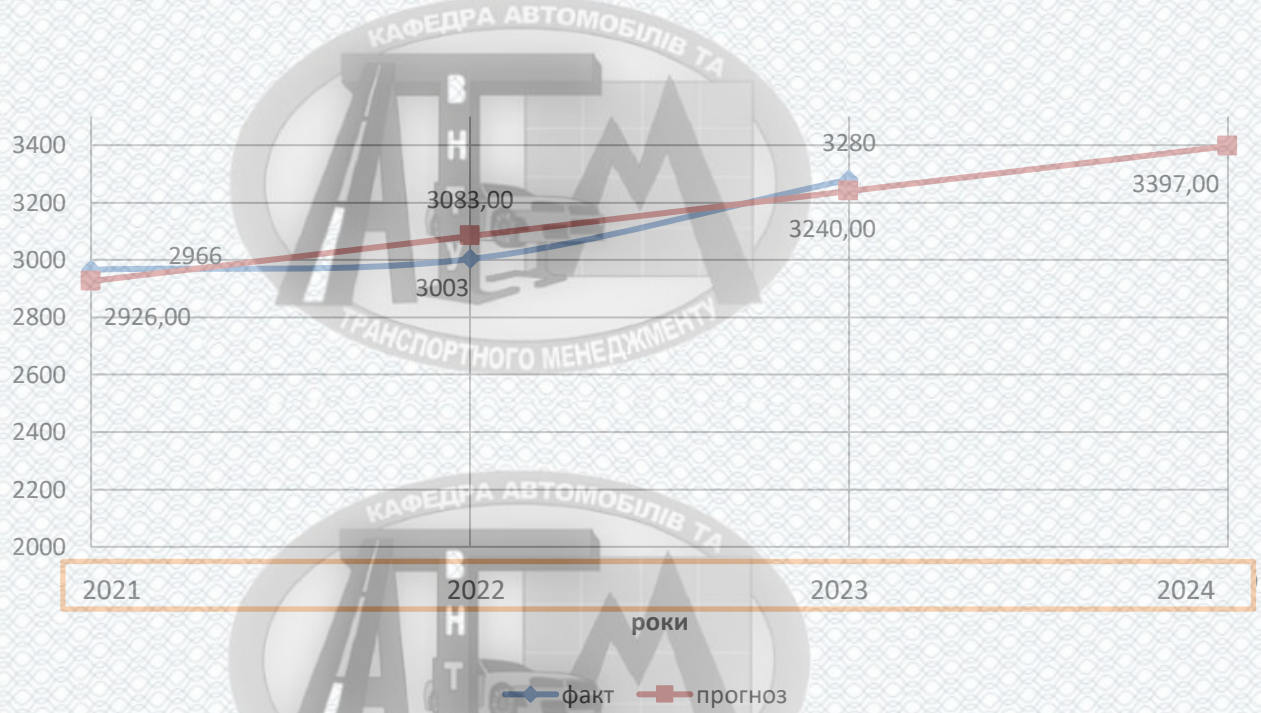


Рисунок 2.2 – Прогноз автомобіле-заїздів на 2024 рік на ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

За результатами прогнозування, зображених на рисунку 2.2, видно, що кількість автомобіле-заїздів автотранспорту збільшилася на 117 одиниць або на 3,5%, порівняно з минулим роком і становить 3397. Збільшення прогнозованого показника впливає зі збільшення кількості рухомого складу у регіоні, який повинен проходити ОТК.

2.3 Формування виробничої програми пункту обов'язкового технічного контролю

Вихідними даними для розрахунку виробничої програми є кількість автомобіле-заїздів, які виконуються за рік.

За результатами прогнозування автомобіле-заїздів на 2024 рік, яке виконано у п. 2.2, отримали значення 3397.

Режим роботи пункту визначається кількістю днів роботи зарік (Д - 305 днів). Тривалість робочого дня - 8 годин. Фонд робочого часу за тиждень - 40 годин, за рік - 2070 годин. Режим роботи пункту ОТК прийнято виходячи з найбільш повного задоволення потреб замовників в послугах з перевірки технічного стану автомобілів.

На пункті ОТК обслуговуються легкові автомобілі, вантажні автомобілі та автобуси, беручи до уваги їх відсотковий розподіл (рис. 2.1) та спрогнозоване значення автомобіле-заїздів на 2024 рік, заносимо результати вихідних даних для формування програми ОТК в таблицю 2.3.

Таблиця 2.3 - Вихідні дані

Тип ТЗ	Кількість автомобіле-заїздів
Легкові автомобілі	951
Вантажні автомобілі, вантажопідйомністю до 3,5 т	747
Вантажні автомобілі, вантажопідйомністю більше 3,5 т	1223
Автобуси	476
Всього	3397

Річний об'єм робіт для лінії з визначення технічного стану автомобілів пункту обов'язкового технічного контролю розраховуємо за такою формулою:

$$T_p = \sum_{i=1}^4 \frac{K_{ai} \cdot t_{mi}}{60} \quad (2.5)$$

де K_a – кількість автомобіле-заїздів певного типу ТЗ в рік;

t_m – норма максимального розрахункового оперативного часу обов'язкового технічного контролю ТЗ, хв.;

i – індекс: 1 – легкові автомобілі; 2 – вантажні автомобілі, вантажопідйомністю до 3,5 т; 3 – вантажні автомобілі, вантажопідйомністю більше 3,5 т; 4 – автобуси.

Норма максимального розрахункового оперативного часу обов'язкового технічного контролю ТЗ, становить:

- легкові автомобілі – 40 хв;
- вантажні автомобілі – 60 хв;
- автобуси – 65 хв.

Тобто річний обсяг робіт з перевірки технічного стану транспортних засобів під час обов'язкового технічного контролю складає:

$$T_p = \frac{951 \cdot 40 + (747 + 1223) \cdot 60 + 476 \cdot 65}{60} = 3119,7 \text{ (люд.·год.)}$$

Для визначення об'єму робіт кожного поста отриманий річний об'єм робіт розподіляємо по видам робіт і місцю їх виконання. Результати розрахунку заносимо в таблицю 2.4.

Для корегування нормативів трудомісткості з визначення технічного стану ТЗ виконується попереднє визначення кількості постів за формулою:

$$X = \frac{T \cdot \phi \cdot K_{\Pi}}{D_{\text{роб}} \cdot T_{\text{зм}} \cdot C \cdot P_{\Pi} \cdot \eta_{\Pi}}, \quad (2.6)$$

де T – загальний річний обсяг робіт, люд.-год.;

ϕ – коефіцієнт нерівномірності надходження автомобілів ($\phi=1,15$);

K_{Π} – доля постових робіт в загальному обсязі робіт (0,8);

$D_{\text{роб}}$ – число робочих днів на рік;

$T_{\text{зм}}$ – тривалість зміни;

C – число змін ($C=1$);

P_{Π} – середнє число робітників, що одночасно працюють на посту ($P_{\Pi}=2$);

$\eta_{\text{п}}$ – коефіцієнт використання робочого часу поста ($\eta_{\text{п}}=0,9$).

Таблиця 2.4 - Розподіл трудомісткості по видам робіт

Види робіт	Об'єм робіт, %
1. Контроль та регулювання кутів установки передніх коліс	20
2. Контроль та регулювання гальмової системи, оцінка роботи стоянкового гальма	21
3. Регулювання освітлювальних приладів	11
4. Контроль тиску в шинах	5
5. Оцінка вмісту шкідливих речовин відпрацьованих газах	5
6. Оцінка стану рульового керування	14
7. Загальний огляд ТЗ	22
8. Інше	2
РАЗОМ	100

$$X = \frac{3119,7 \cdot 1,15 \cdot 0,8}{305 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 2 \cdot 0,9} = 0,65.$$

Одже приймаємо, що на ТОВ «Укртехконтроль» достатньо 1 лінії діагностики для задоволення прогнозованих обсягів попиту на проведення ОТК.

2.4 Огляд існуючої структури виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

На території ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» розташований бокс із лінією діагностування автомобілів на 3 поста, площа бокса – 144 м². Також на території підприємства розміщені: адміністративне приміщення, стоянка та відкритий майданчик для виміру шуму.

Територія підприємства має тверде асфальтоване покриття.

Для забезпечення зони водою використовується місцева комунікаційна мережа з технічною та питною водою. Використовується електропостачання 380/220 В.

Стіни бокса виконані капітальними (несучими). Товщина несучих стін складає 410 мм, крок колон 6х6 м, товщина перегородок між цехами – 250 мм.

В стінах виробничого корпусу виконані пройми у вигляді воріт, дверей, вікон.

Ворота і двері виконані стандартної ширини (одностворчаті і двостворчаті). Ворота - 4000мм, а двері - 1200 мм.

Режим роботи зони:

- початок роботи - 9.00
- обідня перерва - з 13.00 до 14.00;
- закінчення роботи 18.00.

Кількість днів роботи зони – 305 днів;

Тривалість роботи зміни - 8 год.

На комплекс покладені задачі по швидкому мобільному діагностичному обслуговуванню систем, що забезпечують безпеку дорожнього руху та впливають на навколишнє середовище, досягненню якомога більшої економічної ефективності; спеціалізація робіт вимагають компактного розміщення робочих постів, інших приміщень.

В виробничій зоні виконуються роботи по контролю та діагностуванню технічного стану систем, що забезпечують безпеку дорожнього руху та впливають на навколишнє середовище.

Зона призначена для визначення технічного стану вузлів та агрегатів автомобіля, при проведенні технічного контролю. На лінії діагностування виконуються роботи по агрегатам, вузлам і системам які впливають на безпеку руху і перевіряють: дію ногоного гальма на одночасність спрацювання і ефективність гальмування; дію ручного гальма; привід гальм; люфт рульового колеса і в з'єднаннях приводу рульового керування; шини і тиск повітря в них; прилади освітлення і сигналізації. Засобом одержання такої інформації є технічна діагностика автомобілів.

Організаційно-виробнича структура управління процесами перевірки технічного стану автомобілів представлена у вигляді функціональної схеми (рис. 2.3).



Рисунок 2.3 – Схема організації технологічного процесу обов'язкового технічного контролю автомобілів у пункті з визначення їх технічного стану

Послідовність проходження ОТК така:

1. Оформлення в столі замовлення заказ-наряду на проведення технічного огляду, згідно поданої заявки;

2. Пред'явлення на КПП заказ-наряду для в'їзду на територію комплексу;
3. Здача технічного паспорту автомобіля для отримання діагностичної карти (ДК) в пункті комплексу ОТК;
4. Проходження технічного контролю на постах комплексу ОТК;
5. Заїзд на стоянку (на території комплексу);
6. Здача ДК в пункті комплексу ОТК та отримання висновку про технічний стан автомобіля;
7. Отримання протоколу проходження ОТК.
8. Виїзд з комплексу ОТК.

2.5 Опис зони діагностування, перелік виконуваних робіт

Схема технологічного процесу обов'язкового технічного контролю ДТЗ показана на рисунку 2.4. Згідно з цією схемою, автомобіль поетапно заїжджає на три пости лінії перевірки технічного стану.

На пості №1 (оглядова канава) виконується:

- попередній огляд ДТЗ та його оцінка готовності до випробувань;
- перевірка ходової частини;
- перевірка рульового керування;
- перевірка системи живлення;
- перевірка рівня забруднюючих речовин у відпрацьованих газах;
- перевірка ГБО.

На пості №2 (гальмівний стенд) виконується перевірка:

- робочої гальмівної системи;
- стоянкової гальмівної системи;
- зусилля на робочому органі.

На пості №3 виконується перевірка:

- зовнішніх світлових приладів;
- перевірка світлопропускання скла;
- склоочищувачів та склоомивачів вітрового скла;

- огляд коліс та вимірювання остаточної висоти протектора шин;
- інших елементів конструкції.

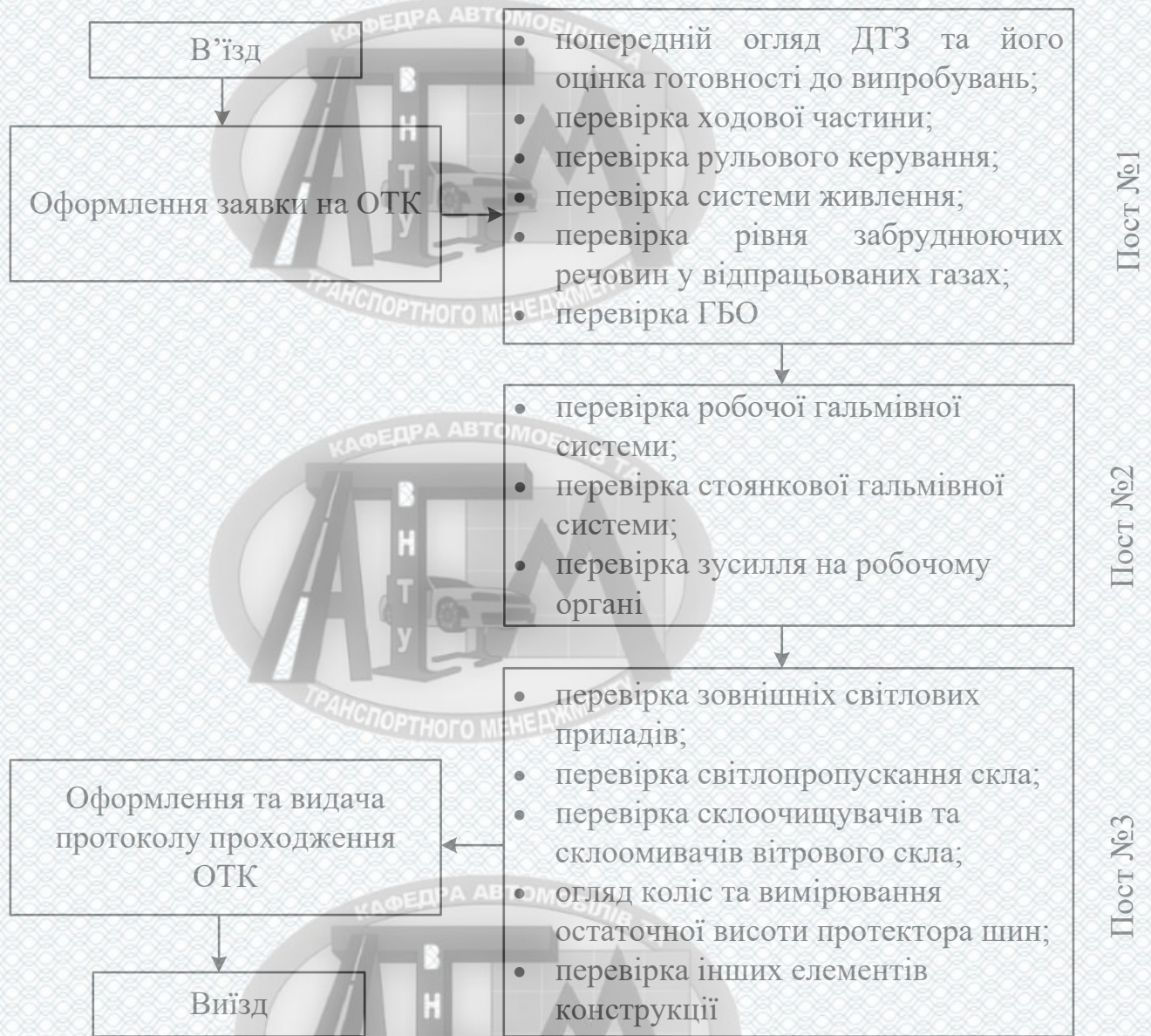


Рисунок 2.4 – Схема технологічного процесу проходження обов'язкового технічного контролю АТЗ

Перелік технологічно необхідного обладнання наведемо згідно його розташування на виробничих постах (див. табл. 2.5-2.7).

Автомобіль потрапляє на пост №1 щодо технічного контролю ходової частини, рульового керування та системи живлення.

Таблиця 2.5 - Послідовність виконання робіт на посту №1

Найменування операції	Обладнання, прилади	Габаритні розміри АхВ, м
1	2	3
1. Перевірка відповідності типу моделі, номерних знаків, порядкових виробничих номерів шасі (рами), кузова і двигуна даним, записаним в технічному паспорті	Візуально, оглядовий пристрій з дзеркалом	-
2. Огляд рами, кузова чи інших несучих елементів, вантажної платформи	Візуально, оглядовий пристрій з дзеркалом	-
3. Огляд стану елементів ходової частини ТЗ на наявність тріщин, надмірних згинів, заварених (запаяних) тріщин та інших деформацій, підтікань рідин	Візуально, оглядовий пристрій з дзеркалом, оглядова канава	-
4. Перевірка стану деталей рульового керування	Оглядова канава	-
5. Перевірка стану і кріплення вузлів трансмісії і щільності з'єднання трубопроводів	Оглядова канава	-
6. Перевірка герметичності паливної системи і системи мащення двигуна	Оглядова канава	-
7. Вимірювання сумарного люфту в рульовому керуванні	Люфтомір ИСЛ-401м	420×200
8. Перевірка рівня забруднюючих речовин у відпрацьованих газах	Газоаналізатор АВГ-4, Димомір АВГ-1д	330×290, 355×220
9. Перевірка газобалонного обладнання (маркування, огляд газових балонів та їх обладнання, газопроводів та ін.)	Візуально	-

Із поста №1 автомобіль потрапляє на пост №2 (діагностування гальмівної системи).



Таблиця 2.6 - Послідовність виконання робіт на посту №2

Назва операції	Обладнання, прилади	Габаритні розміри А x В, м
1. Перевірка нерівномірності загальмовування коліс передньої вісі	Стенд гальмівний універсальний СТМ 15000-У	2010x810
2. Перевірка нерівномірності загальмовування коліс задньої вісі		
3. Перевірка ефективності стоянкового гальма		

Із поста №2 автомобіль потрапляє на пост №3.

Таблиця 2.7 - Послідовність виконання робіт на посту №3

Найменування операції	Обладнання, прилади	Габаритні розміри А x В, м
1	2	3
1. Перевірка стану шин, коліс та їх кріплення, тиску	Вимірювальна лінійка, ШЦ-1-150, манометр	-
2. Перевірка зовнішніх світлових приладів (фари дальнього і ближнього світла; передні, задні, бічні габаритні, контурні ліхтарі; покажчики поворотів, аварійна сигналізація; протитуманні фари; ліхтар заднього ходу; світловідбивні пристрої)	Вимірювач параметрів світла фар ОПК	420x240
3. Перевірка світлопропускання скла	Вимірювач світлопропускання скла ИСС-1	-
4. Перевірка стану системи очистки, омивання та обігріву вітрового скла.	Візуально	-
5. Перевірка комплектності, наявності ременів безпеки, наявності і стану дзеркал заднього виду.	Візуально, прилад перевірки натягу ременів ППНР 100	-
6. Перевірка зовнішнього виду, стану замків дверей, механізму регулювання сидіння водія, тягово-зчіпного пристрою	Візуально	
7. Перевірка протиугінного пристрою	Візуально	

Загальний перелік необхідного обладнання для проведення перевірки технічного стану транспортних засобів при проведенні обов'язкового технічного контролю: люфтомір ИСЛ-401м; вимірювач параметрів світла фар ОПК; газоаналізатор АВГ-4; димомір АВГ-1д; стенд гальмівний універсальний СТМ 15000-У; вимірювач світлопропускання скла ИСС-1; вигокошукач ТМ-МЕТА; прилад перевірки натягу ременів ППНР 100; манометр; лінійка металева 1000; секундомір СОСлр-2б-2-00; штангенциркуль ШЦ-1-150; рулетка 52j-5025.

План зони діагностування показано на рисунку 2.5.

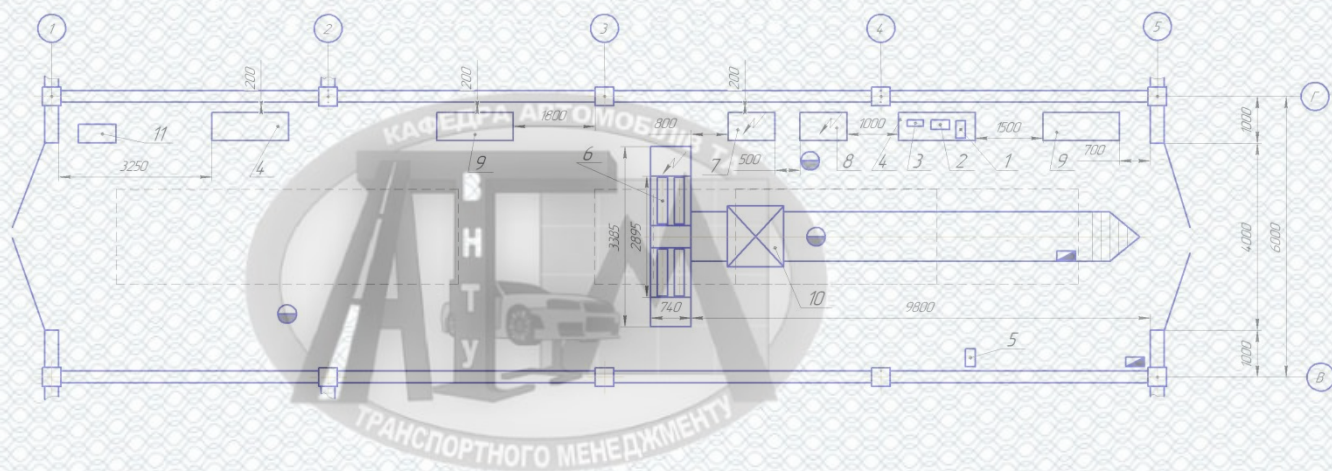


Рисунок 2.5 – План зони діагностування АТЗ ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

Для підвищення ефективності системи обов'язкового технічного контролю автомобілів необхідна достовірна інформація про їх технічний стан.

Оскільки основна частина АТЗ, які проходять обслуговування на даному підприємстві, оснащена гальмівними системами з пневмоприводом, то постає завдання вдосконалення методики діагностування гальмівних систем з пневмоприводом, яка дозволить визначати причину невідповідності показників гальмівної ефективності і стійкості автотранспортного засобу при гальмуванні вимогам стандарту.



Висновки до розділу 2

Головною метою комплексу обов'язкового технічного контролю ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» є оцінка технічного стану систем, що забезпечують безпеку руху та впливають на навколишнє середовище.

Обов'язковий технічний контроль (ОТК) транспортного засобу передбачає перевірку технічного стану транспортного засобу, а саме:

- системи гальмового і рульового керування;
- зовнішніх світлових приладів;
- пневматичних шин та коліс;
- світлопропускання скла;
- газобалонного обладнання (за наявності);
- інших елементів у частині, що безпосередньо стосується безпеки дорожнього руху та охорони навколишнього природного середовища.

Аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази підприємства показав, що ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» забезпечено площами, постами та обладнанням для виконання основної мети підприємства.

Прогнозування автомобіле-заїздів автотранспорту для проходження обов'язкового технічного контролю показало їх збільшення на 117 одиниць на 2024 рік, що пов'язано із збільшенням кількості рухомого складу у регіоні, який повинен проходити ОТК.

Оскільки основна частина АТЗ, які проходять обслуговування на даному підприємстві, оснащена гальмівними системами з пневмоприводом, то постає завдання вдосконалення методики діагностування гальмівних систем з пневмоприводом, яка дозволить визначати причину невідповідності показників гальмівної ефективності і стійкості автотранспортного засобу при гальмуванні вимогам ДСТУ.

РОЗДІЛ 3.

ТЕОРЕТИЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ
ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ
АТЗ НА СТЕНДАХ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ

3.1 Обґрунтування режиму функціонування гальмівної системи при діагностуванні на стендах з біговими барабанами

Процес діагностування будь-якого технічного об'єкта включає в себе чотири етапи:

- 1) тестовий вплив на об'єкт діагностування;
- 2) вимірювання величин діагностичних параметрів або ознак;
- 3) обробка отриманої інформації;
- 4) постановка діагнозу.

Наочно, процес діагностування складних технічних об'єктів можна представити у вигляді схеми зображеної на рис. 3.1.

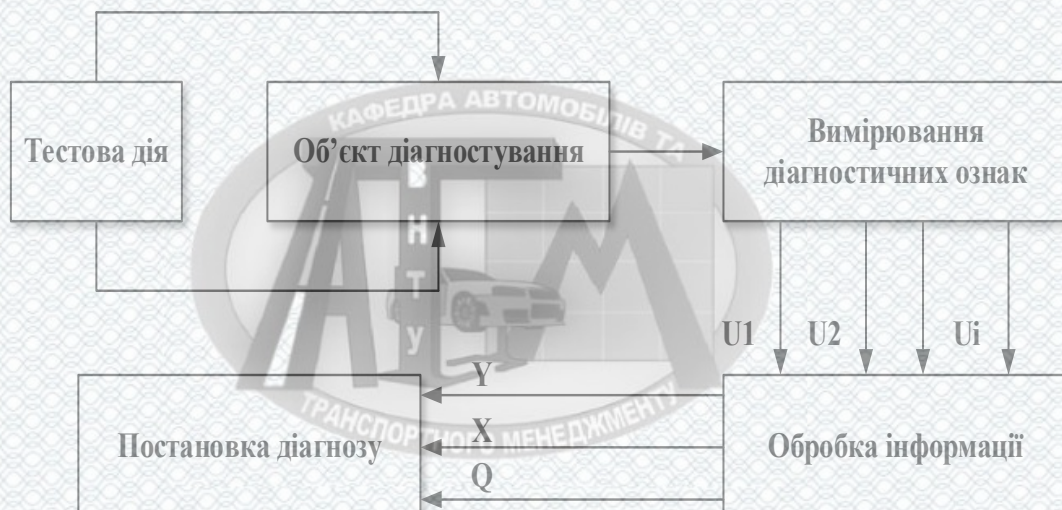


Рисунок 3.1 – Процес діагностування технічного об'єкта

Діагностування гальмівних систем, відповідно до вищенаведеної схеми, має також здійснюватися в чотири етапи. На першому етапі гальмівна система піддається тестовому впливу, який встановлює процес її функціонування на заданих силових, швидкісних і теплових режимах роботи за допомогою стендів і спеціального обладнання.

На другому етапі відбувається вимір фізичних величин діагностичних ознак, таких як гальмівна сила і тиск стисненого повітря в гальмівній камері, а також кутової швидкості коліс з використанням датчиків.

На третьому етапі відбувається обробка знятої з датчиків діагностичної інформації. Це посилення і фільтрація сигналів, а також функціональне перетворення електричних сигналів у відповідні діагностичні ознаки.

На четвертому етапі ставиться діагноз, шляхом порівняння отриманих значень діагностичних ознак з їх нормативними значеннями.

Дослідження, проведені А. І. Федотовим в роботі, показують, що на форму фазових динамічних характеристик, а відповідно і на результати діагностування, значний вплив чинить режим тестового впливу. У зв'язку з цим режим тестового впливу має бути суворо визначеним і стабільним, для виключення його впливу на кінцевий результат, тобто на постановку діагнозу.

У разі, якщо показники гальмівної ефективності і стійкості АТЗ при гальмуванні не відповідають вимогам ДСТУ 3649:2010, необхідно визначати, що в даному випадку вплинуло на їх значення: несправність пневматичного гальмівного приводу або несправність виконавчих механізмів гальмівної системи. Виконавчі механізми гальмівної системи працюють по одному керуючому сигналу – тиску стисненого повітря в гальмівній камері $P_{тк}(t)$. При екстремому гальмуванні автомобіля в гальмівній камері за дуже короткий проміжок часу тиск стисненого повітря збільшується від 0 до 0,75 МПа, і після того, як автомобіль зупинився, тиск в гальмівних камерах знижується від 0,75 МПа до 0. Тому тестовим впливом при діагностуванні виконавчих механізмів буде заданий закон збільшення і зменшення тиску стисненого повітря в гальмових камерах.

На підставі вищевикладеного була розроблена і складена структурно-наслідкова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді, яка представлена на рис. 3.2.

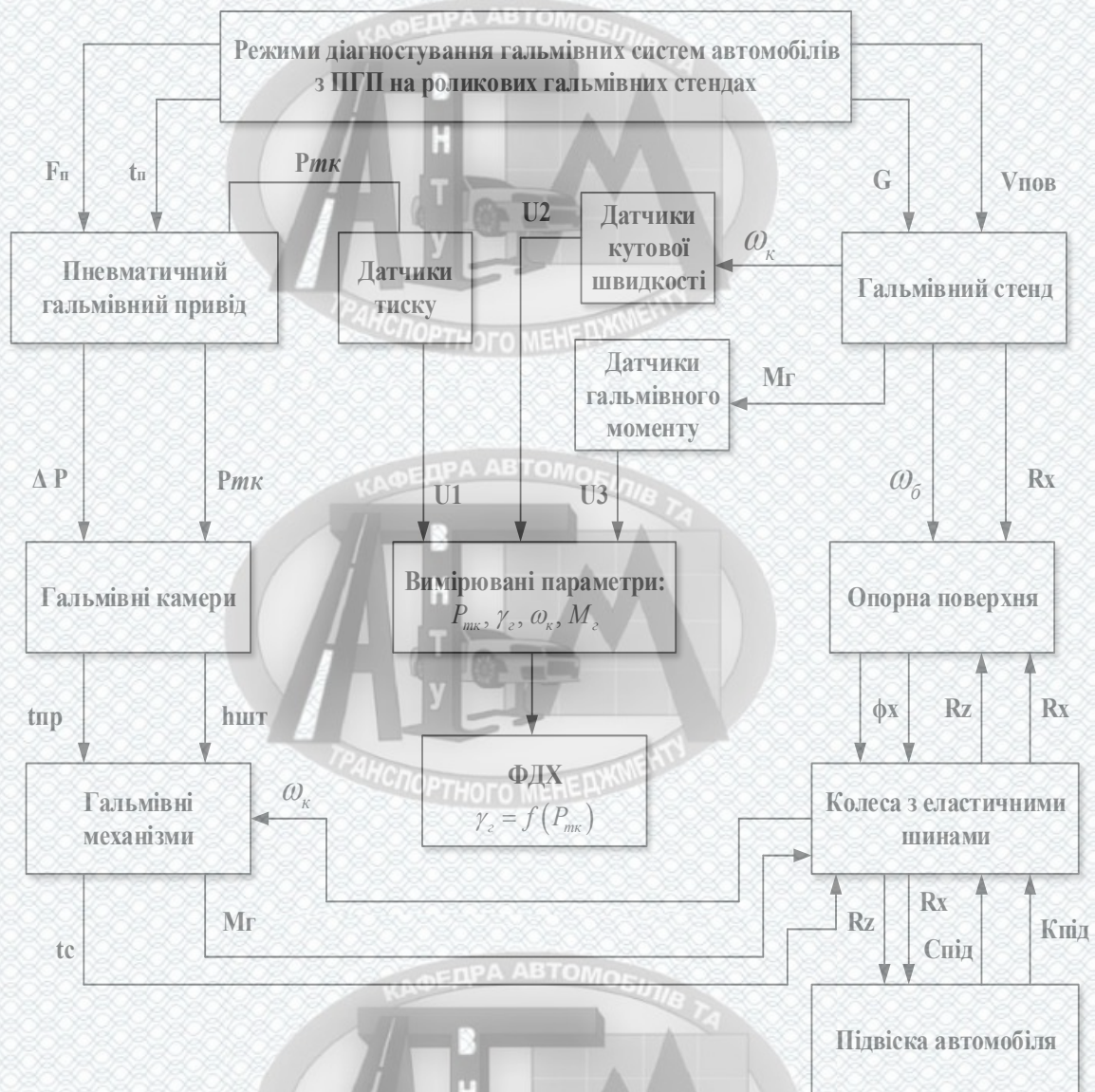


Рисунок 3.2 – Структурно-наслідкова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді

Об'єкт діагностування, гальмівний стенд та пневматичний гальмівний привід, представлені на схемі, пов'язані між собою у вигляді сукупності взаємозалежних елементів, з метою визначення показників гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні об'єкта діагностування, а також для отримання ФДХ і визначення значень діагностичних ознак.

У відповідності зі схемою, рівняння зв'язку залежності показника ефективності гальмування АТЗ можна записати у вигляді полінома:

$$\gamma_T = F[R_Z(h_n), R_X(\varphi_x, S), G_K, h_{умт}(P_{тк}), M_T(\mu, P_{тк}, \omega_k), P_{тк}(t)], \quad (3.1)$$

де $R_Z(h_n)$ – функція зміни нормальної реакції від величини прогину підвіски;

$R_X(\varphi_x, S)$ – функція повздовжньої реакції від коефіцієнта зчеплення і проковзування;

G_K – навантаження, що доводиться на колесо;

$h_{умт}$ – хід штоку гальмівної камери;

$M_T(\mu, P_{тк}, \omega_k)$ – функція гальмівного моменту від коефіцієнта тертя між гальмівним барабаном та фрикційними накладками, тиску в гальмівній камері і кутової швидкості обертання коліс;

$P_{тк}(t)$ – функція тиску в гальмівній камері від часу.

Головну роль в процесі діагностування гальмівної системи грає тестовий режим. При включенні гальмівного стенду його привід призводить в рух ролики стенда з кутовою швидкістю ω_0 , які взаємодіють з шинами коліс об'єкта діагностування і приводять їх в обертання з заданою кутовою швидкістю ω_k . Крім цього, шини коліс об'єкта діагностування взаємодіють з роликами слідкуючої системи гальмівного стенду і приводять їх у рух, а відповідно і датчики кутових швидкостей.

Вимірювання всіх параметрів процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді здійснюється датчиками. Вони перетворюють вимірювані фізичні величини в електричні сигнали U_i , придатні для подальшої обробки та аналізу отриманої інформації.

Тестовий режим діагностування забезпечується за рахунок впливу на керуючий апарат пневматичного гальмівного приводу об'єкта діагностування з силою F_n , протягом часу t_n . Гальмівний привід, в свою чергу, змінює тиск

робочого тіла в гальмівній камері P_{mk} з інтенсивністю ΔP і часом затримки спрацьовування гальмівного приводу t_{np} . За рахунок збільшення тиску в гальмівних камерах їх штоки переміщуються на величину h_{um} . Штоки гальмових камер керують роботою пар тертя в гальмівних механізмах, які створюють на колесах автомобіля, гальмівні моменти M_z , з урахуванням часу спрацьовування гальмівного механізму t_c . Величини гальмівних моментів залежать від ходу штока гальмівної камери і коефіцієнта тертя μ в парі гальмівний барабан – фрикційна накладка. Величини гальмівних моментів і час спрацьовування гальмівної системи впливають на величину реалізованих дотичних реакцій R_x , і відповідно на зміну кутових швидкостей ω_k .

Кутова швидкість коліс ω_k і момент M_ϕ зчеплення коліс з роликками гальмівного стенду впливають на характер вимірювання гальмівного моменту M_z . На колеса автомобіля впливає опорна поверхня роликів гальмівного стенду, яка характеризується коефіцієнтом зчеплення ϕ_x . У процесі діагностування, під впливом гальмівного моменту M_z змінюються значення сил R_z і R_x , які в свою чергу впливають на переміщення підресорених і безпружинних мас об'єкта діагностування на жорсткості підвіски C_{nio} , з коефіцієнтом демпфування K_{nio} .

Таким чином, дана схема (рис. 3.2) дозволяє структурно підійти до дослідження, аналізу ФДХ, а також до процесу діагностування гальмівних систем на роликкових стендах, враховуючи вплив всіх взаємопов'язаних елементів і параметрів, присутніх на даній схемі.

3.2 Фазові динамічні характеристики гальмівних систем

Оцінювати технічний стан виконавчих механізмів можливо на основі тимчасових і фазових динамічних характеристик. Тимчасові характеристики виконавчого механізму є залежністю керуючого сигналу, тобто тиску в гальмівній

камері, від часу $P_{mk} = f(t)$ або вихідного сигналу, тобто питомої гальмівної сили, від часу $\gamma_T = f(t)$. Фазові динамічні характеристики представляють собою залежність вихідного сигналу від вхідного. Відповідно ФДХ виконавчого механізму буде називатися залежність питомої гальмівної сили від тиску в гальмівній камері $\gamma_T = f(P_{mk})$.

Але як показують дослідження, застосування фазових динамічних характеристик є кращим, оскільки вони несуть в собі більшу інформацію і дозволяють оцінювати герметичність, слідкуючу дію і швидкодію об'єкта діагностування.

В роботі А. І. Федотова були викладені теоретичні основи динамічного методу діагностування ПГП і його елементів. Даний метод заснований на аналізі фазових динамічних характеристик. На характер перебігу яких, впливають параметри технічного стану об'єкта діагностування, але тільки при стабільному тестовому впливі.

Фазові динамічні характеристики, отримані при різних значеннях параметрів технічного стану виконавчих механізмів, при їх накладенні один на одного, утворюють області локальних діагнозів, представлені на рис. 3.3. На основі застосування аналізу ФДХ, можна оцінювати технічний стан виконавчих механізмів гальмівних систем з визначенням конкретної несправності, так як кожна область D_{ij} ФДХ характеризує величину певного параметра технічного стану. Індекс i – номер області локального діагнозу, яка утворюється за рахунок зміни значення певного параметра технічного стану об'єкта діагностування. Індекс j може набувати значень 1 або 2. Значенням 1 позначаються області локальних діагнозів фазових динамічних характеристик об'єкта діагностування з допустимими значеннями параметра технічного стану. Індексом 2 позначаються області локальних діагнозів ФДХ виконавчих механізмів, з параметрами технічного стану, що виходять за межі допустимих. У зв'язку, з чим гальмівна система з такою ФДХ визнається несправною.

Процес формування фазової динамічної характеристики виконавчого механізму розглянемо на прикладі рис. 3.3.

Процес наростання питомої гальмівної сили відбувається при збільшенні тиску стисненого повітря в гальмівній камері. На графіку зміни тиску в гальмівній камері необхідно вибрати точку P_1 , яка відповідає величині тиску в момент часу t_1 і знаходиться на фазі збільшення питомої гальмівної сили. Провести через неї вертикальну лінію. На графіку питомої гальмівної сили визначити точку γ_1 , яка також відповідає моменту часу t_1 , і провести через неї горизонтальну лінію.

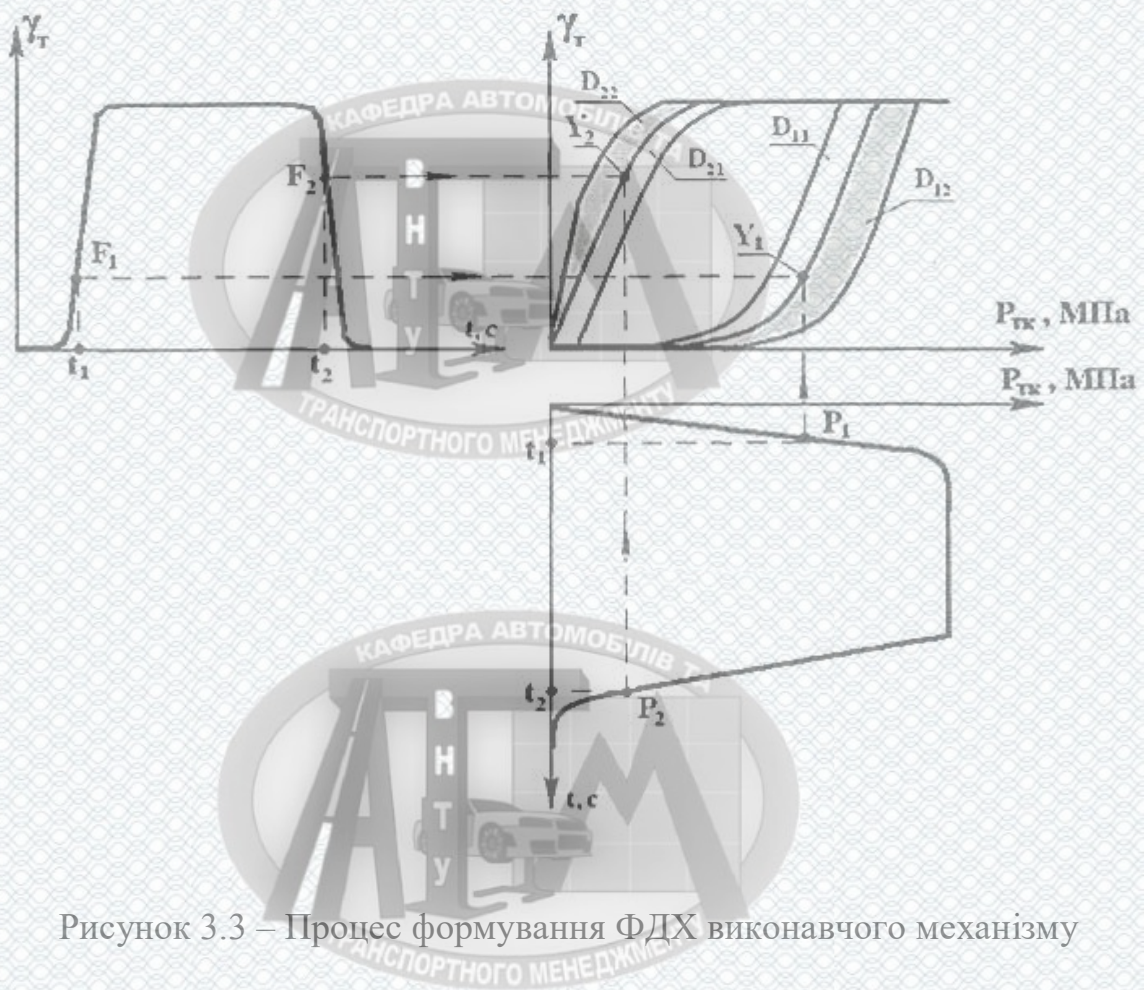


Рисунок 3.3 – Процес формування ФДХ виконавчого механізму

Перетин вертикальної лінії, що проходить через точку P_1 і горизонтальної лінії, що проходить через точку γ_1 , утворює точку Y_1 , яка буде точкою, що утворює ФДХ на ділянці наростання питомої гальмівної сили. Точка фазової динамічної характеристики Y_2 , утворюється аналогічно точці Y_1 , але тільки на ділянці зменшення гальмівної сили.

Процес діагностування з використанням ФДХ, зводиться до послідовної перевірки її ділянок на приналежність до області справних або несправних станів об'єкта діагностування. Об'єкт визнається справним, якщо за підсумками аналізу областей локальних діагнозів всі ділянки його ФДХ знаходяться в областях справних станів.

Якщо хоча б одна точка пред'явленої ФДХ буде знаходитися в області несправних станів, то об'єкт діагностування визнається несправним.

3.3 Розпізнавання технічного стану гальмівних систем на основі методу найбільших перетинів

Для розпізнавання технічного стану виконавчих механізмів методом найбільших перетинів необхідно, для кожної області локальних діагнозів, визначити діагностичні ділянки з максимальною чутливістю. Для цього в кожній області локальних діагнозів проводимо січні паралельно осі абсцис (рис. 3.4) або осі ординат по їх найбільших перетинах. Ділянки цих січних, обмежені крайніми точками ФДХ, будуть діагностичними відрізками. Перетин ФДХ з якими дозволить визначити діагностичні ознаки і їх нормативні значення.

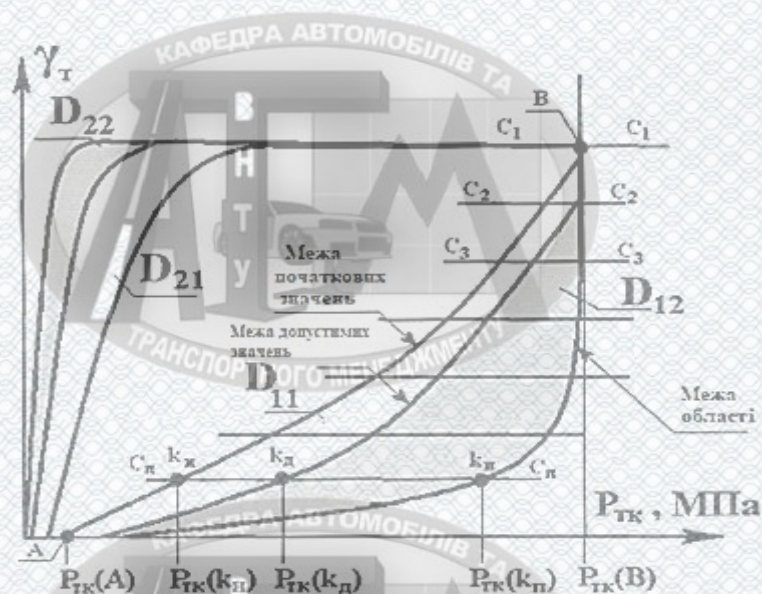


Рисунок 3.4 – Метод найбільших перетинів з січною паралельною осі абсцис

Далі на діагностичному відрізку визначається допустиме значення діагностичної ознаки, по відношенню до якого пред'явлена ФДХ буде характеризувати або допустиме значення даного параметра технічного стану, або вихід за його межі, при якому настає несправний стан. Діагностичною ознакою буде абсциса (рис. 3.4) або ордината точки перетину пред'явленої фазової динамічної характеристики з діагностичним відрізком, що знаходяться в найбільшому перетині областей діагнозів.

Крім цього на діагностичному відрізку необхідно визначити нормативні значення діагностичної ознаки, такі як – початкове, допустиме і граничне (рис. 3.5).

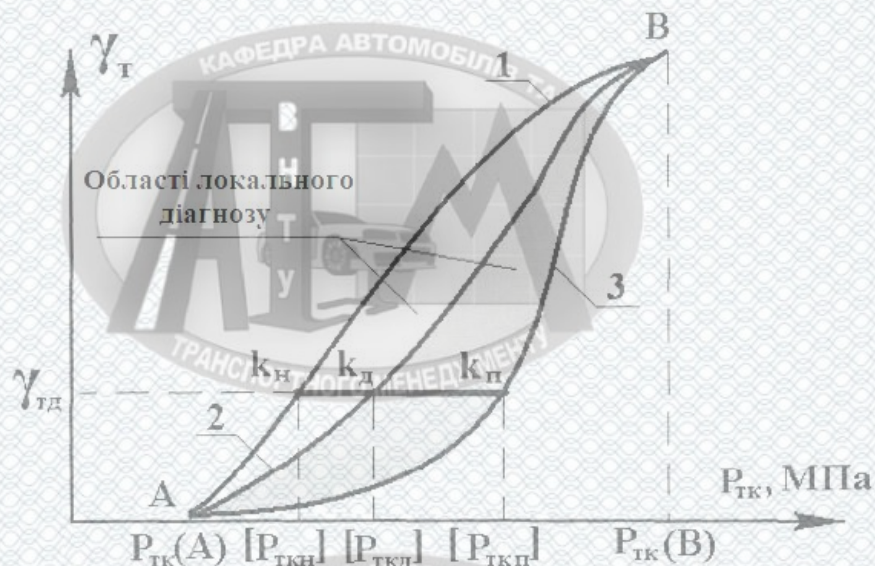


Рисунок 3.5 – Нормативні значення діагностичних ознак

Для цього по найбільшому перетину області діагнозу необхідно провести січну, на рис. 3.5 паралельну осі абсцис. Ордината даної січної буде відповідати деякому значенню гальмівної сили γ_2 . Абсциси $[P_{ТКН}]$, $[P_{ТКД}]$, $[P_{ТКП}]$ точок перетину даної січної з ділянками ФДХ виконавчих механізмів зі значеннями параметра технічного стану, відповідними нормативним, будуть нормативними значеннями діагностичної ознаки.

Номером 1 позначена ділянка ФДХ виконавчого механізму, параметр технічного стану якого задовольняє вимогам нормативної документації заводу-

виготовлювача. Перетин даної ділянки ФДХ з січною утворює точку k_H , абсциса якої P_{TKH} буде початковим значенням діагностичної ознаки.

Ділянка фазової динамічної характеристики під номером 2 відповідає виконавчому механізму, параметр технічного стану якого досяг допустимого значення за вимогами технічної документації на умови експлуатації. Перетин даної ділянки ФДХ з січною утворює точку k_D , абсциса якої P_{TKD} буде допустимим значенням діагностичної ознаки для даного параметра технічного стану.

Виконавчий механізм, параметр технічного стану якого досяг граничного значення, утворює ділянку ФДХ під номером 3. Перетин цієї ділянки фазової динамічної характеристики з січною утворює точку k_H , абсциса якої P_{TKH} буде граничним значенням діагностичної ознаки. Відрізок січної, обмежений точками k_H і k_D буде діагностичною ділянкою для даної області локального діагнозу.

Логіка розпізнавання приналежності будь-якої ділянки $|AB|_i$, пред'явленої фазової динамічної характеристики виконавчого механізму для кожної області локального діагнозу, представлятиме собою умови:

– для випадку, коли діагностичний відрізок проведено паралельно осі абсцис:

$$P_{TK}(k_x) \leq P_{TK}(k_D), \quad |AB|_i \in D_{i1}; \quad \text{норма} \quad (3.2)$$

$$P_{TK}(k_x) > P_{TK}(k_D), \quad |AB|_i \in D_{i2}; \quad \text{норми немає} \quad (3.3)$$

– для випадку, коли діагностичний відрізок проведено паралельно осі ординат:

$$\gamma_G(k_x) \leq \gamma_G(k_D), \quad |AB|_i \in D_{i1}; \quad \text{норма} \quad (3.4)$$

$$\gamma_G(k_x) > \gamma_G(k_D), \quad |AB|_i \in D_{i2}; \quad \text{норми немає} \quad (3.5)$$

де $P_{TK}(k_D)$ і $\gamma_G(k_D)$ – значення допустимого нормативу діагностичної ознаки на ділянці $|AB|_i$ локального діагнозу;

$P_{TK}(k_x)$ і $\gamma_{\Gamma}(k_x)$ – значення діагностичної ознаки на ділянці $|AB|_i$ пред'явленої фазової динамічної характеристики.

Якщо в процесі аналізу ФДХ в даній області діагнозів виконуються умови (3.2) або (3.4), то i -тий параметр технічного стану в нормі.

Якщо ж виконуються умови (3.3) або (3.5), то даний параметр технічного стану не в нормі.

Таким чином, постановка діагнозу для пред'явленого виконавчого механізму, буде здійснюватися на підставі послідовного аналізу його ФДХ в кожній області його локальних діагнозів D_{ij} , як на ділянці наростання гальмівної сили, так і на ділянці її убування. Якщо всі ділянки ФДХ пред'явленого виконавчого механізму лежать в областях D_{i1} , то він визнається справним. Якщо ж хоч одна точка ділянки ФДХ належить області D_{i2} , то виконавчий механізм визнається несправним із зазначенням конкретної несправності, якій відповідає індекс i .

3.4. Математична модель системи «Пневматичний гальмівний привід - гальмівна камера - гальмівний механізм - колесо – опорна поверхня»

Удосконалення динамічного методу диференціального діагностування гальмівних систем автомобілів вимагає проведення ряду аналітичних досліджень, при яких необхідно варіювання значеннями параметрів технічного стану виконавчих механізмів, які дозволили б встановити між параметрами технічного стану та діагностичними ознаками функціональні зв'язки, а також формувати і аналізувати фазові динамічні характеристики виконавчих механізмів.

З урахуванням вищезгаданого було сформульовано ряд вимог до математичної моделі системи «Гальмівний привід - гальмівна камера - гальмівний механізм - колесо - опорна поверхня », як об'єкта діагностування:

- модель повинна адекватно описувати функціонування виконавчих механізмів в реальних умовах експлуатації, а також враховувати параметри технічного стану, що впливають на їх слідкуючу дію, і швидкодію;

– модель повинна забезпечити дослідження функціонування виконавчих механізмів гальмівної системи з ПГП на режимах максимально наближених до реальних режимів їх роботи в умовах експлуатації;

– математична модель повинна забезпечувати отримання розрахунковим шляхом тимчасових $\gamma_T = f(t)$, $P_{mk} = f(t)$ і фазових $\gamma_T = f(P_{mk})$ динамічних характеристик виконавчих механізмів при варіюванні значеннями параметрів їх технічного стану.

3.4.1 Математичне моделювання функціонування системи «Пневматичний гальмівний привод - пневматична гальмівна камера»

Для розробки математичної моделі системи «Пневматичний гальмівний привід - гальмівна камера - гальмівний механізм - колесо - опорна поверхня» необхідно якісно описати газодинамічні процеси, що протікають в ПГП і в гальмівній камері. Для цього була використана методика Метлюк Н. Ф. і В. П. Автушко [28], згідно з якою роботу пневматичних систем і апаратів можна представити у вигляді спрощеної системи типу «дросель-ємність».

При використанні системи «дросель-ємність», вираз для визначення миттєвої масової витрати стисненого повітря через місцевий опір з пропускним перетином S (м²) буде мати наступний вигляд [28]:

$$\frac{dm}{dt} = \mu \cdot S \cdot v_{kp} \cdot \frac{P_0}{R \cdot T} \cdot \varphi(\sigma), \quad (3.6)$$

де μ – коефіцієнт витрати повітря;

$v_{kp} = \sqrt{k \cdot R \cdot T}$ – критична швидкість, м/с;

$k = 1,4$ – показник адиабати;

P_0 – тиск повітря перед дроселем;

$R = 287,14$ м²/(с²·К) – універсальна газова стала;

σ – безрозмірний тиск, який визначається відношенням тиску за дроселем P_1 , до тиску перед дроселем P_0 ;

$\varphi(\sigma)$ – функція витрати стисненого повітря, яка представляє собою закон зміни масової витрати повітря, що проходить через дросель, в залежності від величини безрозмірного тиску σ .

Зазвичай, для розрахунку реальних пневматичних ланок використовують гіперболічну функцію витрати стисненого повітря.

$$\varphi(\sigma) = A \cdot \frac{1 - \sigma}{B - \sigma}, \quad (3.7)$$

де A і B постійні величини, що характеризують зрушення горизонтальної та вертикальної асимптот гіперболи.

Постійна величина A визначається з виразу:

$$A = \frac{h}{B - 1}, \quad (3.8)$$

де h – величина характеризує форму гіперболи;

B – відношення часу випорожнення t_0 до часу наповнення t_n ємності через дросель, відповідних зміни тиску на 90% від максимального і мінімального рівня, відповідно.

Так як пневматичні апарати мають досить велику швидкодію, то при моделюванні газодинамічних процесів, які протікають в гальмівній камері, було прийнято допущення, що теплообміном між повітрям в гальмівній камері і навколишнім середовищем можна знехтувати.

Таким чином, рівняння стану повітря в ємності постійного обсягу матиме вигляд:

$$k \cdot R \cdot T \cdot dm = V \cdot dP, \quad (3.9)$$

де T – температура повітря в ємності;

P – тиск повітря в ємності;

V – об'єм приймальної ємності.

Після перетворень, вираз 3.9 можна представити у вигляді:

$$\frac{dm}{dt} = \frac{V}{k \cdot R \cdot T} \cdot \frac{dP}{dt} \quad (3.10)$$

Вирішуючи рівняння 3.10 спільно з 3.6-3.9 отримуємо рівняння газової динаміки для пневматичного апарата з постійним об'ємом:

– процес наповнення пневматичного апарата

$$\frac{dP}{dt} = \frac{k \cdot \mu \cdot v_{кр} \cdot S \cdot P_0}{V} \cdot \frac{A \cdot (P_0 - P)}{B \cdot P_0 - P} \quad (3.11)$$

– процес спорожнення пневматичного апарата

$$\frac{dP}{dt} = \frac{k \cdot \mu \cdot v_{кр} \cdot S \cdot P}{V} \cdot \frac{A \cdot (P - P_0)}{B \cdot P - P_0} \quad (3.12)$$

На підставі пневматичної схеми підключення гальмівної камери до ПГП, а також її конструкції була розроблена еквівалентна пневматична схема, яка зображена на рис. 3.6.



Рисунок 3.6 – Еквівалентна пневматична схема підключення гальмівної камери до пневматичного гальмового приводу

При розробці даної схеми було зроблено припущення, що вхідний тиск P_{ex} відповідає тиску в ПГП при екстремому гальмуванні і є постійною величиною рівною 0,7 МПа. На схемі використані такі позначення: P_T – тиск стисненого повітря на вході в гальмівну камеру; P_0 – атмосферний тиск; $\mu_1 S_1$ – відповідно коефіцієнт витрати і площа поперечного перерізу отвору клапанного механізму ПГП, через який відбувається подача стисненого повітря на вхід гальмівної камери; $\mu_2 S_2$ – відповідно коефіцієнт витрати і площа поперечного перерізу отвору клапанного механізму, через який відбувається наповнення гальмівної камери; $\mu_3 S_3$ – відповідно коефіцієнт витрати і площа поперечного перерізу отвору клапанного механізму, через який відбувається спорожнення гальмівної камери; V_T – об'єм ПГП перед входом в гальмівну камеру; V_{TK} – об'єм гальмівної камери.

На підставі вищевикладеного та пневматичної схеми були складені рівняння процесу наповнення і спорожнення гальмівної камери:

- процес наповнення гальмівної камери

$$\frac{dP_T}{dt} = \frac{k \cdot \mu_1 \cdot v_{кр} \cdot S_1 \cdot P_{ex}}{V_T} \cdot \frac{A \cdot (P_{ex} - P_T)}{B \cdot P_{ex} - P_T}, \quad (3.13)$$

$$\frac{dP_{TK}}{dt} = \frac{k \cdot \mu_2 \cdot v_{кр} \cdot S_2 \cdot P_T}{V_{TK}} \cdot \frac{A \cdot (P_T - P_{TK})}{B \cdot P_T - P_{TK}}, \quad (3.14)$$

- процес спорожнення гальмівної камери

$$\frac{dP_{TK}}{dt} = \frac{k \cdot \mu_2 \cdot v_{кр} \cdot S_2 \cdot P_T}{V_{TK}} \cdot \frac{A \cdot (P_{TK} - P_T)}{B \cdot P_{TK} - P_T}, \quad (3.15)$$

$$\frac{dP_T}{dt} = \frac{k \cdot \mu_3 \cdot v_{кр} \cdot S_3 \cdot P_0}{V_{TK}} \cdot \frac{A \cdot (P_T - P_0)}{B \cdot P_T - P_0}. \quad (3.16)$$

Складені рівняння 3.13-3.16 у повній мірі відображають протікання газодинамічних процесів всередині гальмівної камери. Розрахунок коефіцієнта витрати повітря μ проводився за методикою. Пропускні перетини клапанів S постійні і не змінюються в залежності від взаємного розташування рухомих частин гальмівної камери.

3.4.2 Моделювання процесів переміщення рухомих частин гальмівної камери і гальмівного механізму

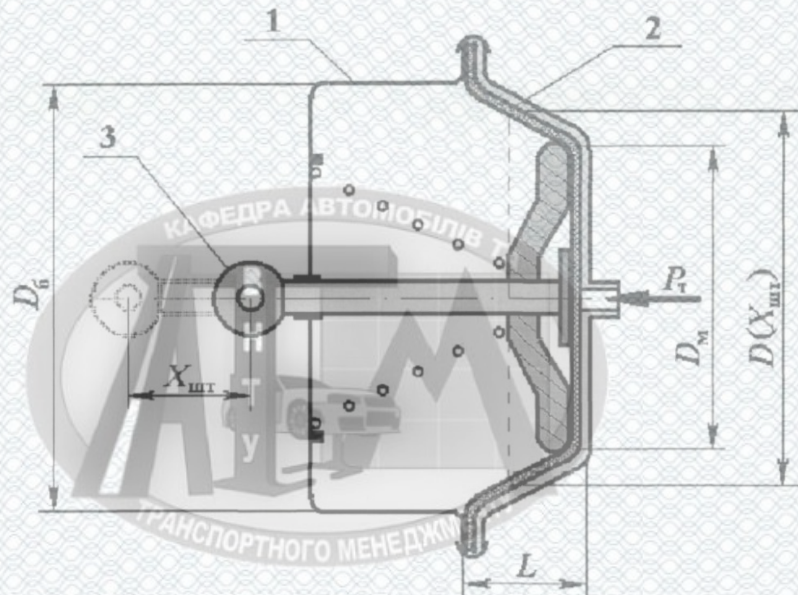
В якості виконавчих апаратів ПГП, які керують роботою гальмівних механізмів, використовуються діафрагмові камери. Розрахункова схема діафрагмової гальмівної камери автомобіля представлена на рис. 3.7.

При подачі на вхід камери 1 робочого тиску P_r , його діафрагма 2 переміщує шток 3 на величину робочого ходу $X_{шт}$. При цьому, діафрагма 2 переміщається на відстань L . У процесі розрахунку газодинамічних процесів, необхідно визначити робочий об'єм V_k над діафрагмовою порожниною камери. При переміщенні штока на відстань $X_{шт}$, робочий об'єм V_k можна визначити, як різниця двох усічених конусів. Перший конус утворюється кришкою камери з основами D_m і D_6 , другий – діафрагмою, з основами D_6 і $D(X_{шт})$. При такому підході, об'єм над діафрагмовою порожниною можна надати як:

$$V_k = V_0 + V(X_{шт}), \quad (3.17)$$

де V_0 - початковий об'єм камери;

$V(X_{шт})$ – об'єм над діафрагмовою порожниною, що звільняється при переміщенні діафрагми.



1 – корпус камери; 2 – діафрагма; 3 – шток

Рисунок 3.7 – Розрахункова схема діафрагмової гальмівної камери

Запишемо рівняння для визначення об'єму усіченого конуса:

$$V(X_{шт}) = \frac{\pi \cdot X_{шт}}{3} \left[\frac{D^2(X_{шт})}{4} + \frac{D_m^2}{4} + \frac{D(X_{шт}) \cdot D_m}{4} \right]. \quad (3.18)$$

Поточне значення нижньої основи конуса може бути знайдено з вираження:

$$D(X_{шт}) = D_m + \frac{X_{шт}}{L} (D_\delta - D_m). \quad (3.19)$$

Для визначення поточного значення ходу штока $X_{шт}$ складемо рівняння динаміки його переміщення в процесі функціонування гальмівної камери:

$$m_{шт} \frac{d^2 X_{шт}}{dt^2} = P_{ТК} \cdot S_\delta - R - F_{пр}, \quad (3.20)$$

де m_{um} - маса штока і пов'язаних з ним деталей, що переміщуються;

P_{TK} - тиск в діафрагмовій порожнині камери;

S_δ - активна площа діафрагми;

R - реактивні сили, пов'язані з переміщенням елементів камери і гальмівного механізму;

F_{np} - сила пружини.

Активна площа діафрагми може бути знайдена за виразом:

$$S_\delta = \frac{\pi}{12} \cdot \left\{ D_\delta^2 + D_\delta D_m + D_m^2 - \frac{X_{um} (D_\delta^2 - D_\delta D_m) \cdot \sqrt{4 + 7 \frac{D_\delta}{D_m} + 4 \left(\frac{D_\delta}{D_m} \right)^2}}{\sqrt{5 \cdot X_{max}^2 - 5 X_{um}^2}} \right\}, \quad (3.21)$$

де X_{max} - максимальне значення ходу штока.

Конструкція гальмівних камер виконана так, що максимальні ходи штоків досягають 0,05 м. Проте в умовах експлуатації пневматичного гальмівного приводу, ходи штоків зазвичай знаходиться в межах 0,020-0,035 м.

Для визначення реактивних сил R , що входять в рівняння (3.20), доцільно використовувати силову характеристику гальмівного механізму. Експериментальна характеристика дисипативного гальмівного механізму має значний гістерезис. Вона апроксимується кусково-лінійними функціями на фазі збільшення гальмівного моменту і поліномом Чебишева другого порядку на фазі зменшення величини гальмівного моменту, що дозволяють розрахувати величину гальмівного моменту M_g , при відомих значеннях тиску P_{TK} в гальмівній камері і його першої похідної.

З іншого боку, залежність гальмівного моменту від величини сил F_1 і F_2 , які розтискають активну і пасивну колодки гальмівного механізму барабанного типу, може бути представлена у вигляді:

$$M_{\Gamma} = M_{\tau 1} + M_{\tau 2}$$

$$M_{\tau 1} = \frac{F_1 \cdot f \cdot h \cdot \rho_1}{c(\cos \delta_1 - f \sin \delta_1) + f \rho_1} = F_1 \cdot B_1, \quad (3.22)$$

$$M_{\tau 2} = \frac{F_2 \cdot f \cdot h \cdot \rho_2}{c(\cos \delta_2 - f \sin \delta_2) + f \rho_2} = F_2 \cdot B_2$$

де f - коефіцієнт тертя між колодками і барабаном;

h - відстань від осі кріплення колодки до лінії прикладення розтискного зусилля;

c - відстань від осі кріплення колодки, до центру гальмівного механізму;

ρ_i - радіуси прикладення результуючої сили тертя;

δ_i - умовний кут дії нормальної сили на колодці.

Беручи в рівняннях (3.22) параметри B_1 і B_2 для холодних гальмівних механізмів постійними, можемо записати зворотне рівняння, яке пов'язує приведену до штоку гальмівної камери розтискну силу колодок F_{Σ} , з гальмівним моментом M_{Γ} :

$$F_{\Sigma} = M_{\Gamma} \cdot K_T, \quad (3.23)$$

де K_T - коефіцієнт, що враховує силове передавальне відношення на ділянці «колодка - шток гальмівної камери».

Таким чином, реактивні сили R , пов'язані з переміщенням елементів камери і гальмівного механізму можна визначити з рівняння:

$$R = F_{\Sigma} + F_x = M_{\Gamma} \cdot K_T + F_x, \quad (3.24)$$

де F_x - сили сухого тертя в приводі гальмівного механізму і попереднього натягу пружин колодок.

Слід зазначити, що якщо тиск стисненого повітря в гальмівній камері не перевищує значення Δ_0 – початкової зони нечутливості гальмівного механізму, то розтискна сила колодок $F_{\Sigma} = 0$, а величина реактивних сил R визначається тільки величиною сил сухого тертя в приводі гальмівного механізму і попереднього натягу пружин колодок.

3.4.3 Математичне моделювання функціонування гальмівного механізму барабанного типу

Гальмівні механізми призначені для створення штучного опору руху автомобіля, шляхом перетворення його кінетичної енергії в тепло, за рахунок сил тертя. В даний час на великовантажних автомобілях, оснащених ППП, застосовуються гальмівні механізми барабанного типу. Вихідні характеристики гальмівних механізмів мають явно виражену нелінійність у вигляді петлі гістерезису, і в значній мірі залежать від швидкості ковзання пар тертя.

Аналітичним дослідженням, а також розробці математичних моделей, що описують динаміку функціонування гальмівного механізму в процесі гальмування автомобіля, присвячена досить велика кількість досліджень.

В основу математичної моделі системи «Гальмівна камера гальмовий механізм - колесо - опорна поверхня» ліг математичний опис процесу функціонування гальмівного механізму, розроблений професором А. І. Федотовим . Дані розробки дозволяють розраховувати зміну гальмівного моменту, що розвивається гальмівним механізмом автомобіля, при відомій функції зміни тиску робочого тіла в гальмівних камерах, з урахуванням гістерезисних втрат в гальмівному механізмі, його інерційності і відносної швидкості переміщення елементів пари тертя. Математичний опис, запропонований в роботі, заснований на методі кусково-лінійної апроксимації характеристики гальмівного механізму, як на фазі збільшення, так і на фазі зменшення гальмівного моменту. При цьому як видно з рис. 3.8 експериментальні характеристики гальмівного механізму на фазі зниження гальмівного моменту мають яскраво виражену нелінійність.

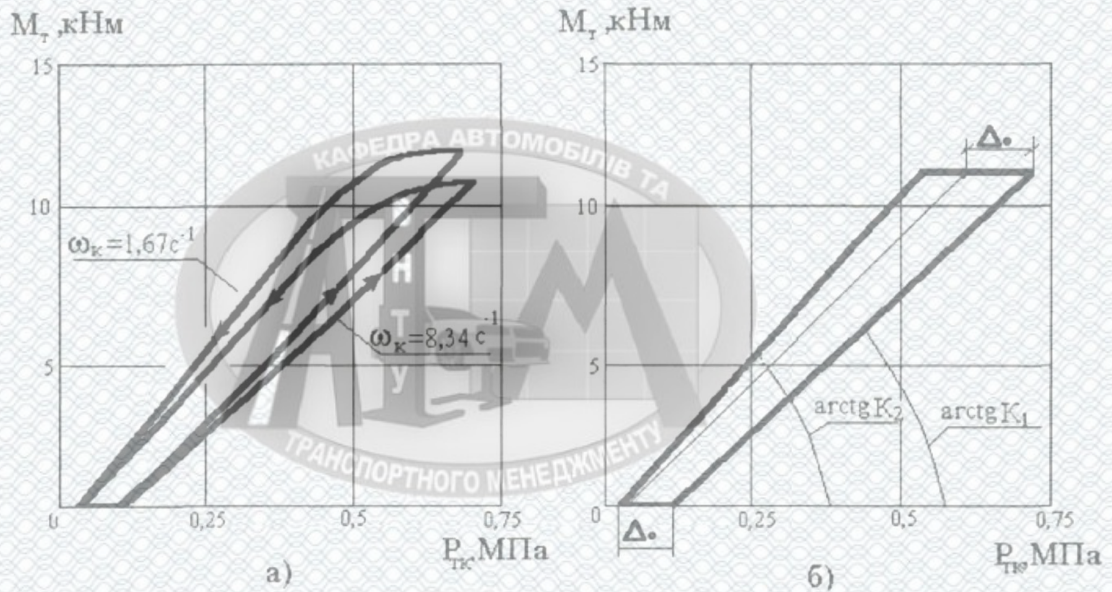


Рисунок 3.8 – Характеристики гальмівного механізму барабанного типу
 (а) - експеримент; б) – розрахунок)

У зв'язку з цим, було проведено ряд аналітичних досліджень і визначена нормована функціональна залежність між величиною гальмівного моменту і тиском в гальмівній камері (рис. 3.9), представлена у вигляді полінома Чебишева другого порядку, яка описує характеристику гальмівного механізму на фазі зниження гальмівного моменту з коефіцієнтом достовірності апроксимації $R^2 = 0,98$:

$$f(P) = -2,17 \cdot P^2 + 3,03 \cdot P - 0,05, \quad (3.25)$$

де $P = P_{TK} \cdot P_{TK_{\max}}^{-1}$;

P_{TK} – поточне значення тиску в гальмівній камері;

$P_{TK_{\max}}$ – величина максимального значення тиску в гальмівній камері.

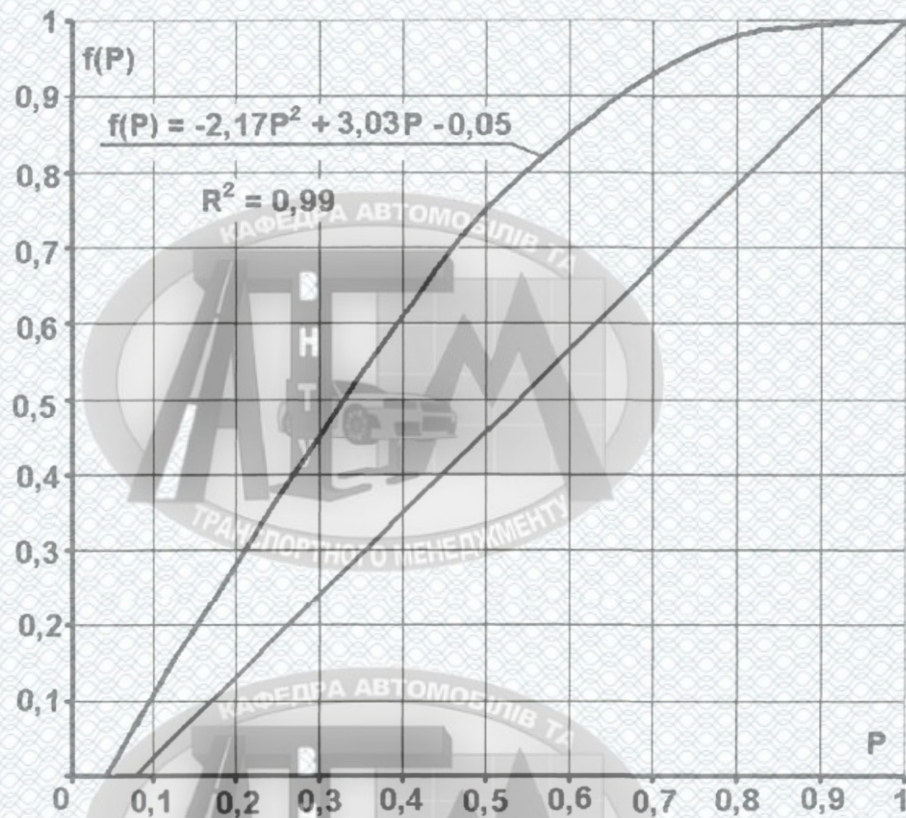


Рисунок 3.9 – Графік нормованої функціональної залежності між величиною гальмівного моменту і тиском в гальмівній камері

Інерційність гальмівного механізму враховується рівнянням динамічної ланки першого порядку:

$$T_{TM} \cdot \Delta P_{TK} = P_{\Gamma} - P_{TK}, \quad (3.26)$$

де P_{Γ} – тиск повітря на вході у виконавчий механізм;

P_{TK} – тиск повітря в гальмівній камері;

ΔP_{TK} – перша похідна тиску повітря в виконавчому механізмі;

T_{TM} – постійна часу гальмівного механізму.

При моделюванні динамічних характеристик гальмівного механізму, залежності $M_{\Gamma} = f(P_{TK})$ на фазі збільшення гальмівного моменту, використаний

метод кусочно-лінійної апроксимації, а на фазі зменшення гальмівного моменту нормована функція $f(P_{TK})$, описана поліномом Чебишева другого порядку.

Розроблений математичний опис характеристики гальмівного механізму враховує зону нечутливості Δ_0 і зниження гальмівного моменту до величини моменту по зчепленню при блокуванні колеса:

$$\begin{aligned}
 M_{\Gamma} &= K_1 \cdot (P_{TK} - \Delta_0) - \text{якщо } \Delta P_{TK} > 0; \\
 M_{\Gamma} &= K_2 \cdot (P_{TK} - \Delta_0) \cdot f(P) - \text{якщо } \Delta P_{TK} \leq 0; \\
 M_{\Gamma} &= 0 - \text{якщо } \Delta P_{TK} > 0 \text{ і } \Delta P_{TK} < \Delta 0 \text{ або } P_{TK} \leq 0; \\
 M_{\Gamma} &= M_{\phi} = R_z \cdot \phi_x \cdot r_{ко} - \text{якщо } \omega_{\kappa} \leq 0;
 \end{aligned}
 \tag{3.27}$$

де Δ_0 - зона нечутливості гальмівного механізму при наростанні тиску у виконавчому механізмі;

K_1 і K_2 - коефіцієнти темпу наростання і зниження гальмівного моменту;

ΔP_{TK} - перша похідна тиску в гальмівній камері.

Зниження гальмівного моменту, пов'язане з підвищенням швидкості відносного переміщення пар тертя, враховується за допомогою коректування коефіцієнтів темпу наростання і зниження гальмівного моменту. Коефіцієнти K_1 і K_2 коригуються в залежності від величини кутової частоти обертання колеса:

$$K_1 = C_1 - K_{\omega 1} \cdot \omega_{\kappa};$$

$$K_2 = C_2 - K_{\omega 2} \cdot \omega_{\kappa};$$

де C_1 і C_2 відповідно коефіцієнти зростання та зниження темпу при $\omega_{\kappa} = 0$;

K_{ω_1} і K_{ω_2} відповідно коефіцієнти корекції темпів зміни гальмівного моменту за кутовою частотою ω_k .

3.4.4 Математичне моделювання взаємодії автомобільного колеса з опорною поверхнею

На сьогоднішній день моделюванням вихідних характеристик коліс з еластичними шинами займалися безліч дослідників. Одні дослідники розробили фізичну модель, яка враховує механіку взаємодії відбитка шини з опорною поверхнею. Для реалізації даної моделі необхідно застосувати досить велику кількість коефіцієнтів, що враховують конструктивні особливості шини, що є її основним недоліком. Другі дослідники, використовують стохастичні моделі, оскільки їх основа лежить в статистичних характеристиках зчеплення колеса з дорожньою поверхнею. Треті використовують моделі, що дозволяють розраховувати вихідні характеристики колеса на основі зміни радіуса кочення, який змінюється в залежності від тангенціальної еластичності шини. Четверті, пропонують враховувати окружну еластичність шини при гальмуванні колеса в складі антиблокувальної системи, а дослідження довели, що окружну еластичність шин слід враховувати тільки при зміні гальмівного моменту з частотою більше 10 Гц. Практична більшість дослідників моделюють динаміку колеса використовуючи напівемпіричні моделі. Це дає можливість розраховувати вихідні характеристики коліс з еластичними шинами з досить високою точністю, а самі моделі при цьому залишаються досить простими і зручними для розрахунку.

У відповідність до проведеного аналізу, розрахунок поздовжніх реакцій R_x коліс автомобіля при гальмуванні на роликовому стенді проводиться на основі методики визначення ступеня реалізації потенційних зчіпних властивостей колеса з використанням нормованої функції загального проковзування $f(S)$:

$$f(S) = R_x / R_\phi, \quad (3.29)$$

де R_x – поздовжня дотична реакція в опорній площині;

R_ϕ – гранична по зчепленню величина реалізованої дотичної реакції.

Для математичного опису взаємодії колеса з еластичною шиною об'єкта діагностування з опорною поверхнею гальмівного стенду була складена розрахункова схема процесу гальмування, представлена на рис. 3.10.

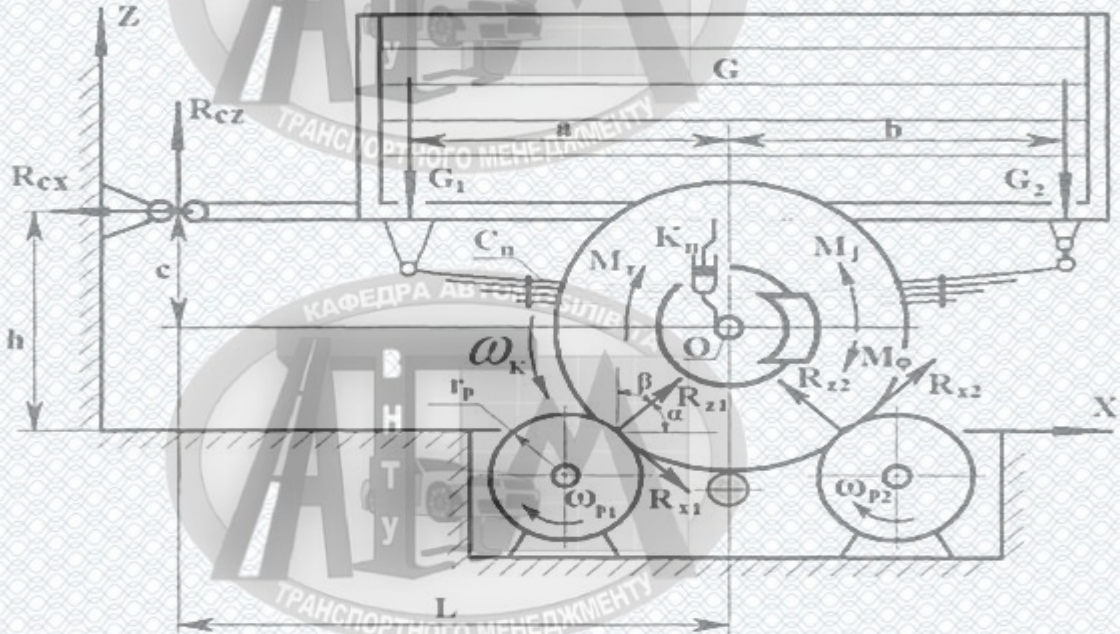


Рисунок 3.10 – Розрахункова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на роликовому гальмівному стенді

На підставі розрахункової схеми були записані рівняння моментів і проєкцій сил на вісь X та Z:

$$\sum M_o = 0 \quad M_G + M_\phi - M_j + G_2 \cdot b - G_1 \cdot a + R_{cz} \cdot L - R_{cx} \cdot c - R_{x1} \cdot r_{k0} - R_{x2} \cdot r_{k0} = 0; \quad (3.30)$$

$$\sum F_x = 0 \quad -R_{cx} + R_{x1} \cdot \cos \beta + R_{x2} \cdot \cos \beta + R_{z1} \cdot \cos \alpha - R_{z2} \cdot \cos \alpha = 0; \quad (3.31)$$

$$\sum F_z = 0 \quad R_{cz} - G_1 - G_2 - R_{x1} \cdot \cos \alpha + R_{x2} \cdot \cos \alpha + R_{z1} \cdot \cos \beta - R_{z2} \cdot \cos \beta = 0; \quad (3.32)$$

На рисунку 3.10: R_{zi} - нормальні реакції; R_{xi} - дотичні реакції; R_c - реакція в точці кріплення; G - вага об'єкта діагностування; M_j - момент інерції колеса; M_T - гальмівний момент; r_k - радіус колеса; r_p - радіус ролика стенду; C_n - жорсткість підвіски; K_n - коефіцієнт демпфування; ω_{pi} - кутова швидкість роликів стенда; ω_k - кутова швидкість колеса; h - відстань від опорної поверхні до точки кріплення об'єкта діагностування; L - відстань від осі обертання колеса до точки кріплення об'єкта діагностування.

З розрахункової схеми (рис. 3.11) видно, що при установці об'єкта діагностування на стенд, колесо має дві точки опори. Тому на колесо діють дві дотичні реакції R_{xi} (рис. 3.11 а) і дві нормальні реакції R_{zi} (рис. 3.11 б). Застосувавши правило паралелограма (рис. 3.11) для додавання векторів отримуємо:

$$\overline{R_z} = \overline{R_{z1}} + \overline{R_{z2}};$$

$$\overline{R_x} = \overline{R_{x1}} + \overline{R_{x2}}.$$

(3.33)



Рисунок 3.11 – Додавання векторів реакцій, що діють на колесо

Після додавання векторів і допущення, що дотична і нормальна реакція діють на колесо в одній точці, розрахункову схему процесу гальмування колеса можна представити в наступному вигляді (рис. 3.12):





Рисунок 3.12 – Розрахункова схема колеса об'єкта діагностування

Проковзування S колеса на роликах станда буде визначатися як:

$$S = 1 - \frac{\omega_k \cdot r_{k0}}{V_{Па}}, \quad (3.34)$$

де ω_k - кутова швидкість колеса;

r_{k0} - радіус кочення в веденому режимі.

$V_{Па}$ - лінійна швидкість опорної поверхні станда.

Аналітично, функції $f(S)$ описується виразом вигляду :

$$f(S) = \sin[a_1 \cdot \arctg(b_1 S)], \quad (3.35)$$

де a_1 і b_1 коефіцієнти, які визначаються виразом вигляду:

$$b_1 = \frac{(1 + b_{11}^2) \arctg(b_{11}) - b_{11}}{K_z (1 + b_{11}^2) - 1}; \quad (3.36)$$

$$a_1 = \frac{\eta_S}{b_1}; \quad (3.37)$$

$$b_{11} = \frac{\pi}{2K_z}; \quad (3.38)$$

$$K_z = [\pi - \arcsin(f_0)] / \eta_s; \quad (3.39)$$

де η_s – коефіцієнт «жорсткості» проковзування, визначається в початковій області стійкого гальмування колеса при $S \rightarrow 0$ як:

$$\eta_s = \frac{df(S)}{dS}. \quad (3.40)$$

Коефіцієнт зниження зчеплення f_s определяется при $S = 1$.

Рівняння динаміки обертального руху колеса враховує дію гальмівного моменту M_r , моменту опору коченню M_f , реалізованої дотичної реакції R_x , а також інерційного моменту:

$$\frac{d^2\omega}{dt^2} = \frac{(R_x \cdot r_{k0}) - M_r - M_f}{J_k}, \quad (3.41)$$

де J_k - момент інерції колеса відносно осі обертання.

Момент M_f враховує опір коченню колеса недеформованої опорної поверхні:

$$M_f = R_z \cdot f_0 \cdot \left(1 + \frac{V^2}{1543}\right) \cdot r_{k0}, \quad (3.42)$$

де f_0 - значення коефіцієнта опору коченню шини вантажного автомобіля при $V=0$.

$$r_{k0} = r_0 - \sqrt{R_z C_{r1} - C_{r2} R_z}, \quad (3.43)$$

де r_0 – радіус вільного ненавантаженого колеса;

C_{r1} і C_{r2} коефіцієнти апроксимації залежності $r_{k0} = f(R_z)$.

Дана математична модель, дозволяє розраховувати зміни поздовжніх R_{xi} реакцій на колесах автомобіля при гальмуванні на роliках стенда, а також визначати значення питомих гальмівних сил в кожен момент часу за виразом:

$$\gamma_{\Gamma} = \frac{R_x}{R_z}, \quad (3.44)$$

де R_z – нормальна реакція на колесо.

Представлена вище математична модель (3.1-3.44) дозволяє, розрахунковими методами отримувати фазові динамічні характеристики виконавчих механізмів гальмівної системи, які характеризують їх як об'єкт діагностування, а також проводити дослідження по виявленню впливу параметрів технічного стану виконавчих механізмів на їх вихідні динамічні характеристики, і, в кінцевому рахунку, на діагностичні ознаки.

Висновки до розділу 3

1. Теоретично обгрунтований режим тестового впливу на гальмівну систему об'єкта діагностування. Тестовий вплив задається у вигляді наростання тиску на вході в гальмівну камеру від 0 до 0,7 МПа і зменшення тиску, після блокування колеса від 0,7 МПа до 0.

2. Теоретично обгрунтовано метод диференціального діагностування гальмівних систем з пневматичним гальмівним приводом. В основу якого лягли вимір і аналіз діагностичних ознак, функціонально пов'язаних з параметрами технічного стану гальмівних систем. В якості діагностичних ознак використовуються абсциси або ординати точок перетину пред'явленої ФДХ виконавчого механізму з діагностичною ділянкою області локального діагнозу.

Області локальних діагнозів утворюються в результаті накладання фазових динамічних характеристик виконавчих механізмів, отриманих при варіюванні значеннями параметрів технічного стану.

3. Теоретично обґрунтовано можливість використання фазових динамічних характеристик виконавчих механізмів і методу найбільших перетинів для розпізнавання їх технічного стану при вирішенні задач диференціального діагностування, оскільки форма ФДХ відображає технічний стан.

4. Розроблена математична модель системи «Гальмівний привід - гальмівна камера - гальмівний механізм - колесо - опорна поверхня», включає в себе опис газодинамічних процесів протікають в гальмівній камері і динаміки переміщення її рухомих елементів, опис функціонування гальмівного механізму методом кусково-лінійної апроксимації, а також математичний опис взаємодії колеса з опорною поверхнею гальмівного стенду. Дана модель дозволяє враховувати параметри технічного стану виконавчих механізмів і розрахунковими методами отримувати їх фазові динамічні характеристики, що представляють собою залежність питомої гальмівної сили від тиску повітря в гальмівній камері.



РОЗДІЛ 4.

РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ ДИФЕРЕНЦІАЛЬНОГО ДІАГНОСТУВАННЯ ГАЛЬМІВНИХ СИСТЕМ АТЗ НА СТЕНДАХ З БІГОВИМИ БАРАБАНАМИ

4.1 Функціональні зв'язки параметрів технічного стану гальмівних систем АТЗ з діагностичними ознаками

Відповідно до теоретичних передумов, викладеними у 3 розділі, для кожного параметра технічного стану були отримані області локальних діагнозів. Які утворилися шляхом накладення один на одного однойменних фазових динамічних характеристик, отриманих при різних значеннях параметра технічного стану. Розпізнавання технічного стану об'єкта діагностування засноване на методі найбільших перетинів, для реалізації якого в кожній області локальних діагнозів були проведені січні по найбільшому перетину паралельно одній з осей координат. Визначено діагностичні відрізки, що представляють собою частину січної, обмеженою крайніми фазовими динамічними характеристиками. Координати, тобто абсциси або ординати, точок перетину ФДХ з діагностичними відрізками будуть діагностичними ознаками, що характеризують величину параметра технічного стану об'єкта діагностування.

Для реалізації вдосконаленого методу діагностування необхідно, щоб комп'ютер, зафіксувавши величину діагностичної ознаки, міг визначити, якій величині параметра технічного стану вона відповідає. Для цього необхідна наявність функціональних зв'язків параметрів технічного стану з діагностичними ознаками.

Функціональними зв'язками параметрів технічного стану з діагностичними ознаками називають рівняння, що описують залежності зміни параметра технічного стану об'єкта діагностування від величини діагностичної ознаки.

1) При варіюванні величиною тиску $P_{\text{тк}}$ стисненого повітря в гальмівній камері утворюється область локальних діагнозів $DP_{\text{тк}}$. У даній області проведена

січна паралельна осі абсцис і відповідне значення питомої гальмівної сили γ_T рівне 0,45. Дана величина питомої гальмівної сили, відповідно до ДСТУ 3649:2010, є мінімально допустимою для транспортних засобів категорії N₂-3. Відповідно до цього було встановлено, що якщо тиск в гальмівній камері об'єкта діагностування не досягає величини $P_{TK} = 0,37$ МПа, то гальмівна система не забезпечує вимог ДСТУ 3649:2010, що пред'являються до гальмівної ефективності і отже, маємо несправний пневматичний гальмівний привід.

2) При варіюванні величиною ходу штока гальмівної камери було отримано дві області локальних діагнозів $Dh_{шт1}$ і $Dh_{шт2}$. Область $Dh_{шт1}$ характеризує процес наповнення гальмівної камери, а область $Dh_{шт2}$ характеризує процес її спорожнення і відповідно процес розгальмовування об'єкта діагностування. В області $Dh_{шт1}$ січна по найбільшому перетину γ_{T1} , зображена на рис. 4.1, проведена паралельно осі абсцис і відповідає питомій гальмівній силі γ_T рівній 0. В області $Dh_{шт2}$ січна по найбільшому перетину γ_{T2} , паралельна осі абсцис, відповідає питомій гальмівній силі γ_T рівній 0,65.

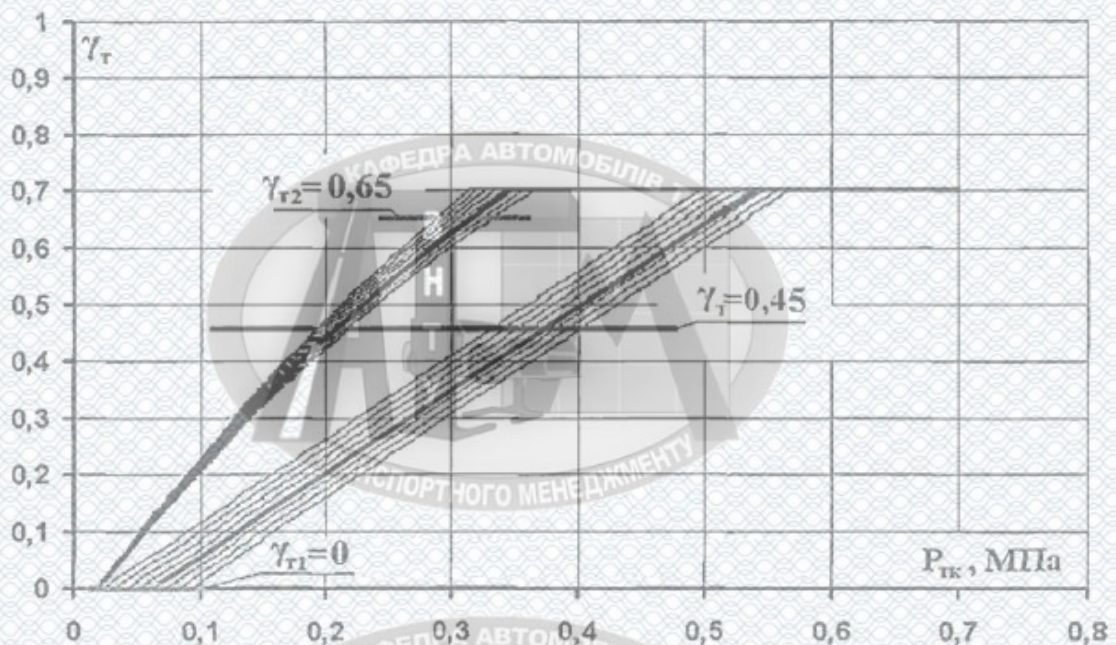


Рисунок 4.1 – Діагностичні ознаки γ_{T1} і γ_{T2} при визначенні величини ходу штока гальмівної камери

Відрізки січних γ_{T1} і γ_{T2} , обмежені крайніми фазовими динамічними характеристиками будуть діагностичними ділянками, за якими можна визначити величину параметра технічного стану об'єкта діагностування, яким є хід штока $h_{шт}$ гальмівної камери.

Абсциси точок перетину фазових динамічних характеристик з діагностичною ділянкою січною γ_{T1} на фазі наповнення гальмівної камери функціонально пов'язані з величиною ходу штока рівнянням виду:

$$h_{шт} = 519,35 \cdot P_{тк} - 5,9. \quad (4.1)$$

Коефіцієнт достовірності апроксимації $R^2 = 0,99$.

Графічно рівняння зв'язку (4.1) діагностичної ознаки γ_{T1} з величиною ходу штока гальмівної камери, представлено на рис. 4.2

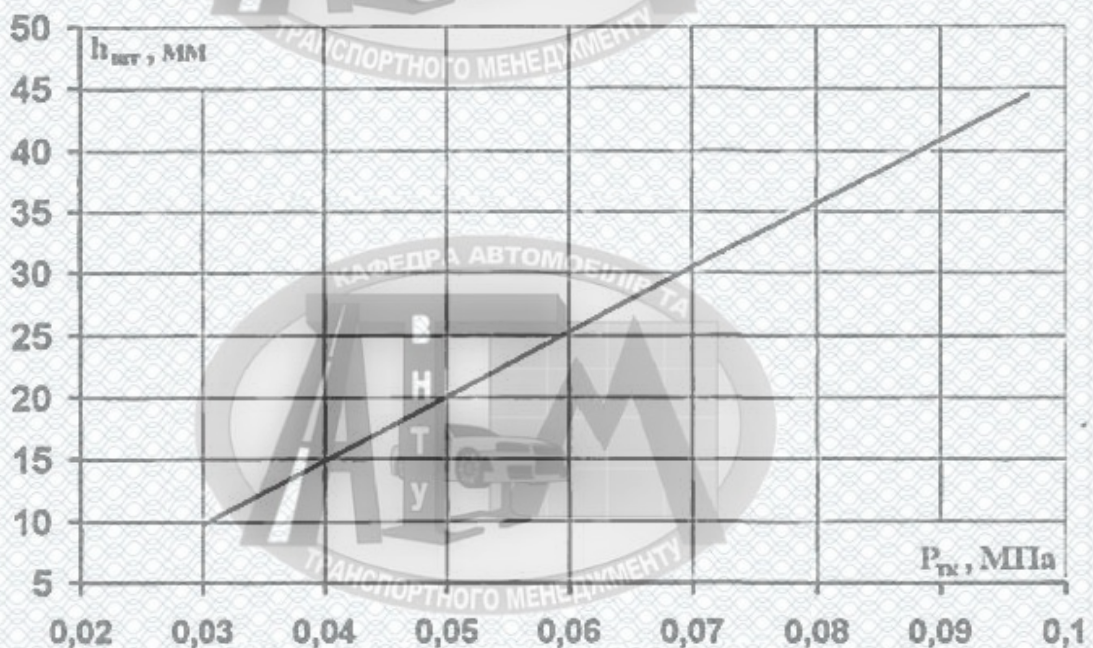


Рисунок 4.2 – Графік зміни величини ходу штока від тиску в гальмівній камері па фазі її наповнення (діагностична ознака γ_{T1})

Абсциси точок перетину фазових динамічних характеристик з діагностичною ділянкою січної γ_{T2} , на фазі спорожнення гальмівної камери об'єкта діагностування, функціонально пов'язані з величиною ходу штока рівнянням виду:

$$h_{шт} = -664,8 \cdot P_{тк} + 230. \quad (4.2)$$

Коефіцієнт достовірності апроксимації $R^2 = 0,99$.

Графічно рівняння зв'язку (4.2) діагностичної ознаки γ_{T2} з величиною ходу штока гальмівної камери, представлено на рис. 4.3.

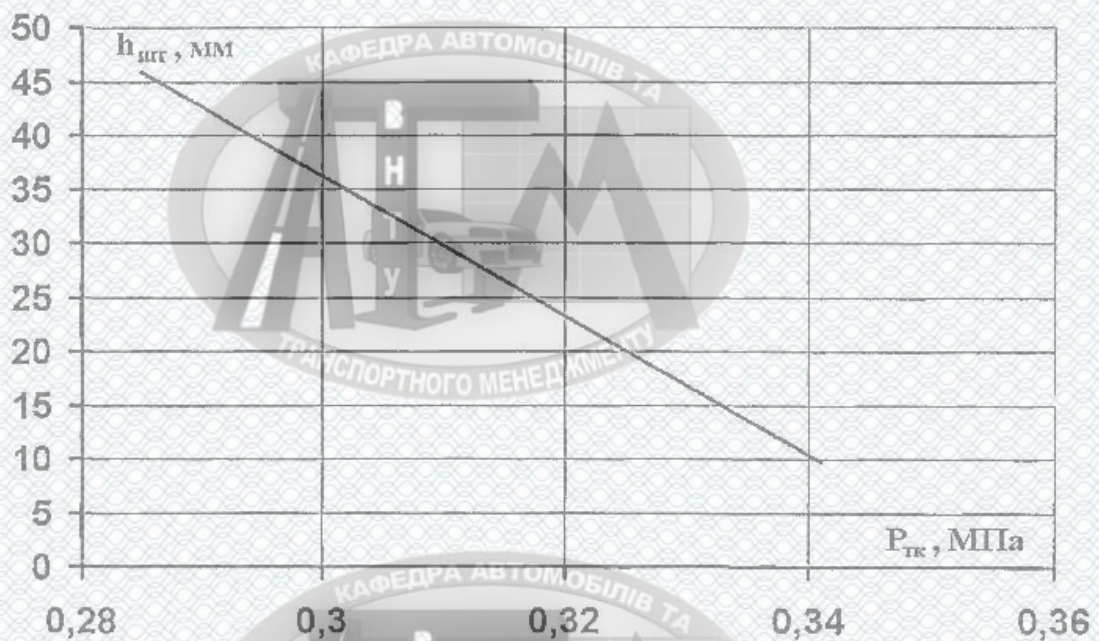


Рисунок 4.3 – Графік зміни величини ходу штока від тиску в гальмівній камері на фазі її спорожнення (діагностична ознака γ_{T2})

Виявлені діагностичні ознаки і їх функціональні зв'язки з параметрами технічного стану гальмівних систем автомобілів з пневматичним гальмівним приводом, дозволяють ставити локальний діагноз при проведенні діагностування гальмівних систем автомобілів в умовах експлуатації, якщо показники гальмівної ефективності та стійкості при гальмуванні не відповідають вимогам ДСТУ 3649:2010.

Крім цього з'являється можливість оцінювати поточні значення параметрів технічного стану гальмівних систем, визначати можливість подальшої експлуатації транспортного засобу, а також, в разі необхідності, планувати проведення операцій з технічного обслуговування і ремонту.

Сама процедура диференціального діагностування гальмівних систем автомобілів з пневматичним гальмівним приводом в умовах експлуатації вимагає до себе особливої уваги. Так як необхідно дотримуватися тестових режимів діагностування, при цьому послідовність операцій в процесі діагностування повинна бути оптимальною. Це стосується як тимчасових характеристик, так і забезпечення якості та достовірності проведеного діагностування. У зв'язку з цим на наступному етапі досліджень буде розглянуто питання розробки алгоритму диференціального діагностування гальмівних систем автомобілів з пневматичним гальмівним приводом в умовах експлуатації.

4.2 Алгоритм диференціального діагностування гальмівних систем АТС на стендах з біговими барабанами

В процесі розробки алгоритму диференціального діагностування гальмівних систем вироблялася оптимальна послідовність операцій спрямованих на визначення відповідності показників гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні автомобілів з пневматичним гальмівним приводом в умовах експлуатації вимогам ДСТУ, а в разі невідповідності дати відповідь на питання, що несправне ПГП чи гальмівні механізми.

Алгоритм диференціального діагностування гальмівних систем складається з попередніх, підготовчих, основних і заключних операцій. При розробці алгоритму враховувалися особливості конструкцій автомобілів з пневматичним гальмівним приводом, конструкцій силових роликів стендів і особливості процесу діагностування гальмівних систем. З урахуванням вищезгаданого був розроблений алгоритм диференціального діагностування гальмівних систем

автомобілів з пневматичним гальмівним приводом в умовах експлуатації, структурна схема якого представлена на рис. 4.4.

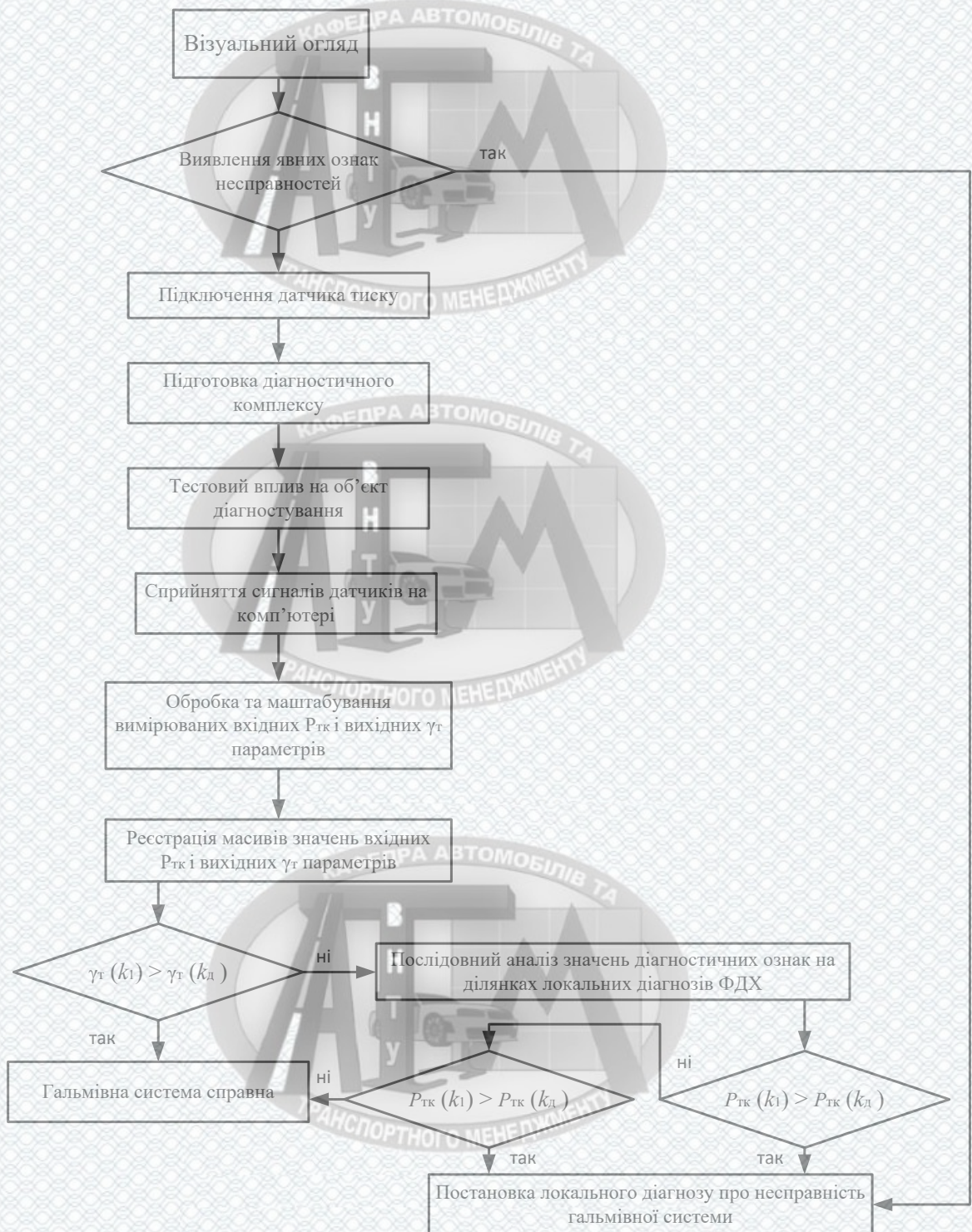


Рисунок 4.4 – Структурна схема алгоритму диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ з пневматичним гальмівним приводом в умовах експлуатації

Даний алгоритм включає в себе наступні групи операцій:

1) Попередні випробування включають в себе:

- завдання тестового впливу на гальмівну систему шляхом повного натискання педалі гальмового управління;
- виявлення в гальмівній системі, яка діагностується, яскраво виражених несправностей, за наявності яких процес подальшого діагностування стає недоцільним. АТЗ, гальмівні системи яких мають такі несправності, відносяться до групи несправних об'єктів і направляються в зону технічного обслуговування або ремонту з метою усунення даних несправностей.

Ознаками таких несправностей можуть бути:

- витоки стисненого повітря через атмосферні виходи апаратів пневматичного гальмового приводу на фазі наповнення;
- витоки стисненого повітря в місцях з'єднань апаратів ПГП;
- порушення механічного зв'язку між педаллю керування гальмовою системою і краном управління пневматичним гальмівним приводом.

Якщо у гальмівного управління автомобіля, що діагностується, не було виявлено таких несправностей, то виконуються підготовчі операції.

2) Підготовчі операції включають в себе:

- перевірка тиску стисненого повітря в шинах, в разі необхідності доводиться до норми;
- перевірка ходу педалі гальмового управління, в разі необхідності проводиться регулювання;
- злив конденсату з ресиверів;
- підключення датчиків тиску стисненого повітря в гальмових камерах;
- установка осі автомобіля, яка діагностується, на стенд;
- установка протівідкатних упорів під колеса осей, які не діагностуються;
- установка на педаль гальма пристроїв створення натискного зусилля і датчика зусилля;
- включення комп'ютера і діагностичного комплексу;
- запуск діагностичної програми.

- встановлення інтервалу часу протягом якого буде, відбувається діагностування;

- встановлення значення проковзування колеса відносно роликів, при досягненні якого пристрій створення натискного зусилля перестане впливати на педаль гальма;

- встановити в програмі режим очікування.

3) Основні випробування складаються з наступних етапів:

- задання тестового впливу на об'єкт діагностування, шляхом натискання кнопки пуск в діагностичній програмі;

- вимірювання і реєстрація масивів даних, що надходять з датчиків в комп'ютер;

- обробка і масштабування вимірюваних діагностичних ознак;

- перевірка відповідності показників гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні вимогам ДСТУ.

- якщо показники гальмівної ефективності і стійкості при гальмуванні відповідають вимогам ДСТУ, то гальмівна система автомобіля визнається справною. Якщо не відповідають, то проводиться послідовний аналіз отриманих значень діагностичних ознак по кожному з параметрів технічного стану.

- якщо значення якої-небудь ознаки виходять за межі допустимих то ставиться локальний діагноз про конкретну несправність, яку характеризує дана діагностична ознака.

4) Заключні операції включають в себе:

- демонтаж датчиків тиску стисненого повітря в гальмових камерах;

- демонтаж пристрою створення натискного зусилля і датчика зусилля на педалі гальмового управління;

- вилучення з під коліс осей автомобіля, які не діагностуються противідкатних упорів;

- виїзд автомобіля зі стану.

Висновки до розділу 4

1. Виявлені діагностичні ознаки і їх функціональні зв'язки з параметрами технічного стану гальмівних систем автомобілів з пневматичним гальмівним приводом, дозволяють ставити локальний діагноз при проведенні діагностування гальмівних систем автомобілів в умовах експлуатації, якщо показники гальмівної ефективності та стійкості при гальмуванні не відповідають вимогам ДСТУ 3649:2010.

Крім цього з'являється можливість оцінювати поточні значення параметрів технічного стану гальмівних систем, визначати можливість подальшої експлуатації транспортного засобу, а також, в разі необхідності, планувати проведення операцій з технічного обслуговування і ремонту.

2. Розроблений алгоритм диференціального діагностування гальмівних систем автотранспортних засобів в умовах експлуатації, дозволяє перевірити гальмівну систему на відповідність вимогам ДСТУ, а в разі невідповідності визначити причину несправності гальмівної системи.



РОЗДІЛ 5.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Мінімізація імовірності виникнення виробничого травматизму та захворювань при забезпеченні регламентованих параметрів умов праці є головним завданням охорони праці.

Неналежний стан охорони праці може викликати соціально-економічні проблеми працівників та їх родин. Тому соціально-економічне значення охорони праці полягає у: підвищенні продуктивності праці, збільшенні валового внутрішнього продукту, скороченні виплат за лікарняними та компенсаційних виплат за важкі умови праці тощо.

У даному розділі наводиться розгляд небезпечних, шкідливих та уражаючих для працівника і навколишнього середовища факторів, які виникають під час проведення вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану. Тут висвітлюються, зокрема, технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці, технічні рішення з безпеки під час проведення вдосконалення методики випробування, безпека в надзвичайних ситуаціях.

Під час вдосконалення методики випробування вказаного процесу на працівників впливають ті чи інші небезпечні і шкідливі виробничі фактори (НШВФ) фізичної та психофізіологічної груп згідно.

Фізичні небезпечні і шкідливі виробничі фактори: понижена або підвищена температура повітря робочої зони, підвищений рівень шуму на робочому місці, підвищений рівень статичної електрики, недостатність або відсутність природного освітлення, недостатня освітленість робочої зони, відбита або пряма блискучість, підвищена яскравість світла.

Психофізіологічні НШВФ: нервово-психічні перевантаження: розумове перенапруження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів.

5.1 Технічні рішення з виробничої санітарії та гігієни праці

5.1.1 Мікроклімат та склад повітря робочої зони

Під мікрокліматом виробничих приміщень розуміють клімат внутрішнього середовища цих приміщень, який визначається діючими на організм людини поєднаннями температури, вологості та швидкості руху повітря, а також інтенсивності теплового випромінювання.

Якщо з технічних чи економічних міркувань оптимальні норми не забезпечуються, то встановлюються допустимі величини показників мікроклімату.

Визначаємо для приміщення, де проводяться роботи з вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану, категорію важкості робіт за фізичним навантаженням – легка Іа.

Відповідно допустимі показники мікроклімату у робочій зоні для теплового та холодного періодів року приведені у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Нормовані допустимі показники мікроклімату [2]

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С для робочих місць		Відносна вологість повітря, %	Швидкість руху повітря, м/с
		постійних	непостійних		
Холодний	Іа	21-25	18-26	75	≤0,1
Теплий	Іа	22-28	20-30	55 при 28°С	0,1-0,2

Розкид значень температури повітря вздовж висоти робочої зони допускається до 3°С. При опроміненні менше 25% поверхні тіла людини, нормована інтенсивність теплового опромінення складає 100 Вт/м².

Повітря робочої зони не повинно містити шкідливих речовин з концентраціями вище гранично допустимих концентрацій (ГДК), які використовуються при проектуванні виробничих приміщень (будівель), обладнання, технологічних процесів, вентиляцій, з метою контролю за якістю

виробничого середовища. ГДК шкідливих речовин, що використовуються в даному виробничому приміщенні наведено в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Гранично допустимі концентрації шкідливих речовин в повітрі робочої зони

Назва речовини	Параметр	Значення	Клас небезпеки
Бензин	ГДК, мг/м ³	100	4
Пил нетоксичний	ГДК, мг/м ³	0,15	4
Іони n ⁺ , n ⁻	число іонів в 1 см ³ повітря	50000	—

З метою забезпечення необхідних за нормативами показників мікроклімату та чистоти повітря робочої зони передбачено такі заходи:

- 1) у приміщенні повинна бути встановлена система кондиціонування для теплого і опалення для холодного періодів року;
- 2) з метою підвищення вологості повітря потрібно використовувати зволожувачі або розташовувати місткості з водою за типом акваріумів поблизу опалювальних приладів.

5.1.2 Виробниче освітлення

Для забезпечення гігієнічних раціональних умов на робочих місцях великі вимоги пред'являються до якісних та кількісних показників освітлення.

З погляду задач зорової роботи в приміщенні, де проводяться роботи з вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану, згідно [3] знаходимо, що вони відповідають III розряду зорових робіт. Вибираємо контраст об'єкта з фоном – великий, а характеристику фону – середню, яким відповідає підрозряд 2.

Нормативні значення коефіцієнта природного освітлення (КПО) та мінімальні значення освітленості для штучного освітлення наведені в таблиці 5.3.

Таблиця 5.3 – Нормативні значення КПО та мінімальні освітленості для штучного освітлення

Характеристика зорової роботи	Найменший розмір об'єкта розрізн., мм	Розряд зорової роботи		Контраст об'єкта розрізнення з фоном	Характеристика фону	Освітленість для штучного освітлення, лк			КПО, %	
		Розряд	Підрозряд			комбіноване		Природне освітлення (бокове)	Суміщене освітлення (бокове)	
						всього	у т. ч. від загального			загальне
Високої точності	0,3-0,5	III	г	великий	середній	400	200	200	2	1,2

Оскільки приміщення знаходиться у місті Вінниця (2-га група забезпеченості природним світлом), а світлові проєми орієнтовані за азимутом 135° , то за таких умов КПО розраховується за формулою

$$e_N = e_n m_N [\%], \quad (5.1)$$

де e_n – табличне значення КПО, %;

m_N – коефіцієнт світлового клімату;

N – порядковий номер групи забезпеченості природним світлом.

За відомими значеннями отримаємо нормовані значення КПО для бокового та суміщеного освітлення:

$$e_{N,b} = 2 \cdot 0,85 = 1,7 (\%);$$

$$e_{N,c} = 1,2 \cdot 0,85 = 1,02 (\%).$$

Для забезпечення нормативних значень параметрів освітлення запропоновано: при недостатньому природному освітленні в світлу пору доби доповнення штучним за допомогою газорозрядних ламп з утворенням системи суміщеного освітлення; застосування загального штучного освітлення у темну пору доби.

5.1.3 Виробничі віброакустичні коливання

Зважаючи на те, що при використанні пристроїв крім усього іншого устаткування використовується обладнання, робота якого генерує шум та вібрацію, необхідно передбачити захист від шуму та вібрації.

Встановлено, що приміщення, де відбувається робота з вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану може мати робочі місця із шумом та вібрацією, що створюється двигунами внутрішнього згорання.

Для запобігання травмуванню працюючих під дією шуму та вібрації вони підлягає нормуванню. Основним нормативом стосовно виробничого шуму, що діє на території нашої країни, є, у відповідності з яким нормовані рівні звукового тиску, рівні звуку і еквівалентні рівні шуму на робочих місцях в промислових приміщеннях не повинні бути більшими ніж значення, що приведені в таблиці 5.4. Норми виробничих вібрацій наведені в таблиці 5.5 для 1-ї категорії (транспортна).

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску та еквівалентні рівні звуку

Рівні звукового тиску в дБ в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц									Рівні звуку і еквівалентні рівні звуку, дБА
31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Таблиця 5.5 – Допустимі рівні віброприскорення [6]

Гранично допустимі рівні віброприскорення, дБ, в октавних смугах з середньо-геометричними частотами, Гц						Коректовані рівні віброприскорення, дБА
2	4	8	16	31,5	63	
68	65	65	71	77	83	62

З метою забезпечення допустимих параметрів віброакустичних коливань у приміщенні передбачено:

- 1) своєчасне проведення профілактичного ремонту;
- 2) застосування в конструкціях обладнання акустичних екранів та звуко- та віброізоляційних кожухів.

5.1.4 Виробничі випромінювання

Аналіз умов праці показав, що приміщення, де виконується робота з вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану може містити електромагнітні випромінювання.

Гранично допустимі рівні електромагнітних полів показані у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 – Гранично допустимі рівні електромагнітних полів (безперервне випромінювання, амплітудна чи кутова модуляція)

Номер діапазону	Метричний розподіл діапазонів	Частоти	Довжина хвиль, λ	ГДР, В/м
5	Кілометрові хвилі (низькі частоти, НЧ)	30-300 кГц	10-1 км	25
6	Гептаметрові хвилі (середні частоти, СЧ)	0,3-3 МГц	1-0,1 км	15
7	Декаметрові хвилі (високі частоти, ВЧ)	3-30 МГц	100-10 м	$3 \cdot \lg \lambda$
8	Метрові хвилі (дуже високі частоти, ДВЧ)	30-300 МГц	10-1 м	3

З метою гарантування захисту та досягнення нормативних рівнів випромінювань потрібно використовувати екранування робочого місця і скорочення часу опромінення за рахунок перерв на відпочинок.

5.2 Технічні рішення щодо безпеки під час проведення вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану

5.2.1 Безпека щодо організації робочих місць

Конструкція робочого місця, взаємне розташування його елементів та його розміри повинні відповідати антропометричним, фізіологічним та психофізіологічним характеристикам людини, а також характеру роботи.

Оптимальне розміщення на робочій поверхні обладнання, що використовується, з урахуванням його кількості, розмірів, конструктивних особливостей та характеру роботи, яка виконується повинна забезпечувати конструкція робочого столу.

У випадку розміщення робочих місць у приміщеннях з джерелами шкідливих та небезпечних промислових факторів, вони повинні розташовуватися в абсолютно ізольованих кабінетах з природним освітленням та організованим повітрообміном. Площа одного робочого місця повинна складати не менше $6,0 \text{ м}^2$, об'єм приміщення – не менше як 20 м^3 , висота – не менше $3,2 \text{ м}$.

Кольорове оздоблення інтер'єру приміщення повинно відповідати вказівкам з проектування кольорової обробки інтер'єрів приміщень будівель промислових підприємств. Поверхня підлоги повинна бути гладкою, без вибоїн, не слизькою, мати антистатичні властивості, зручною для вологого прибирання. Забороняється застосовувати під час оздоблення інтер'єру полімери, що виділяють у повітря шкідливі хімічні речовини.

5.2.2 Електробезпека

Основними причинами ураження електричним струмом в даному приміщенні можуть бути: робота під напругою під час проведення ремонтних робіт, несправність устаткування, випадковий дотик до струмоведучих частин чи металевих частин, які опинилися під напругою. У відповідності дане приміщення належить до приміщень з підвищеною небезпекою ураження електричним струмом через наявність високої (понад 75 %) вологості.

Тому безпека використання електрообладнання має забезпечуватись комплексом заходів, які включають використання ізоляції струмоведучих елементів, захисних блокувань, захисного заземлення та ін.

5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях

Приміщення, де проводиться робота з вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану, відноситься до категорії пожежної небезпеки А, що характеризується наявністю легкозаймистих рідин з температурою спалаху не більше 28 °С, які використовуються під час проведення вдосконалення методики випробування. Дане приміщення відноситься до 3-го ступеня вогнестійкості, в якому приміщення знаходяться в будівлі з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону. Для перекриттів дозволяється застосовувати дерев'яні конструкції, захищені штукатуркою або негорючими листовими, плитними матеріалами, або матеріалами груп горючості Г1, Г2. До елементів покриттів не висовуються вимоги щодо межі вогнестійкості, поширення вогню, при цьому елементи горючого покриття з деревини повинні мати вогнезахисну обробку.

Мінімальні межі вогнестійкості будівельних конструкцій розглядуваного приміщення наведені в таблиці 5.7 і являють собою час, протягом якого конструкції затримують поширення вогню, оцінюється межею вогнестійкості. Межа вогнестійкості конструкції визначається часом в хвиликах від початку сприймання вогню до утворення в конструкціях наскрізних тріщин або отворів, підвищення температури на поверхні, яка не обігривається вище допустимої, руйнування конструкції.

Таблиця 5.7 – Мінімальні межі вогнестійкості приміщення [11]

Ступінь вогнестійкості	Стіни					Колони	Східчасті майданчики	Плити та інші несучі конструкції	Елементи покриття	
	Несучі та східчасті клітки	Самонесучі	Зовнішні несучі	Перегородки	Плити, прогони				Балки, ферми	
3	REI 120 M0	REI 60 M0	E 15 M0	EI 15 M1	R 120 M0	R 60 M0	REI 45 M1	нн нн	нн нн	

Примітка. R – втрати несучої здатності; E – втрати цілісності; I – втрати теплоізолювальної спроможності; M – показник здатності будівельної конструкції поширювати вогонь (межа поширення вогню); M0 – межа поширення вогню дорівнює 0 см; M1 – $M \leq 25$ см – для горизонтальних конструкцій; nn – не нормується.

В таблиці 5.8 наведено протипожежні норми проектування будівель і споруд. Для попередження поширенню пожежі з однієї споруди на іншу між ними влаштовують протипожежні розриви, які залежать від ступеня вогнестійкості будівлі. Ширина евакуаційного виходу (дверей) із приміщень визначається в залежності від загальної кількості людей, що евакуюються через цей вихід і кількості людей на 1 м ширини виходу (дверей). Найбільша допустима кількість поверхів споруди, найбільша допустима площа підлоги між протипожежними стінами приймається в залежності від категорії пожежної небезпеки і ступеня вогнестійкості.

Таблиця 5.8 – Протипожежні норми проектування будівель і споруд

Об'єм приміщення, тис. м ³	Категорія пожежно безпеки	Ступінь вогнестійкості	Відстань, м, для щільності людського потоку в загальному проході, осіб/м ²			Кількість людей на 1 м ширини евакуаційного виходу	Протипожежні розриви, м, для їх ступеня вогнестійкості			Найбільша кількість поверхів	Максимально допустима площа поверху, м ² , для кількості поверхів		
			до 1	2-3	4-5		I, II	III	IV, V		1	2	3 і більше
до 15	A	3	40	25	15	45	9	12	15	1	5200	–	–

Визначення видів та кількості первинних засобів пожегасіння виконується із урахуванням властивостей фізико-хімічних та пожежонебезпечних горючих речовин, їхньої взаємодії з вогнегасними речовинами, а також розмірів та площ виробничих приміщень, установок і відкритих майданчиків.

Вибираємо, що приміщення, в якому проводиться робота з вдосконалення методики випробування, має бути обладнане двома вогнегасниками, пожежним щитом, ємністю з піском .

Висновки до розділу 5

В результаті виконання цього розділу було розглянуто такі питання охорони праці і безпеки в надзвичайних ситуаціях, як технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, технічні рішення з безпеки при проведенні вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану, безпека у надзвичайних ситуаціях.



ВИСНОВКИ

В результаті виконаних досліджень з вдосконалення методики діагностування гальмівних систем автомобілів при їх технічному випробуванні в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АВТО-ТЕСТ 2009» вирішені такі завдання:

- виконано аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»;
- теоретично обґрунтувати метод диференціального діагностування гальмівної системи АТЗ з ППП на стендах з біговими барабанами і розробити математичну модель системи, яка дозволить виконувати аналітичні дослідження процесу гальмування АТЗ на стендах з біговими барабанами при зміні параметрів технічного стану гальмівної системи;
- встановлено функціональні зв'язки діагностичних ознак з параметрами технічного стану гальмівної системи АТЗ з ППП, які суттєво впливають на показники гальмівної ефективності АТЗ при гальмуванні;
- розроблено алгоритм, що реалізує метод диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами;
- розглянуто питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на при виконанні робіт з діагностування гальмівних систем автомобілів.

Гальмівна система є основним елементом автотранспортного засобу, що забезпечує його активну безпеку при гальмуванні. Для забезпечення гальмівною системою вимог діючих стандартів, необхідно підтримувати як гальмівний привід, так і гальмівні механізми в технічно справному стані.

Головною метою комплексу обов'язкового технічного контролю ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» є оцінка технічного стану систем, що забезпечують безпеку руху та впливають на навколишнє середовище.

Прогнозування автомобіле-заїздів автотранспорту для проходження обов'язкового технічного контролю показало їх збільшення на 117 одиниць на 2019

рік, що пов'язано із збільшенням кількості рухомого складу у регіоні, який повинен проходити ОТК.

Оскільки основна частина АТЗ, які проходять обслуговування на даному підприємстві, оснащена гальмівними системами з пневмоприводом, то актуальним постало вдосконалення методики діагностування гальмівних систем з пневмоприводом, що дозволить визначати причину невідповідності показників гальмівної ефективності і стійкості автотранспортного засобу при гальмуванні вимогам ДСТУ.

Теоретично обгрунтовано метод диференціального діагностування гальмівних систем з пневматичним гальмівним приводом. В основу якого лягли вимір і аналіз діагностичних ознак, функціонально пов'язаних з параметрами технічного стану гальмівних систем.

Розроблена математична модель системи «Гальмівний привід - гальмівна камера - гальмівний механізм - колесо - опорна поверхня», включає в себе опис газодинамічних процесів протікають в гальмівній камері і динаміки переміщення її рухомих елементів, опис функціонування гальмівного механізму методом кусково-лінійної апроксимації, а також математичний опис взаємодії колеса з опорною поверхнею гальмівного стенду. Дана модель дозволяє враховувати параметри технічного стану виконавчих механізмів і розрахунковими методами отримувати їх фазові динамічні характеристики, що представляють собою залежність питомої гальмівної сили від тиску повітря в гальмівній камері.

Виявлено діагностичні ознаки і їх функціональні зв'язки з параметрами технічного стану гальмівних систем автомобілів з пневматичним гальмівним приводом, дозволяють ставити локальний діагноз при проведенні діагностування гальмівних систем автомобілів в умовах експлуатації, якщо показники гальмівної ефективності та стійкості при гальмуванні не відповідають вимогам ДСТУ 3649:2010.

Розроблений алгоритм диференціального діагностування гальмівних систем автотранспортних засобів в умовах експлуатації, дозволяє перевірити гальмівну

систему на відповідність вимогам ДСТУ, а в разі невідповідності визначити причину несправності гальмівної системи.

На основі аналізу умов праці при виконанні робіт з діагностування технічного стану автомобілів було розроблено необхідні організаційно-технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії, організаційно-технічні рішення щодо забезпечення безпечної роботи, розраховано віброізоляцію компресора кондиціонера, запропоновано організаційно-технічні рішення щодо гарантування безпечної роботи.



СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Біліченко В. В. Автомобілі та автомобільне господарство. Дипломне проектування : навчальний посібник / В. В. Біліченко, В. Л. Крещенецький, В. В. Варчук. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 172 с.
2. Дипломне проектування виробничих підрозділів підприємств автомобільного транспорту / Ю.Ю. Кукурудзяк, О.В. Рудь, Л.В. Кукурудзяк / Вінниця 2010. – 332 с.
3. ДСТУ UN/ECE R 13-09:2002. Єдині технічні приписи щодо офіційного затвердження дорожніх транспортних засобів категорії М, N і O стосовно гальмування (Правила ЕЭК ООН № 13-09:2000, IDT). – К.: Державний комітет України з питань технічного регулювання та споживчої політики, 2002. – 180 с.
4. ДСТУ 3649-2010. Засоби транспортні дорожні. Експлуатаційні вимоги безпеки до технічного стану та методи контролю. – [Чинний від. 2010-28-12]. – К.: Вид-во стандартів, 2011. – 28 с. – (Національний стандарт України).
5. Експертний аналіз дорожньо-транспортних пригод / Галаса П.В., Кисельов В.Б., Куйбіда А.С. та інші. – Київ: Експерт-сервіс, 1995. – 192 с.
6. Кашканов В.А. Необхідність вдосконалення методики діагностування гальмівних систем / В. А. Кашканов, Т. В. Захарчук // Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи. – Вінниця. ВНТУ, 2019. – Інтернет ресурс. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2019/schedConf/presentations>
7. Кашканов В.А. Удосконалення методу визначення коефіцієнта зчеплення при автотехнічній експертизі ДТП. автореф. дис.... к. т. н.: спец. 05.22. 20 «Експлуатація та ремонт засобів транспорту»/ В. А. Кашканов.–Харків, 2008.–22 с
8. Оцінка експлуатаційних гальмових властивостей автомобілів в умовах неточності вихідних даних : монографія / Кашканов А.А., Ребедайло В. М., Кашканов В.А. – Вінниця : ВНТУ, 2010. – 148 с.
9. Про затвердження Порядку проведення обов'язкового технічного контролю та обсягів перевірки технічного стану транспортних засобів, технічного опису та зразка протоколу перевірки технічного стану транспортного засобу –

[Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/137-2012-п> (дата звернення 14.12.2018). – Назва з екрана.

10. Bochman J., Shymankiewich F., Wlodarski W. Metodyka obliczen hamulcow bebnowych ze szczekami o jedynym stopniu swobody // Prace Naukowe Instytutu Konstrukcyi I Eksploatacyi Maszyn Politechniki Wroclawskiej. Teoretyczne i diswiadcزالne podstawy obliczania hamulcow bebnowych № 23(41) Wroclaw – 1984. – С. 3-24.

11. FMVSS 121, "Air Brake Systems" The National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) requires.

12. Wrzesinski T. Hamowanie pojazdow samochodowych. – Warszawa, WKŁ, 1978, – 358 с.

13. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

14. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.

15. Бондаренко Є. А. Освітлення виробничих приміщень : довідник / Є. А. Бондаренко, В. О. Дрончак. – Вінниця : ВНТУ, 2011. – 61 с.

16. ДСН 3.3.6-037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

17. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої та загальної вібрацій.

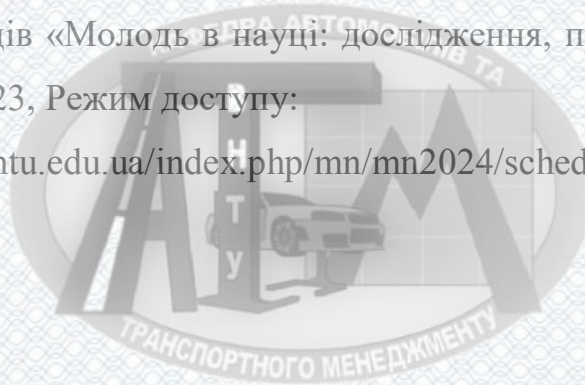
18. Методичні вказівки до опрацювання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних проектах і роботах студентів спеціальностей, що пов'язані з функціональною електронікою, автоматизацією та управлінням / Уклад. О. В. Березюк, М. С. Лемешев. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 64 с.

19. ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів. – К. : Держнаглядохоронпраці, 1998. – 382 с.

20. ДБН В.2.5-27-2006. Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будинків і споруд.

21. ДБН В.1.1.7-2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.

22. Біліченко В.В., Матвійчук Д.М., Гавадза С.В., Кузьменко М.М. Аналіз факторів, які впливають на ефективність функціонування виробничо-технічної бази // Міжнародна науково-практична інтернет-конференція студентів, аспірантів та молодих науковців «Молодь в науці: дослідження, проблеми, перспективи», – Вінниця: ВНТУ, 2023, Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/mn/mn2024/schedConf/presentations>







Додаток А
ІЛЮСТРАТИВНА ЧАСТИНА



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

Графічний матеріал до
магістерської кваліфікаційної роботи

на тему:

Вдосконалення методики випробування гальмівних систем
автомобілів при визначенні їх технічного стану
в умовах товариства з обмеженою відповідальністю
«АВТОТЕСТ 2009» місто Крижопіль

Виконав: ст. гр. 2АТ-22М
Гавадза С.В.


Керівник: к.т.н., доцент
Галушак Д.О.

Вінниця, ВНТУ 2023р.


Мета роботи – вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні їх технічного стану в умовах ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» м. Крижопіль

Завдання дослідження

- виконати аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009» м. Крижопіль;
- теоретично обґрунтувати метод диференціального діагностування гальмівної системи АТЗ з пневматичним гальмівним пристроєм (ПГП) на стендах з біговими барабанами і розробити математичну модель системи, яка дозволить виконувати аналітичні дослідження процесу гальмування АТЗ на стендах з біговими барабанами при зміні параметрів технічного стану гальмівної системи;
- встановити функціональні зв'язки діагностичних ознак з параметрами технічного стану гальмівної системи АТЗ з ПГП, які суттєво впливають на показники гальмівної ефективності АТЗ при гальмуванні;
- розробити алгоритм, що реалізує метод диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами;
- розглянути питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на при виконанні робіт з діагностування гальмівних систем автомобілів.



Об'єкт дослідження – діагностування гальмівної системи АТЗ з пневматичним гальмівним пристроєм на стендах з біговими барабанами



Предмет дослідження – діагностичні ознаки, що відповідають параметрам технічного стану АТЗ з пневматичним гальмівним пристроєм



Стан аварійності на дорогах в Україні за останні роки



Розподіл кількості ДТП за видами технічних несправностей транспортних засобів

Несправність	Кількість ДТП, %
Гальмівна система	47,1
Рульове керування	16,4
Шини	13,9
Прилади освітлення і сигналізації	7,4
Ходова частина	6,2
Дзеркала заднього огляду, склосчисники, дефекти скла	1,9
Зчіпного пристрою	1,5
Інші	5,6

Нормативи ефективності робочої гальмівної системи для АТЗ категорії N₃

Вимоги для проведення дорожніх випробувань	Нормативні документи			
	ДСТУ 3649:2010	Правила ЄЕК ООН № 13	FMVSS-121 (США)	F-18 (Швеція)
Характеристика дорожнього покриття	3 добрим зчепленням			
Маса АТЗ	Повна маса Споряджена маса			Не регламентується
Початкова швидкість гальмування (V_0), км/год	35-45	60	60	60
Зусилля на орган керування (P_{ped}), Н (кгс)	686 (70)	686 (70)	-	686 (70)
Гальмівний шлях (S_r), м, не більше ніж	19,5	36,7	34,7	36,7
Усталене сповільнення ($j_{уст}$), м/с ² , не менше ніж	4,5	5,0	5,4	5,0

Розподіл типів АТЗ, які обслуговуються на ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»



Кількість автомобіле-заїздів на ТОВ «Укртехконтроль»

Рік	Кількість автомобіле-заїздів
2021	2966
2022	3003
2023	3280

КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ ТА
АТМ
ТРАНСПОРТНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ

Схема організації технологічного процесу обов'язкового технічного контролю автомобілів ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»

Послідовність проходження ОТК:

1. Оформлення в столі замовлення заказ-наряду на проведення технічного огляду, згідно поданої заявки;
2. Пред'явлення на КПП заказ-наряду для в'їзду на територію комплексу;
3. Здача технічного паспорту автомобіля для отримання діагностичної карти (ДК) в пункті комплексу ОТК;
4. Проходження технічного контролю на постах комплексу ОТК;
5. Заїзд на стоянку (на території комплексу);
6. Здача ДК в пункті комплексу ОТК та отримання висновку про технічний стан автомобіля;
7. Отримання протоколу проходження ОТК.
8. Виїзд з комплексу ОТК.

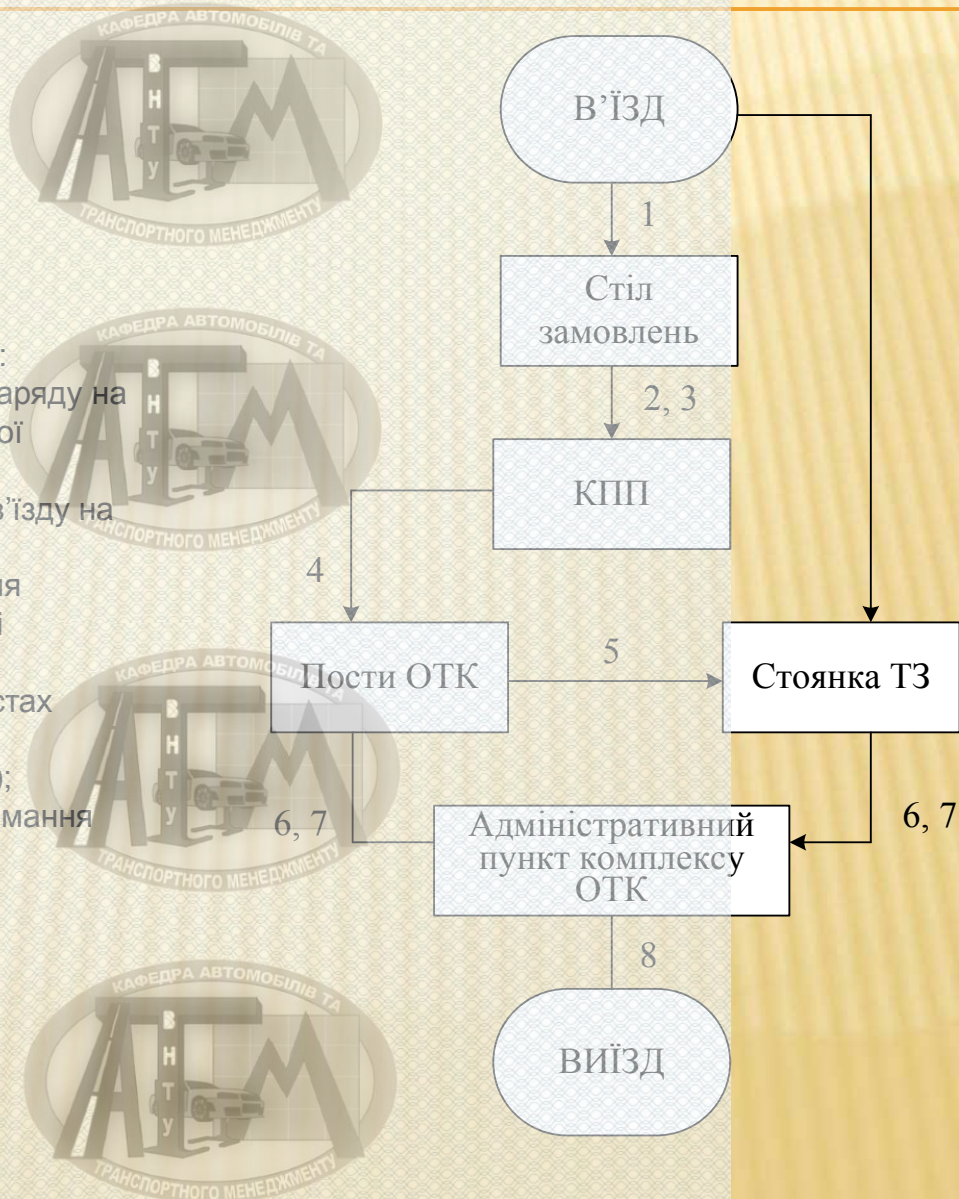
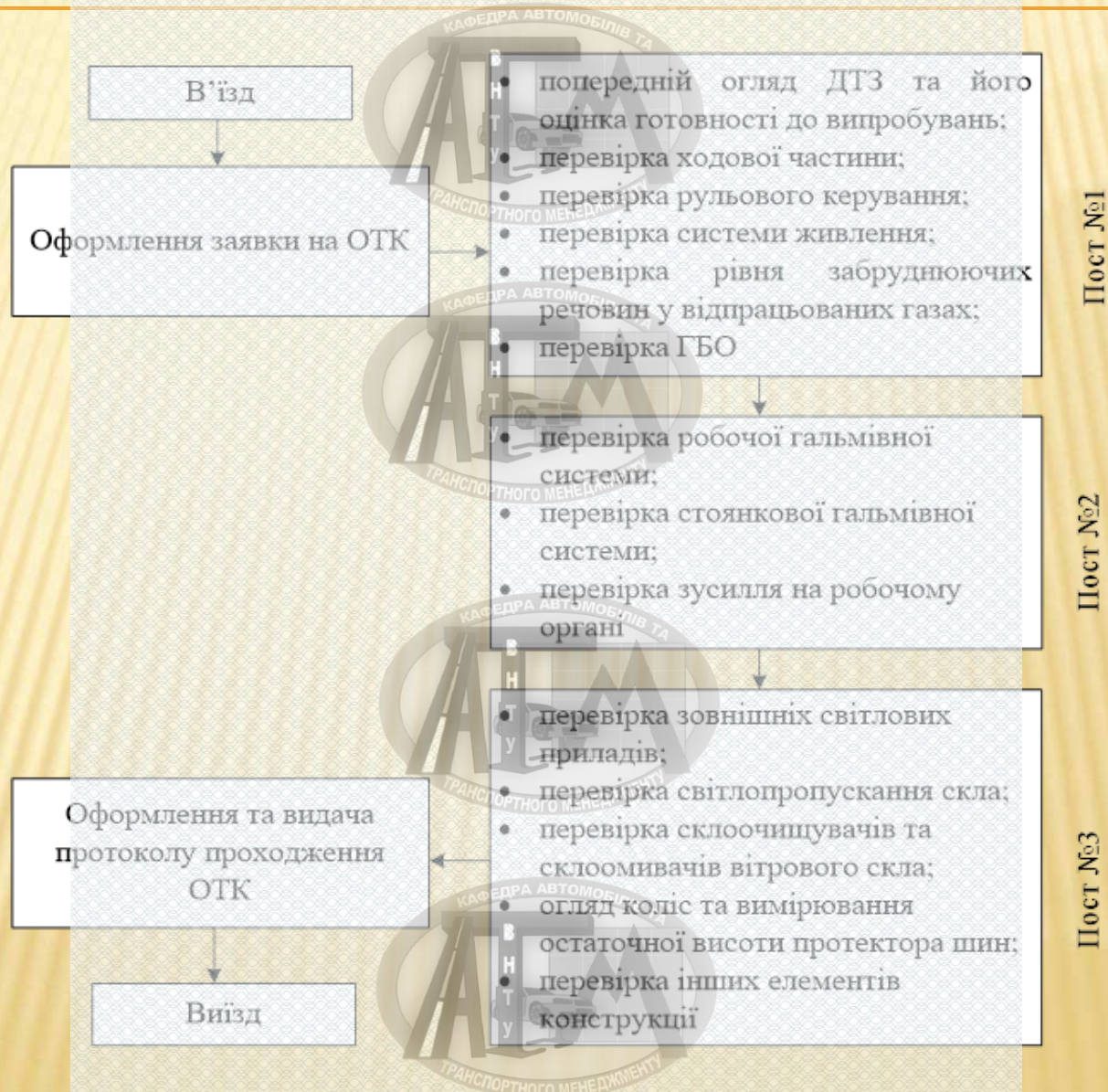
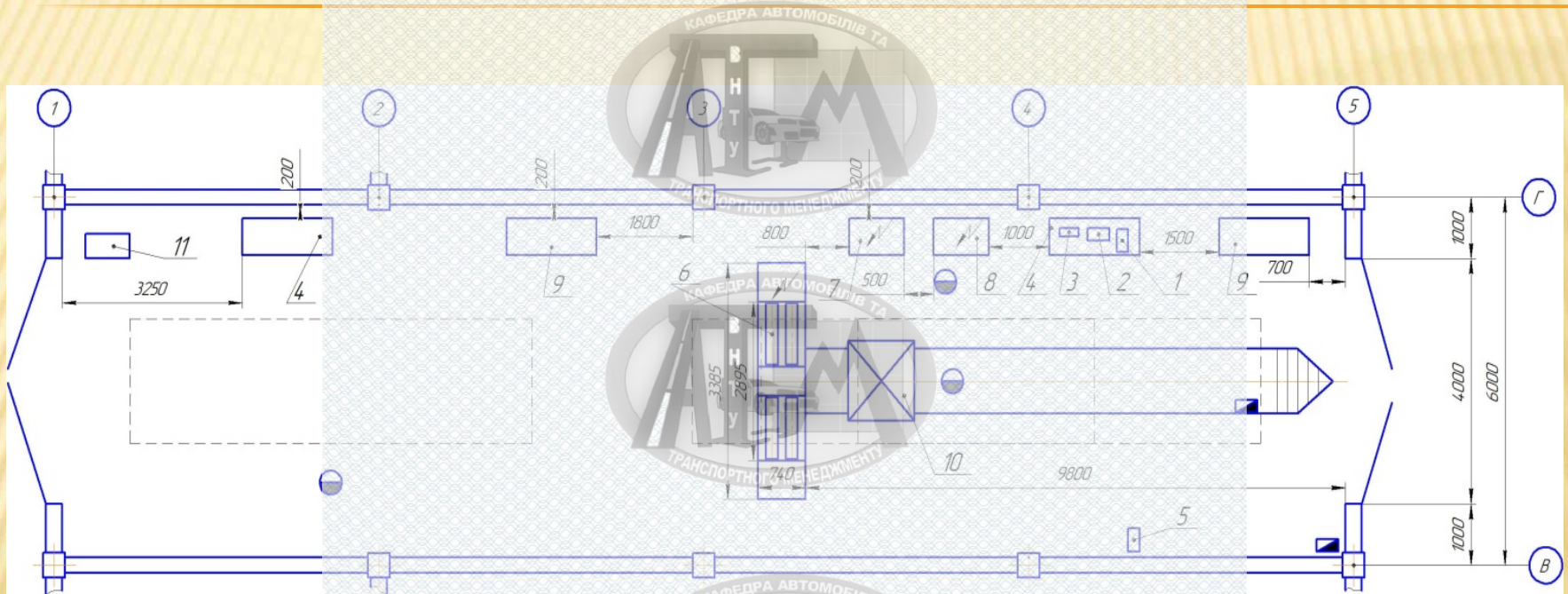


Схема технологічного процесу проходження обов'язкового технічного контролю АТЗ



План зони діагностування АТЗ ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»



Перелік обладнання для проведення перевірки технічного стану транспортних засобів при проведенні обов'язкового технічного контролю:

люфтомір ИСП-401м; вимірювач параметрів світла фар ОПК; газоаналізатор АВГ-4; димомір АВГ-1д; стенд гальмівний універсальний СТМ 15000-У; вимірювач світлопропускання скла ИСС-1; ви́токошукач ТМ-МЕТА; прилад перевірки натягу ременів ППНР 100; манометр; лінійка металева 1000; секундомір СОСлр-26-2-00; штангенциркуль ШЦ-1-150; рулетка 52j-5025.

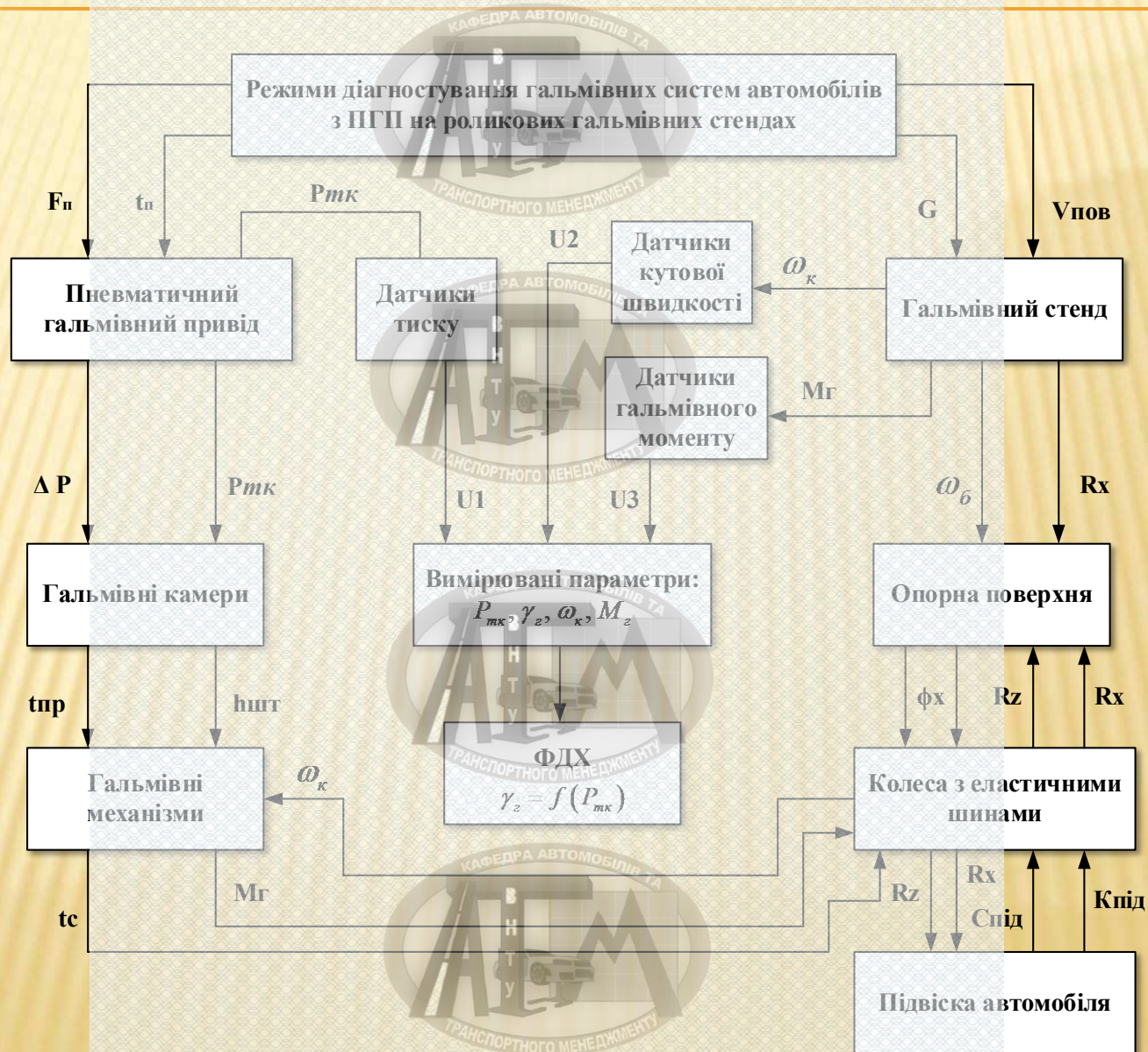
Процес діагностування технічного об'єкта



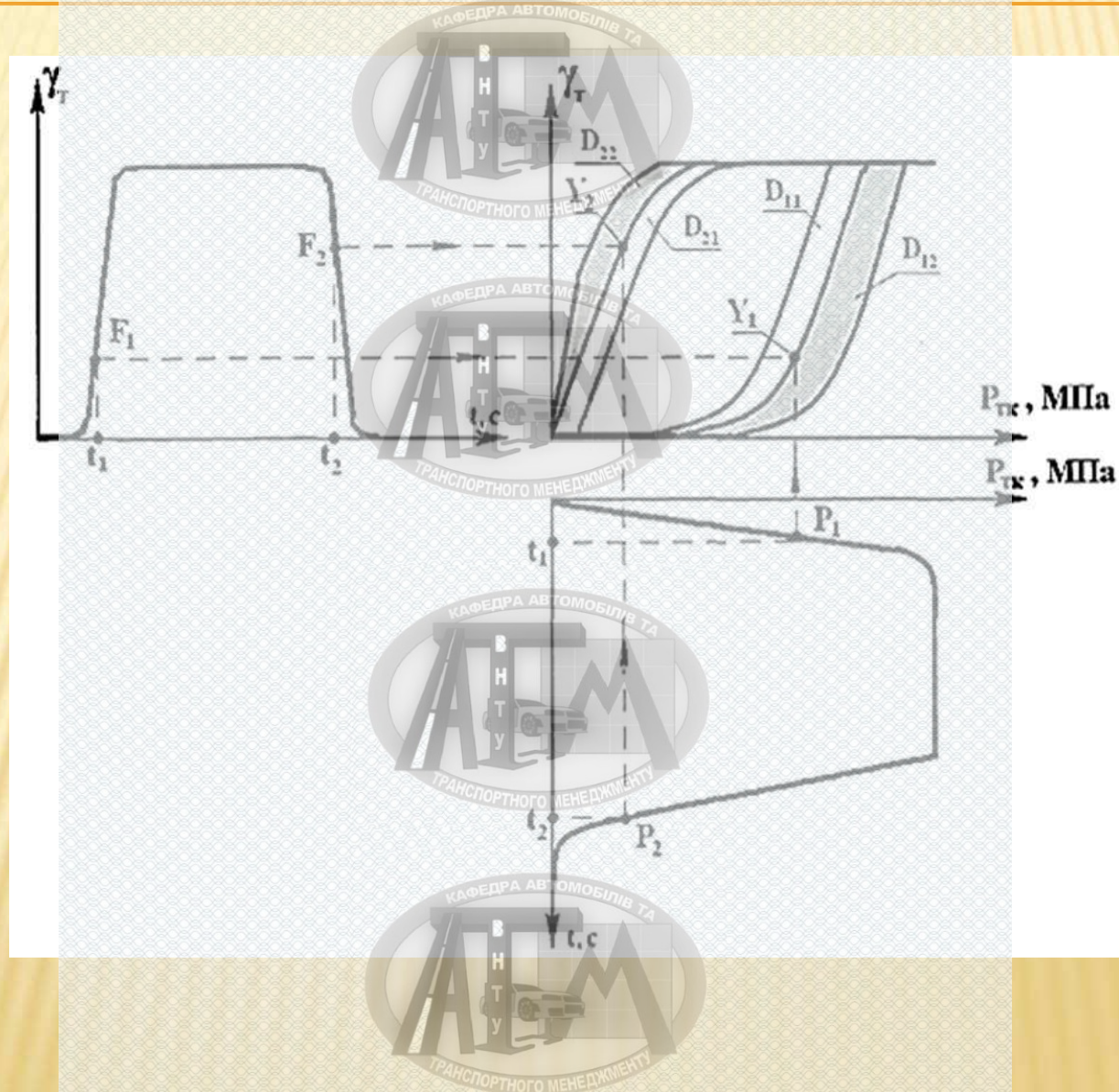
Процес діагностування будь-якого технічного об'єкта включає в себе чотири етапи:

- 1) тестовий вплив на об'єкт діагностування;
- 2) вимірювання величин діагностичних параметрів або ознак;
- 3) обробка отриманої інформації;
- 4) постановка діагнозу.

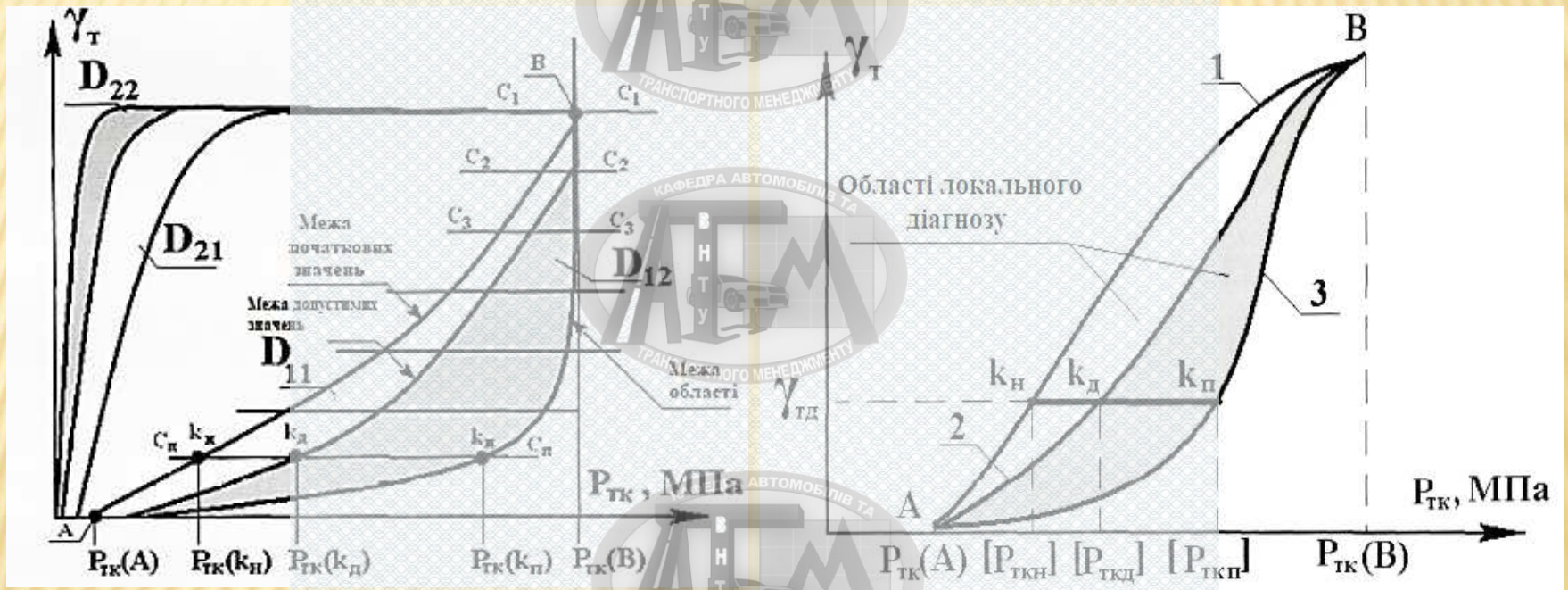
Структурно-наслідкова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на гальмівному роликовому стенді



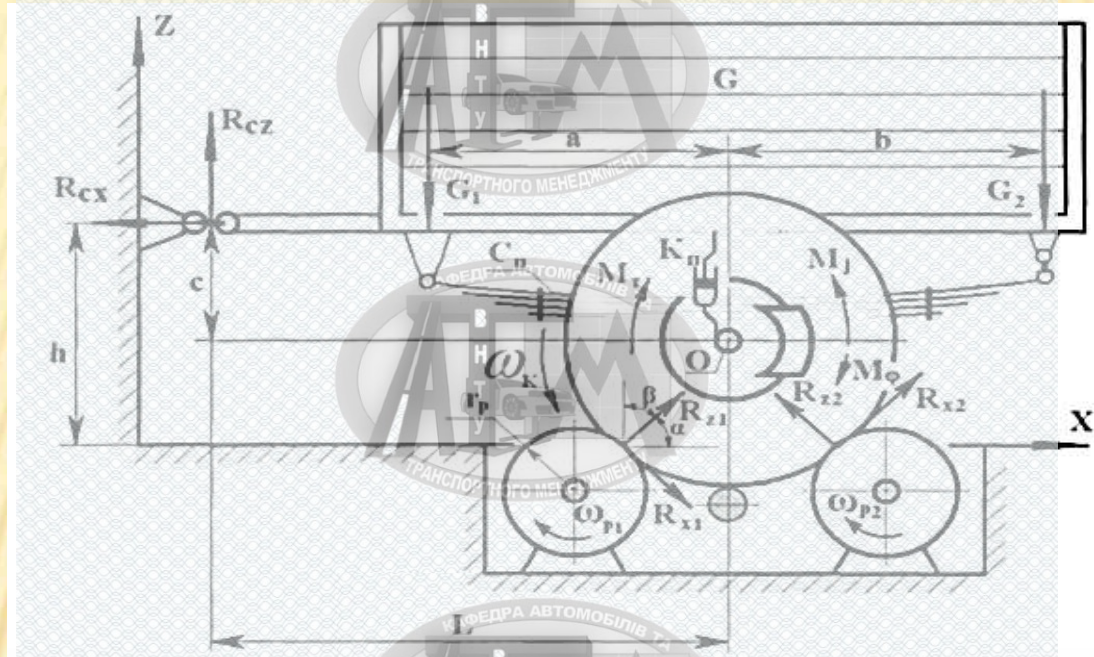
Процес формування фазової динамічної характеристики виконавчого механізму



Метод найбільших перетинів з січною паралельною осі абсцис



Розрахункова схема процесу гальмування об'єкта діагностування на роликовому гальмівному стенді



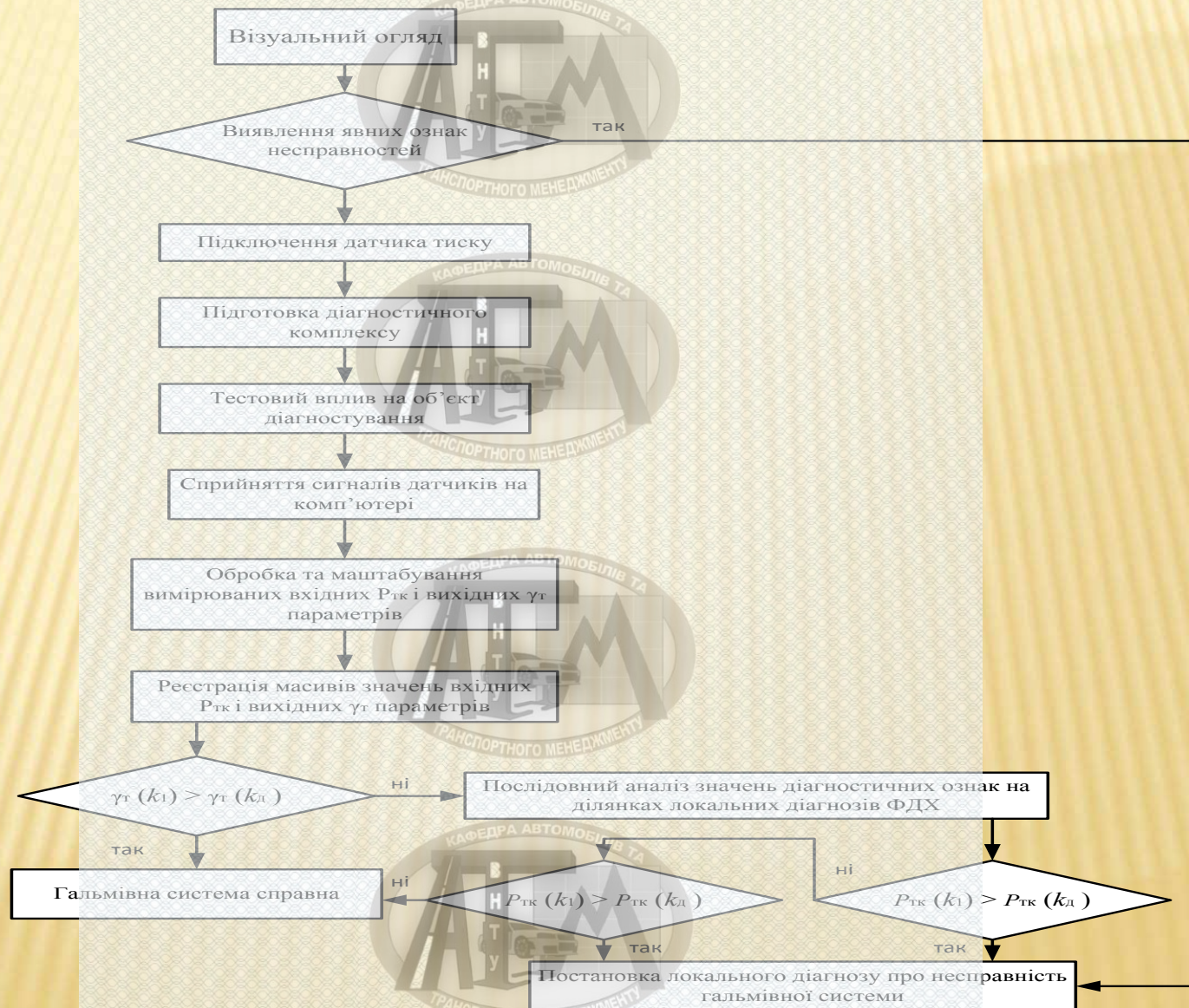
На підставі розрахункової схеми були записані рівняння моментів і проекцій сил на вісь X та Z:

$$\sum M_o = 0 \quad M_G + M_\varphi - M_j + G_2 \cdot b - G_1 \cdot a + R_{cz} \cdot L - R_{cx} \cdot c - R_{x1} \cdot r_{k0} - R_{x2} \cdot r_{k0} = 0$$

$$\sum F_x = 0 \quad -R_{cx} + R_{x1} \cdot \cos \beta + R_{x2} \cdot \cos \beta + R_{z1} \cdot \cos \alpha - R_{z2} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\sum F_z = 0 \quad R_{cz} - G_1 - G_2 - R_{x1} \cdot \cos \alpha + R_{x2} \cdot \cos \alpha + R_{z1} \cdot \cos \beta - R_{z2} \cdot \cos \beta = 0$$

Структурна схема алгоритму диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ з пневматичним гальмівним приводом



Основні висновки по роботі

- виконано аналіз діяльності підприємства та стану виробничо-технічної бази ТОВ «АВТО-ТЕСТ 2009»;
- теоретично обґрунтувати метод диференціального діагностування гальмівної системи АТЗ з ПГП на стендах з біговими барабанами і розробити математичну модель системи, яка дозволить виконувати аналітичні дослідження процесу гальмування АТЗ на стендах з біговими барабанами при зміні параметрів технічного стану гальмівної системи;
- встановлено функціональні зв'язки діагностичних ознак з параметрами технічного стану гальмівної системи АТЗ з ПГП, які суттєво впливають на показники гальмівної ефективності АТЗ при гальмуванні;
- розроблено алгоритм, що реалізує метод диференціального діагностування гальмівних систем АТЗ на стендах з біговими барабанами;
- розглянуто питання з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на при виконанні робіт з діагностування гальмівних систем автомобілів.



Додаток Б
ПРОТОКОЛ ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ НА НАЯВНІСТЬ
ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ



ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Вдосконалення методики випробування гальмівних систем автомобілів при визначенні технічного стану в умовах товариства з обмеженою відповідальністю «АВТО-ТЕСТ 2009» місто Крижопіль

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра автомобілів та транспортного менеджменту
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 82,3 % Схожість 17,7 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

3) Особа, відповідальна за перевірку

Цимбал О.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.

Автор роботи

Гавалза С.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

Галушак Д.О.

(прізвище, ініціали)

