

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна

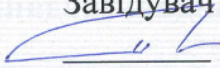
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»

Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання

Спеціальність 015 Професійна освіта (Транспорт)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МТіЗ

 Подоляк О.С.

“12” 10 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

магістранту _____

Данилу ОВЧАРЕНКУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з вдосконалення процесу рекуперативного гальмування автомобіля з електричним приводом**

затверджена наказом по академії № ^{4801-5/3345} від “12” 10 2024р.

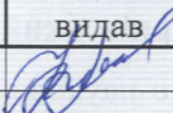
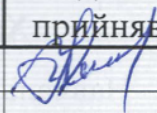
2. Термін здачі магістрантом закінченої роботи “10” грудня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи: Виконати стендові і натурні дослідження натурної моделі НСУ-2 з рекуперативним гальмуванням за магістральним і міським режимами експлуатації. Розробити дидактичний проект факультативного заняття з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Вступ; Сучасний стан питання та перспективи розвитку автомобілів з електричним приводом; Розробка математичної моделі процесу рекуперативного гальмування; Експериментальні дослідження; Методичний розділ; Висновки; Список використаних джерел.


5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів) Всі графічні матеріали представлено в вигляді презентації з використанням комп'ютера

6. Консультанти по роботі, із зазначенням відповідних її частин:

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
Методичний	Наталія КОРОЛЬОВА			

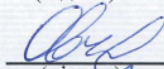
7. Дата видачі завдання “10” вересня 2024 р.

Керівник МКР


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК
(ініціали, прізвище)

Завдання прийняв до виконання



(підпис)

Данило ОВЧАРЕНКО
(ініціали, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК виконання МКР

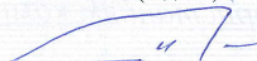
№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Сучасний стан питання та перспективи розвитку автомобілів з електричним приводом	10.09.24	
2	Розробка математичної моделі процесу рекуперативного гальмування;	1.10.24	
3	Експериментальні дослідження	15.10.24	
4	Розробка рекомендацій	1.11.24	
5	Розробка методичного розділу	15.11.24	
6	Оформлення і захист проекту	10.12.24	

Студент


(підпис)

Данило ОВЧАРЕНКО

Нормоконтроль


(підпис)

Олег ПОДОЛЯК

Додаток 2 до Порядку проведення перевірки наукових праць, навчально-методичних видань та дипломних робіт (проектів) працівників та здобувачів вищої освіти на наявність запозичень з інших документів (нова редакція)

Введено в дію:

наказ ректора № 0204 -1/088 від 27.02.2020 р.

Протокол контролю оригінальності дипломної роботи (проекту)

Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з вдосконалення процесу рекуперативного гальмування автомобіля з електричним приводом

(назва роботи)

студента

ОВЧАРЕНКО Данило Павлович

(прізвище, ім'я та по батькові)

науковий керівник

Подоляк Олег Степанович

(прізвище, ім'я та по батькові)

В результаті перевірки роботи в антиплагіатній інтернет-системі Strikeplagiarism.com встановлено наступні значення Коефіцієнтів Подібності

Коефіцієнт Подібності 1: 11,01,

Коефіцієнт Подібності 2: 7,98 ,

Сигнал „Тривога!": – немає; – є, кількість разів у тексті _____.

Вченою радою факультету (навчально-наукового інституту) затверджено наступні показники оригінальності (за значенням коефіцієнту K1):

не більше 20% – оригінальна робота,

від 21% до 50% – задовільно оригінальна робота,

від 51% до 90% – умовно оригінальна робота,

більше 90% – неоригінальна робота.

Відповідно до цього, робота може бути класифікована як:

оригінальна,

задовільно оригінальна,

умовно оригінальна,

неоригінальна.

Висновок:

робота може бути допущена до захисту,

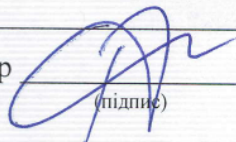
необхідно провести розгляд Повного Звіту Подібності із залученням фахівців із тематики дипломної роботи (проекту).

Примітки Системного Оператора про виявлені запозичення:

Системний Оператор

28.11.2024

(дата)


(підпис)

Скоркін А.О.

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з вдосконалення процесу рекуперативного гальмування автомобіля з електричним приводом.

Метою дослідження є визначити, описати, теоретично обґрунтувати та проаналізувати процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».

Для дослідження ефективності системи рекуперації проведено ідентифікацію та здійснено аналіз впливу складників процесу рекуперативного гальмування, побудовано математичні моделі регульованого процесу рекуперативного гальмування в яких застосовано комплексний підхід та враховано електричні і механічні впливи на ефективність даного процесу, проведено аналіз впливу експлуатаційних та конструктивних параметрів на процес рекуперативного гальмування транспортного засобу, визначено принцип керування роботою системи рекуперативного гальмування. Шляхом проведення теоретичних та експериментальних досліджень встановлено, що збільшення передатного числа трансмісії із застосуванням сучасних методів регулювання характеристик електричного приводу призводить до збільшення кількості рекуперованої енергії до 20 % та поліпшення ефективності гальмування до 2 разів.

Ключові слова: рекуперація, енергія, гальмування, сповільнення, математична модель, властивість, електричний привід, електричний двигун, накопичувач енергії, енергетичні показники.

ANNOTATION

Professional training of specialists in the transport industry to improve the process of regenerative braking of a car with an electric drive.

The purpose of the study is to define, describe, theoretically substantiate and analyze the process of professional training of transport industry specialists, to develop a didactic project of an optional lesson on the topic "Mathematical modeling of the process of recuperative braking of a vehicle".

To study the efficiency of the recuperation system, the identification and analysis of the influence of the components of the recuperative braking process was carried out, mathematical models of the regulated process of recuperative braking were built, in which a comprehensive approach was applied and electrical and mechanical effects on the efficiency of this process were taken into account, an analysis of the influence of operational and design parameters on the process of regenerative braking of the vehicle was carried out, the principle of controlling the operation of the regenerative braking system was determined.

By conducting theoretical and experimental studies, it was established that increasing the gear ratio of the transmission with the use of modern methods of adjusting the characteristics of the electric drive leads to an increase in the amount of recovered energy by up to 20% and an improvement in braking efficiency by up to 2 times.

Key words: recuperation, energy, braking, deceleration, mathematical model, peculiarity, electric actuator, electrical engine, energy accumulator, energy characteristics.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ.....	9
1.1 Проблеми у сфері автотранспортних послуг на сучасному етапі.....	9
1.2 Інноваційні технології підготовки фахівця автотранспортної галузі.....	14
Висновки до розділу 1.....	17
2. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ.....	19
2.1 Методика проведення досліджень.....	19
2.2 Планування експерименту.....	26
2.3 Опрацювання результатів експерименту.....	31
Висновки по розділу 2.....	35
3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	36
3.1 Мета й завдання експериментальних досліджень.....	36
3.2 Натурний експеримент для випробування методики.....	36
3.3 Структура засобів технічного забезпечення досліджуваного завдання.....	48
3.4 Розробка методики рішення завдань попередження причин складання САП.....	49
3.5 Розробка методики стендового контролю технічного стану пневмоприводів гальмових механізмів.....	51
Висновки й результати експериментальних досліджень.....	58
4. ДИДАКТИЧНИЙ ПРОКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ.....	60
4.1 Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей).....	60
4.2 Перелік літературних джерел з теми.....	62
4.3 Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття.....	63
4.4 Аналіз базових умов навчання.....	65
4.5 Проектування мотиваційних технологій навчання.....	66
4.6 Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті.....	69
4.7 Проектування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті.....	69
4.8 Проектування контрольних дій з теми.....	71
4.9 Розробка сценарію факультативного заняття.....	73
Висновки до розділу 4.....	76
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	78
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	80

ВСТУП

Рекуперативне гальмування використовується в електромобілях і сучасних гібридних автомобілях. За основу системи узятий спосіб електричної рекуперації кінетичної енергії.

Рекуперація (від лат. *Recuperatio* – «зворотнє отримання») – повторне використання повернутої енергії. Під час гальмування автомобіля, зі звичною всім гальмівною системою, кінетична енергія руху перетворюється в теплову енергію в момент тертя гальмівних колодок і гальмівного диска, витрачаючись при цьому даремно.

Для уповільнення автомобіля використовує електродвигун, вмонтований в автомобільну трансмісію і штатну систему фрикційних гальм. Електродвигун під час гальмування починає працювати в режимі генератора виробляючи електричну енергію, а на валу двигуна створюється гальмівний момент. Виробляється енергія зберігається в акумуляторі і потім використовується руху автомобіля.

Іншими словами електродвигун, починаючи працювати в режимі генератора використовує для цього енергію крутиться колеса, яке віддаючи електродвигуна, частину своєї енергії починає сповільнюватися. Найбільш ефективно подібне гальмування на передній осі, тому що на неї при гальмуванні доводиться до 70% кінетичної енергії. На низьких швидкостях руху автомобіля значно знижується ефективність системи рекуперативного гальмування, так як значення кінетичної енергії в цьому випадку невелика, і для повної зупинки автомобіля застосовуються звичайні фрикційні гальма. Спільної ж роботою двох систем завідує електроніка, що зчитує дані з датчиків: обертання колінчастого вала і оборотів колеса, зусилля на педалі гальма, враховуючи при цьому ще ряд параметрів. На основі отриманих даних електроніка приймає рішення як правильно і в якій пропорції розподілити гальмівні зусилля між системами: рекуперативне гальмування або фрикційне, щоб і зарядити акумулятор і в той же час ефективно загальмувати автомобіль.

Для підвищення якості ринку автосервісних послуг потрібні молоді та кваліфіковані кадри, які привнесуть новий підхід.

Об'єктом дослідження є процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі в закладах вищої освіти

Предмет дослідження – професійна підготовка фахівців транспортної галузі з вдосконалення процесу рекуперативного гальмування автомобіля з електричним приводом.

Метою дослідження є визначити, описати, теоретично обґрунтувати та проаналізувати процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати актуальність професійної підготовки фахівців транспортної галузі.
2. Теоретично обґрунтувати, розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».

Методи дослідження: теоретичні: аналіз педагогічної, психологічної, наукової, методичної, технічної літератури з проблеми професійної підготовки фахівців транспортної галузі; для визначення понятійно-категоріального апарату і напрямків магістерського дослідження; структурний аналіз і методи моделювання для проєктування факультативного заняття.

Наукова новизна полягає в тому, що удосконалено професійну підготовку фахівців транспортної галузі з вдосконалення процесу рекуперативного гальмування автомобіля з електричним приводом.

Практична цінність роботи полягає в тому, що було розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».

Структура та загальний обсяг роботи. Робота складається з української та англійської анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел.

РОЗДІЛ 1

АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

1.1. Проблеми у сфері автотранспортних послуг на сучасному етапі

Сучасний стан автомобільного транспорту країни не дозволяє в достатній мірі виконувати завдання, що стоять перед ним. Багато в чому це пов'язано з неузгодженістю економічних інтересів галузі та обслуговуваної нею клієнтури, слабо розвиненої виробничою базою автотранспортних підприємств, недостатнім державним регулюванням та іншими недоліками.

Завдяки транспортній системі Україна може підтримувати зв'язок із іншими районами, областями, країнами та державами. Економіка країни зможе розвиватися лише за рахунок цього напрямку. Слід враховувати, що економіка та автомобільні перевезення взаємно впливають один на одного. Як розвиток економіки викликає зростання перевезень, так і високий рівень та можливості перевізних послуг благотворно впливають на рівень інвестицій та темпи зростання економіки регіону.

Автомобільний транспорт – одна з найбільших галузей громадського виробництва, впливає попри всі сфери діяльності і суспільства загалом. Роль автомобільного транспорту у світі важко переоцінити. Він є фактором, що визначає ефективність розвитку продуктивних сил; засобом задоволення економічних та соціальних потреб населення; засобом забезпечення територіальних зв'язків та мобільності суспільства.

Транспортний комплекс забезпечує отримання близько 8% ВВП, і у цій галузі зайнято 4% працюючого населення. Попит на вантажні автомобільні перевезення багато в чому визначається динамікою та структурою зміни обсягів виробництва в країні, а також платоспроможністю підприємств та організацій усіх галузей економіки.

Економічне зростання України безпосередньо пов'язане з підйомом промисловості, розвитком ринку послуг. У сучасних умовах автомобільний транспорт (АТ) розглядається як найважливіший фактор соціально-економічного зростання країни, єдності економічного простору. Саме тому автотранспортним

послугам приділяється велика увага: на регіональному та на державному рівнях. Транспорт – одна з найважливіших галузей, яка виконує своєрідну функцію кровеносної системи у складному організмі країни. Він не тільки забезпечує потреби виробництва та населення у перевезеннях, але разом із містами утворює «каркас» території, є найбільшою складовою інфраструктури, служить матеріально-технічною базою формування та розвитку територіального поділу праці, надає суттєвий вплив на динамічність та ефективність соціально-економічного розвитку окремих регіонів та країни в цілому. Від чіткості та надійності його роботи залежить робота підприємств промисловості, будівництва, сільського господарства, настроїв людей та їхня працездатність. Виробниче значення транспорту визначається необхідністю переміщення вантажів з місць виробництва до місць споживання та подальшої обробки. Транспортний процес складається з окремих послідовностей виконуваних елементів:

- завантаження вантажів у рухомий склад у пунктах відправлення;
- переміщення вантажів та пасажирів між пунктами відправлення та призначення;
- вивантаження вантажів із рухомого складу у пункті призначення.

Транспортний сервіс представляє собою частина системи обігу та розподілу товарів, яка включає в себе, крім перевезення вантажу, виконання складських, вантажно-розвантажувальних та комерційних операцій та ін.

Обсяг транспортних послуг великою мірою залежить стану економіки країни. Однак сам транспорт найчастіше стимулює підвищення рівня активності економіки. Він звільняє можливості, що таяться у слаборозвинених регіонах країни чи світу, дозволяє розширити масштаби виробництва, пов'язати виробництво та споживачів. Особливе місце транспорту у сфері виробництва полягає в тому, що з одного боку, транспортна промисловість складає самостійну галузь виробництва, а тому особливу галузь вкладення виробничого капіталу. Але з іншого боку, вона відрізняється тим, що є продовженням процесу виробництва в межах процесу звернення та для процесу звернення. До загальних характеристик транспортних послуг можна віднести наступні: транспортна послуга, як і будь-яка інша, не може існувати поза процесом її виробництва, отже, накопичуватися; надання послуги – це практично надання самого процесу праці, отже, якість послуги – це якість самого

процесу праці.

Розглядаючи транспорт як галузь матеріального виробництва, слід зазначити низка його специфічних особливостей. Специфіка транспорту як галузі економіки полягає в тому, що він сам не виробляє нової продукції, а лише бере участь у її створення, забезпечуючи сировиною, матеріалами, обладнанням виробництво та доставку готову продукцію споживачеві, збільшуючи тим самим її вартість на величину транспортних витрат, які входять у собівартість продукції. За деякими галузям промисловості транспортні витрати дуже знають читальні, як, наприклад, в лісової, нафтової промисловості, де можуть досягати 50 %. Повні ж транспортні витрати економіки у сфері виробництва та обігу становлять 10% від валового суспільного продукту країни.

Відношення сумарних транспортних витрат до повної вартості товару у споживача називають коефіцієнтом транспортної складової. Він відіграє важливу роль у вирішенні проблеми оптимізації територіальної організації продуктивних сил.

Варто зазначити, що транспорт, будучи однією з найбільш фондомістких галузей, вимагає для розвитку великих довгострокових інвестицій. Так останні десятиліття задоволення потреб у перевезеннях йшло за рахунок створених раніше резервів пропускну та провізної спроможності транспортної системи країни, які були наприкінці кінців вичерпані.

Важливою проблемою є організація взаємодії автомобільного транспорту з іншими видами транспорту під час виконання змішаних перевезень. Тільки із запровадженням змішаного прямого сполучення власники вантажу звільнялися від турботи перевантажувати свій товар. Взаємодія різних видів транспорту полягає в злагодженій та узгоджену роботу транспорту в загальному перевізному процесі, коли на АТ лягає значний обсяг завезення-вивезення вантажів, що відправляються дрібними відправками, та обслуговування клієнтури, яка не має інших транспортних комунікацій, крім автомобільних доріг. Ця взаємодія залежить від багатьох умов правового, економічного, технічного, технологічного, організаційного та управлінського характеру.

Високі темпи автомобілізації в останні десятиліття пояснюються більшою, порівняння з іншими транспортними засобами, ефективністю та можливістю

автономної (незалежної від інших видів транспорту) роботи та мобільністю автомобіля.

Як наслідок, парк автомобілів та обсяг перевезень вантажів та пасажирів автомобільним транспортом зростає значно швидше, ніж інших видах транспорту.

В умовах глобалізації сучасної економіки до пріоритетних напрямів входить: підвищення ефективності доставки вантажів автомобільним транспортом та скорочення витрат на транспортні витрати промислових організацій торгівлі та сфери послуг.

В даний час основними проблемами ринку транспортних послуг в Україні є:

1. Недосконале державне та законодавче регулювання ринку транспортні послуги.
2. Відсутність комплексного контролю за дотриманням правил технічної експлуатації транспортних засобів.
3. Неповне задоволення потреб споживачів послуг за показниками якості послуг.
4. Довгий канал розподілу послуги.
5. Відсутність системи моніторингу ринку транспортних послуг: не проводиться аналіз та прогноз розвитку автопарку та існуючої мережі виконавців послуг.
6. Відносно висока вартість та низька якість сервісного обслуговування та ремонту рухомого складу
7. Малорозвиненість ринку вантажних автомобілів.
8. Слабкий розвиток системи кадрового забезпечення виконавців транспортних послуг.

Також можна відзначити і експлуатаційні проблеми розвитку ринку транспортних засобів, до яких можна віднести:

1. Складність пошуку та оренди технічних приміщень. Причинами такого стану є: високий рівень орендної плати; політика місцевих органів влади, що опинилися нездатними створити механізм збору інформації про порожні приміщення, а найчастіше і які незаконно перешкоджають оформленню права на оренду.
2. Нестача досвіду в управлінні процесом надання транспортних послуг.

3. Висока вартість поточних та планових ремонтів, наявність великої кількості контрафактних запасних частин та агрегатів.

4. Відсутність якісного сервісного обслуговування рухомого складу.

Необхідно відзначити і маркетингові проблеми розвитку ринку транспортних послуг:

1. Наявність великої кількості різних посередників над ринком автотранспортних услуг.

2. Обмежені можливості продажу своїх послуг безпосередньо споживачеві, не що дозволяють виконавцю послуг надавати активний вплив на ціни фрахтів транспортних засобів на ринку вантажних перевезень.

3. Відсутність досвіду у сфері маркетингу транспортних послуг.

Кадрові проблеми виконавців послуг транспортними підприємствами – полягають у складності добору кваліфікованих кадрів. Організатор діяльності з перевезення вантажів повинен мати хороші знання у сфері забезпечення максимально високого рівня продуктивності рухомого складу автомобільного транспорту, зниження собівартості перевезень.

Інформаційні проблеми виконавців послуг транспортними підприємствами перебувають у відсутності структурованої, технологічно оснащеної, комп'ютеризована база даних для прийняття управлінських рішень.

Комплексне вирішення зазначених проблем дозволить забезпечити формування та подальший розвиток цивілізованого ринку транспортних послуг. У сучасних умовах до основних цілей і завдань успішного функціонування ринку транспортних послуг можна віднести забезпечення високої рентабельності, якості виконання послуг, конкурентоспроможність та інвестиційної привабливості цього сектора економіки [1].

Результативність вирішення перелічених проблем та завдань залежить від безлічі факторів, але переважно від ефективності управління процесом надання транспортні послуги. Все перелічене доводить необхідність теоретичної розроблення принципів удосконалення ефективного керування транспортними послугами на основі ухвалення економічно обґрунтованих управлінських рішень.

1.2. Інноваційні технології підготовки фахівця автотранспортної галузі

Підготовка фахівців, здатних ефективно здійснювати інноваційні проекти - завдання національних пріоритетів України. Одними з основних проблем у цій галузі є формування та вибір адекватних освітніх моделей.

Сучасні глобальні зміни у світі показують, що саме сфера освіти визначається та виділяється багатьма країнами як пріоритетний напрямок при підготовці конкурентоспроможних фахівців.

У той же час рівень розвитку та використання сучасних технологій визначається розвитком матеріальної бази, рівнем інтелектуалізації суспільства, здатністю виробляти, засвоювати та застосовувати нові знання. Усе це був із рівнем освіти країни.

У процесі формування компетенцій студентів основними завданнями повинні виділятися як передача знань майбутнім фахівцям, а й вироблення практичних навичок застосування цих знань, набуття таких рис, як підприємливість, здатність на ризик, ініціатива, сміливість у прийнятті рішень.

Професійне навчання – це керований педагогічний процес пізнання певної професійно-трудової галузі, організований спосіб навчання системної професійної освіти.

Процес професійного навчання включає два взаємопов'язаних компонентів: професійно-педагогічну діяльність педагогів та професійно-пізнавальну діяльність здобувачів освіти.

Професійно-педагогічна діяльність здійснюється за єдиним алгоритмом, що включає:

- аналіз вихідної ситуації, визначення та постановку мети навчання;
- планування навчально-професійної діяльності, відбір змісту та засобів подання (різними способами) нових фрагментів навчального матеріалу;
- здійснення операцій, що організовують професійно-пізнавальну діяльність здобувачів освіти;
- організацію зворотного зв'язку, контроль та коригування роботи з засвоєння змісту матеріалу;
- аналіз та оцінку результатів навчання.

Професійно педагогічна діяльність є визначальним фактором успішності професійного навчання. Однак ця успішність залежить також і від активності здобувачів освіти. Процес навчання не може бути ефективним без застосування сучасних методів та дидактичних засобів.

У свою чергу, методи, форми та засоби навчання визначаються змістом освіти та рівнем особистісного та професійного розвитку студентів.

Отже, процес професійного навчання – це цілісне педагогічне явище. Усі його компоненти тісно взаємопов'язані: цілі навчання втілені у зміст освіти, яке визначають його методи, форми та засоби. У реальній педагогічній діяльності процес професійне навчання носить циклічний характер. Кожен його дидактичний цикл є функціональною системою, засновану на спільній діяльності всіх суб'єктів процесу навчання.

Під час підготовки фахівців автотранспортної галузі серед найважливіших проблем підготовки студентів можна виділити:

- складність організації практичного навчання;
- обмежений доступ до складних технічних засобів та технологій;
- неможливість проведення експериментів у натурних умовах;
- відсутність навчальних посібників, що відповідають сучасному рівню технологій;
- відсутність належних теоретичних та практичних компетенцій у майбутніх спеціалістів з погляду роботодавця;
- необхідність перепідготовки випускників ЗВО при влаштуванні на роботу.

Виходом є створення інноваційних освітніх технологій в ЗВО з урахуванням запитів передових компаній та вимог швидкої адаптації фахівця до професійного середовища.

Традиційний освітній процес в ЗВО дає студентам навчальні знання, але прив'язка цих знань до конкретної професійної діяльності відбувається епізодично, наприклад, під час курсової, переддипломної або виробничої практики. Зрозуміло, що оснастити студента реальними професійними знаннями та якостями у цих умовах досить складно.

Інноваційна ж освіта орієнтована формування професійних знань і якостей у

процесі освоєння інноваційної динаміки, наприклад, у процесі освоєння типових інновацій через електронну хрестоматію, де представлені типові інновації, що демонструють хід розвитку даної професійної сфери діяльності, зібрані професійні завдання інтегрального типу.

Таким чином, поняття професіоналізму стає інтегральною якістю випускника, яку він синтезував сам у процесі навчання. Усвідомлення студентом себе як професіонала впливає на результат освітнього процесу, оскільки активізує мотивацію саморозвитку, що, у свою чергу, перетворює процес навчання на джерело задоволення потреб особистості, що розвивається.

У результаті студент здійснює реальний перехід із формально-правової (студент як суб'єкт освіти) у стан фактичного антропоцентризму (студент - суб'єкт власної життєдіяльності).

Отже, інноваційна освіта вибудовує навчальний процес як рух від соціальних та загальнокультурних знань та умінь своєї професії (від професії до культури) до технологічних, що дає йому розуміння способів та методів вирішення професійних завдань, а від них до методологічних, що дозволяє відстежувати динаміку зміни якості своєї професійної діяльності (від технології до інноваційного мислення).

Інноваційне мислення формується у студента, якщо він, по-перше, активно мотивований у навчанні, реалізує вимоги самоменеджменту, індивідуального самоврядування задля досягнення амбітних (у хорошому значенні слова) життєвих цілей; по-друге, якщо навчальний процес відбиває повний життєвий цикл професійної діяльності з її нововведеннями та протиріччями.

Усе сказане дозволяє зробити висновок у тому, що провідними функціями інноваційного навчання вважатимуться:

- інтенсивний розвиток особистості студента та педагога;
- демократизацію їхньої спільної діяльності та спілкування;
- гуманізацію навчально-виховного процесу;
- орієнтацію на творче викладання та активне вчення та
- ініціативу студента у формуванні себе як майбутнього професіонала;
- модернізацію засобів, методів, технологій та матеріальної бази навчання, що сприяють формуванню інноваційного мислення майбутнього професіонала.

Прикладом технології навчання, що сприяє формуванню інноваційного мислення майбутнього професіонала є використання віртуальних моделей професійного середовища.

Віртуальне середовище дає можливість відчувати себе в ролі посадової особи безпосередньо на практиці у самому процесі навчання на певних сценаріях «вплив техногенезу – результат» із самооцінкою дій та тестуванням рівня теоретичних знань. Це свого роду комп'ютерна "іграшка", яка дозволяє йти від простих моделей оцінок впливу виробничого середовища (техносфери) до управління та мінімізації цих впливів, ліквідації наслідків з оцінками економічних збитків. Саме в цьому ми бачимо головні позитивні якості навчання із зануренням у віртуальне професійне середовище.

Роль самостійної підготовки здобувачі освіти різко зростає з включенням комп'ютерів у процес навчання для отримання та експериментальної перевірки знань. Найважливіша перевага комп'ютерної техніки – можливість побудови освітнього процесу у вигляді інтерактивної роботи учнів з динамічними образами об'єктів, що вивчаються.

Висновки до розділу 1

Автомобільний транспорт на відміну від інших видів транспорту має відносно великою різноманітністю типів рухомого складу, що значно розширює можливості та сфера його використання. Тому автомобільним транспортом перевозиться практично вся номенклатура існуючих вантажів.

Сучасному автотранспортному підприємству сьогодні необхідно підвищити конкурентоспроможність, раціонально використовувати дорожу техніку, вибираючи оптимальні варіанти її застосування з метою зниження собівартості перевезень та отримувати найбільші виробничі та фінансові результати. Підвищення ефективності роботи автомобільного транспорту – найважливіше та державне завдання, яке насамперед покладено на автотранспортні підприємства.

У цьому розділі описано значення АТ в економіці країни та проаналізовано першочергові проблеми розвитку АТ у цьому, визначено першорядні цілі та завдання результативного розвитку сфери транспортних послуг.

Також розглянуто особливості професійної підготовки фахівців транспортної галузі. Отже, процес професійного навчання включає два взаємопов'язаних компонентів: професійно-педагогічну діяльність педагогів та професійно-пізнавальну діяльність здобувачів освіти.

РОЗДІЛ 2

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ

2.1 Методика проведення досліджень

2.1.1 Постановка задач досліджень

Стендові і натурні дослідження автомобіля з рекуперативним гальмуванням проводились за магістральним і міським режимами експлуатації.

Метою досліджень є встановлення енергетичного балансу режиму електродинамічного гальмування противключенням. За допомогою фізичної моделі виконано перевірку достовірності теоретичних досліджень.

Натурні дослідження проводилися на трасі М18.

Натурна модель (легковий автомобіль НСУ-2) була оснащена гібридною установкою, технічні характеристики натурної моделі наведено у табл. 2.1.

З метою забезпечення надійного рекуперативного гальмування на автомобілі встановлено ланцюгову передачу, вона створила передаточні числа приводу генератору $u_1=5.3$ та $u_2=11.2$.

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики гібридного автомобіля НСУ-2

Параметр транспортного засобу	Значення параметру
Споряджена маса, кг	385
Навантаження на передню/задню осі, кг	240/320
Тиск повітря в шинах коліс, передніх/задніх, МПа	2,0/2,0
Висота рисунка протектора шин, мм	3,7
Маса випробувального устаткування, кг	20,0
Маса оператора та водія, кг	145
Повна маса автомобіля, кг	525
Напруга акумуляторної батареї, В	24
Ємність акумуляторної батареї, А*год	30 (2 блока по 15)
Зовнішній зарядний пристрій	Електрична мережа



Рис. 2.1 – Натурна модель з гібридним двигуном НСУ-2

Натурна модель автомобіля, була оснащена гібридною силовою установкою з паралельним підключенням акумулятору і ел. двигуна на якому проводились дослідження (рис. 2.2 - 2.3).

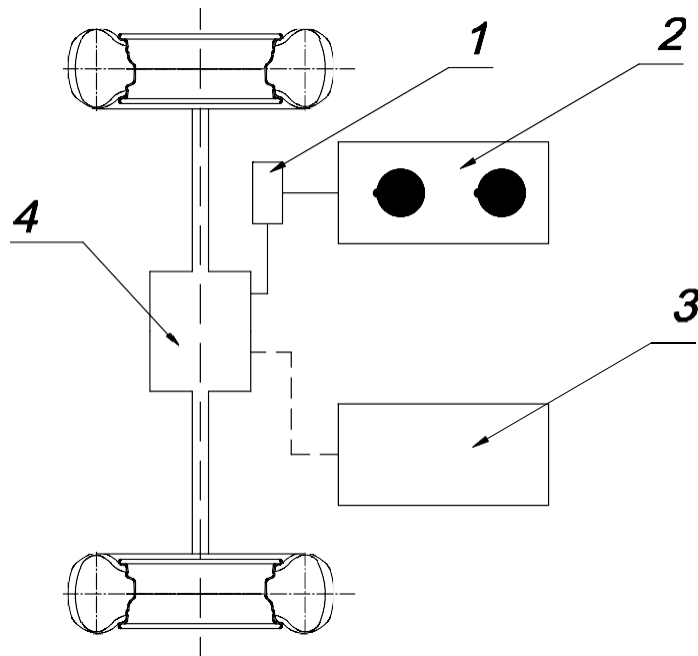


Рисунок 2.2 – Функціональна схема підключення елементів гібридної установки. Умовні позначення: 1 – коробка швидкостей, 2 – ДВЗ, 3 – електродвигун, 4 – редуктор;

Під час проведення випробувань були враховані кліматичні умови (табл. 2.2)

Таблиця 2.2 – Метеорологічні умови проведення випробувань

Найменування параметру	№ експерименту		
	1	2	3
Температура навколишнього середовища, °C	+15	+17	+14
Атмосферний тиск, кПа	99,6	98,9	99,4
Швидкість вітру, м/с	1,5	2,0	2,0
Відносна вологість повітря, %	70	65	68
Напруга зовнішньої мережі під час зарядки автомобіля	215	210	223

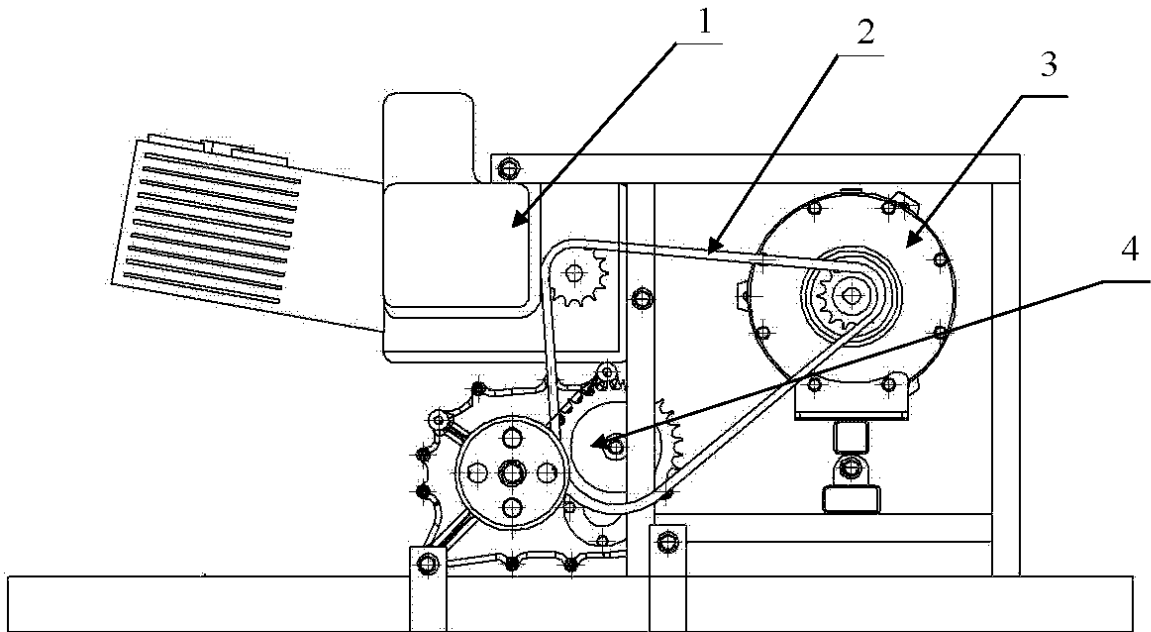


Рисунок 2.3 – Схема паралельного підключення гібридної силової установки автомобіля ГСУ-1. Умовні позначення: 1 – двигун внутрішнього згоряння, 2 – ланцюгова передача, 3 – електричний двигун, 4 – головна передача

З метою виключення з зареєстрованих даних експерименту моментів спрацювання механічного складника гальмівної системи на приводі робочої гальмівної системи встановлювався педометр, сигнал з якого дозволив на графіку чітко визначити момент спрацювання механічного складника робочої гальмівної системи.

2.1.2 Параметри, які реєструються

За результатами аналізу математичної моделі та результатів теоретичних досліджень встановлено, що найбільш доцільними критеріями оцінки роботи та ефективності процесу електродинамічного гальмування є роботи, виконуються системами транспортного засобу.

Тому, під час експериментальних досліджень повинні реєструватися наступні показники:

- швидкість руху транспортного засобу;
- час;

- прискорення або сповільнення;
- кількість енергії, яка надходить у накопичувачі;
- кількість енергії, яка виробляється електродвигуном.

2.1.3 Випробувальне устаткування для проведення експерименту

Проведення експерименту здійснено із використання випробувального устаткування, засобів вимірювальної техніки та допоміжного устаткування, зазначеного в таблиці 2.3 та зображеного на рис. 2.4.

Випробувальне устаткування, яке має суттєвий вплив на результати експерименту було відкаліброване, відповідно до вимог ДСТУ ISO/IEC 17025.

Таблиця 2.3 – Засоби вимірювальної техніки та допоміжні засоби

Назва устаткування	Призначення	Діапазон вимірювання	Похибка вимірювання	Невизначеність вимірювання
Програмно-апаратний комплекс на базі Autoscope II (далі USB - осцилограф) та ПК типу Notebook	Реєстрація миттєвих значення вимірюваних параметрів	Діапазон вимірювань: напруга 80... 1000 В час 0... 3600 с. Частота дискретизації 2500 ... 50000 Гц	Похибки реєстрації: - напруги $\delta = \pm 0,4 \%$; - часу $\delta = \pm 0,2 \%$.	-
Перетворювач вимірювальний напруги (датчик ПИИТ-2)	Вимірювання струму та напруги	від 0 мВ до 75 мВ від 0 В до 150 В від 0 В до 1000 В від 0 В до 1500 В	не більше $\pm 1 \%$	$U_1=0,26$ $U_{10}=0,00168$ $U_{25}=0,00061$ $U_{50}=0,00064$ $U_{75}=0,00072$ $U_{100}=0,00011$ $U_{250}=0,00011$
Шунти 500 А/ 75 мВ,	Вимірювання струму	від 0 А до 500 А	кл. точності 0,5	$U=0,013$ А
Прилад "шлях швидкість час" VBOX III	Вимірювання швидкості, прискорення/сповільнення, шляху, висоти над рівнем моря	0,1-1600 км/год $0... \pm 20g$	дискретність індикації 0,01	Шлях $U=5,0 \%$ швидкість $U=1,5$ км/год сповільнення $U=4,0 \%$
Педаметр електроконтактний	Відмітчик подій	-	-	-
Водяний рівень	Визначення параметрів випробувальної ділянки	-	-	-
Манометр МТИ	Визначення тиску повітря в шинах	0... 25 кгс/см ²	0,2 кгс/см ²	0,056 кгс/см ²

Таблиця 2.3 – Закінчення

Назва устаткування	Призначення	Діапазон вимірювання	Похибка	Невизначеність вимірювання
Глубіномір ЦГБ-II	Встановлення висоти протектора шин	0...100 мм	0,02 мм	
Ваги електронні, 20BE4-2	Визначення маси моделі	100... 5000 кг	5 кг	-



а)



б)

Рисунок 2.4 – Експериментальне обладнання; а) дистанційний модуль визначення пройденої відстані, часу поїздки, кінематичних характеристик; б) мультиметр вимірювання струму та напруги електродвигуна Neo Tools

2.1.4 Методи вимірювання

Вимірювання кількості електроенергії, яка рекуперується електродвигуном, $E_{те}$, здійснюється непрямим методом за результатами обчислення:

$$E_{те} = \Delta t_n \sum_{n=1}^n U_{тен} \cdot I_{тен} \quad (2.1)$$

де, $U_{тен}$ – миттєве значення напруги на виході з двигуна транспортного засобу, В;

$I_{тен}$ – миттєве значення струму, повернутого (рекуперованого) в накопичувачі енергії, А;

Δt_n – крок між двома вимірюваннями миттєвих значень струму та напруги, с;

n – кількість точок вимірювання.

Вимірювання струму $I_{тен}$, здійснюється непрямим методом, шляхом вимірювання напруги на шунті, який встановлено в електричне коло транспортного засобу, за схемою, наведеною на рисунку 3.5.



Рисунок 3.5 – Схема вимірювання струму електричного кола

Рекуперований струм $I_{тен}$ (А), визначається за формулою:

$$I_{тен} = 100U_b, \quad (2.2)$$

де U_b - напруга на виході перетворювача ПИИТ-2, В.

Вимірювання напруги $U_{тен}$ здійснюється непрямим методом вимірювання напруги на виході датчика ПИИТ-2, який встановлено в електричне коло, так, щоб вимірювалася напруга на двигуні транспортного засобу, за схемою, наведеною на рисунку 2.6.

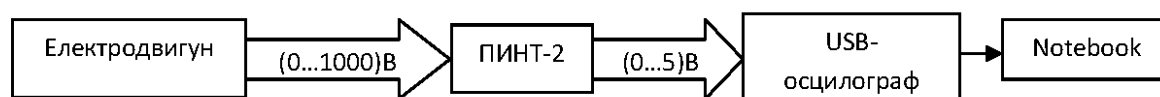


Рисунок 2.6 – Схема вимірювання напруги електричного кола

Напруга в електричному колі $U_{тен}$, (В), визначається за формулою:

$$U_{тен} = 200U_a, \quad (2.3)$$

де U_a - напруга на виході перетворювача ПИИТ -2, В.

Швидкість руху, сповільнення, шлях та висота над рівнем моря транспортного засобу фіксується за допомогою супутникового вимірювального комплексу V-box.

Висота транспортного засобу над рівнем моря фіксується з метою врахування впливу поздовжнього профілю дороги на процес електродинамічного гальмування. Для розрахунку ухилу дорожнього полотна у поздовжньому напрямку необхідно визначити різницю висот над рівнем моря в момент початку та закінчення процесу електродинамічного гальмування. Ухил дорожнього полотна у поздовжньому напрямку визначається за залежністю:

$$i = \frac{h_1 - h_2}{l} \cdot 100\% \quad (2.4)$$

або

$$\alpha = \arctan\left(\frac{h_1 - h_2}{l}\right), \quad (2.5)$$

де i – кут поздовжнього ухилу дороги, %

h_1 – висота дороги над рівнем моря на початку ухилу, м

h_2 – висота дороги над рівнем моря в кінці ухилу, м

l – довжина ділянки дороги

α - кут поздовжнього ухилу дороги, °

2.2 Планування експерименту

Планування експерименту здійснюється з метою побудови та аналізу математичної моделі процесу електродинамічного гальмування, з тим, щоб з максимальною повнотою врахувати вхідні та вихідні характеристики процесу. При цьому доцільно використати представлення у вигляді “чорного ящика”. На даному етапі досліджень достатнім буде проведення двох факторного експерименту. Двохфакторний експеримент характеризується наявністю двох вхідних величин. Вхідними величинами вибрано початкову швидкість гальмування транспортного засобу та величину струму збудження. Ці параметри мають ключове значення при роботі системи електродинамічного гальмування та є одними з найбільш важливих. Функціями відклику приймаються значення сповільнення та кількість рекуперованої енергії, оскільки ці два показники повинні бути прогнозовані для забезпечення роботи системи управління електродинамічним гальмуванням. Таким чином завданням полягає у отриманні залежностей:

$$\begin{aligned} j &= f(V, I_{зб}), \\ E_M &= f(V, I_{зб}). \end{aligned} \quad (2.6)$$

Вхідні параметри є незалежними один від одного, сумісними, тобто усі комбінації факторів є здійсненними, ними можна керувати, вони діють на об'єкт дослідження, не є корельованими, тобто кожен фактор незалежно від іншого можна бути встановлений на будь-який рівень у відповідності до.

Натуральні величини факторів під час експерименту будуть варіюватися в певному інтервалі від максимального до мінімального значення. Тому прийнято три рівні варіювання факторів: максимальний, мінімальний та середнє значення.

Таким чином для експерименту доцільно використати матрицю нелінійного повного двофакторного експерименту.

З метою переносу початку координат в центр експерименту, необхідно провести кодування натуральних величин, таким чином, щоб у кодованому вигляді максимальне значення фактора відповідало +1, мінімальне – 1, а середнє – 0.

Для кодування натуральних величин X_i факторів варто скористатися наступною залежністю :

$$x_i = \frac{X_i - X_{i0}}{\Delta X_{i0}}, \quad (2.7)$$

де x_i - кодоване значення фактору;

X_{i0} - натуральне значення основного (нульового) рівня;

ΔX_{i0} - натуральне значення інтервалу варіювання.

$$\begin{aligned} X_{i0} &= \frac{X_{i\max} + X_{i\min}}{2}, \\ \Delta X_{i0} &= \frac{X_{i\max} - X_{i\min}}{2}. \end{aligned} \quad (2.8)$$

У таблиці 3.4 наведено фактори експерименту та їх інтервали варіювання.

Таблиця 2.4 – Рівні варіювання факторів

Фактори			Основний рівень (X_{i0})	Інтервал варіювання (ΔX_{i0})	Верхній рівень ($x_i = +I$)	Нижній рівень ($x_i = -I$)	Зіркова точка $+\alpha$ ($x_i = +1$)	Зіркова точка $+\alpha$ ($x_i = -1$)
Початкова швидкість гальмування	V	м/с	35	25	+1	-1	60	10
Струм збудження	$I_{зб}$	А	2,75	2,75	+1	-1	5	0,5

На основі попередніх досліджень встановлено, що залежності $j = f(V, I_{зб})$, $E_M = f(V, I_{зб})$ є не лінійними, тому застосовується нелінійну модель другого порядку.

Модель другого порядку, в загальному випадку, має вигляд :

$$\eta = \beta_0 + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_i x_i + \sum_{1 \leq i < j \leq k} \beta_{ij} x_i x_j + \sum_{1 \leq i \leq k} \beta_{ii} x_i^2. \quad (2.9)$$

де η - істинна величина функції відгуку;

$\beta_0, \beta_i, \beta_{ij}, \beta_{ii}$ - істинні значення коефіцієнтів;

k - кількість факторів.

У даному випадку, згідно залежності (2.9), наведеної вище, математична модель матиме наступний вигляд:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_V + \beta_2 x_{I_{зб}} + \beta_3 x_V x_{I_{зб}} + \beta_4 x_V^2 + \beta_5 x_{I_{зб}}^2. \quad (2.10)$$

Кількість членів математичної моделі рівне:

$$C = \frac{(k+1)(k+2)}{2}. \quad (2.11)$$

Кількість дослідів повинно бути не менше кількості членів математичної моделі. В даному випадку, при $k=2$, кількість членів математичної моделі становитиме 6.

Загальну кількість дослідів можна визначити за залежністю, запропонованою:

$$N = N_1 + 2k + n_0, \quad (2.12)$$

де N_1 - кількість дослідів в ядрі плану ($N_1 = 2^k, k = 2$);

$n_0 = 1$ - кількість дослідів в центрі плану;

$2k$ - кількість зіркових точок.

Провівши обрахунки встановлено, що під час експерименту необхідно провести 9 дослідів, що є більшим числа членів математичної моделі.

Для забезпечення можливості оцінювати коефіцієнти регресії незалежно один від одного необхідно, щоб план експерименту був ортогональним. З цією метою необхідно проводити досліди на відстані зоряного плеча α , яке визначається за залежністю:

$$\alpha^2 = \frac{\sqrt{(N_1 + 2k + n_0)N_1} - N_1}{2}. \quad (2.13)$$

Крім того, для забезпечення ортогональності, необхідно, щоб інформаційна матриця була діагональною. Це можна забезпечити застосувавши рівняння (2.10):

$$y = (\beta_0 + \lambda_2 \cdot (\beta_4 + \beta_5)) + \beta_1 x_V + \beta_2 x_{I_{36}} + \beta_3 x_V x_{I_{36}} + \beta_4 (x_V^2 - \lambda_2) + \beta_5 (x_{I_{36}}^2 - \lambda_2), \quad (2.14)$$

де $\lambda_2 = N^{-1} \sum_{u=1}^N x_{i_u}^2$ - середній квадрат значень будь-якого фактора.

Прийнявши позначення нових змінних та вільного члена:

$$\begin{aligned} x_i^2 - \lambda_2 &= x'_i, \\ (\beta_0 + \lambda_2 \cdot (\beta_4 + \beta_5)) &= \beta'_0 \end{aligned} \quad (2.15)$$

рівняння (2.14) набуде вигляду:

$$y = \beta'_0 + \beta_1 x_V + \beta_2 x_s + \beta_3 x_V x_s + \beta_4 x_V^2 + \beta_5 x_s^2. \quad (2.16)$$

Оскільки план експерименту є ортогональним, то коефіцієнти математичної моделі визначаються незалежно один від одного за залежностями, з урахуванням дублювання експерименту.

Дисперсії оцінок коефіцієнтів розраховуються за залежностями.

Розраховане значення G -критерію порівнюється з табличним залежно від рівня значимості α , числа степенів вільності $f = (n - 1)$ та кількості дослідів N . Якщо $G_{роз} < G_{табл}$ ряд вважається однорідним.

Дисперсія експерименту визначається за залежністю:

$$S_y^2 = \frac{\sum_{i=1}^N S_{\beta_i}^2}{N}. \quad (2.17)$$

Число степенів вільності:

$$f_1 = N \cdot (n - 1). \quad (2.18)$$

Гіпотеза щодо адекватності математичної моделі перевіряється за допомогою F -критерія Фішера:

$$F_{f_1; f_2}^{poz} = \frac{S_{неад}^2}{S_y^2}, \quad (2.19)$$

де $S_{неад}^2$ - дисперсія неадекватності, яка при рівномірному дублюванні дослідів, визначається за формулою:

$$S_{неад}^2 = n \cdot \sum_{u=1}^N (y_{up} - y_{иср.e})^2, \quad (2.20)$$

де $y_{up}, y_{иср.e}$ - функції відгуку в u досліді, відповідно розраховані по рівнянню регресії та визначені експериментально.

Гіпотеза щодо адекватності математичної моделі приймається у випадку, коли

$$F_{f_1; f_2}^{poz} \leq F^{табл}. \quad (2.21)$$

2.3 Опрацювання результатів експерименту

2.3.1 Службове гальмування

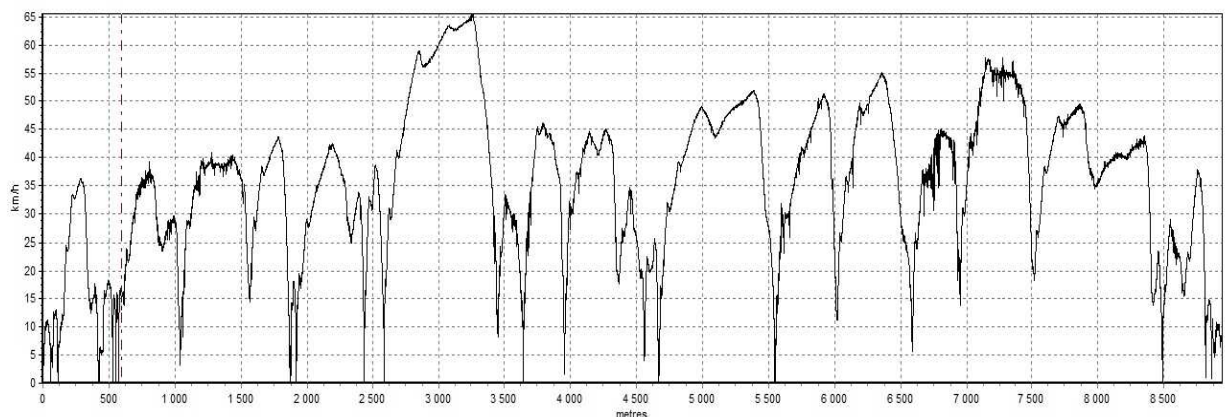
З метою оцінки ефективності системи рекуперативного гальмування проведено випробування, під час яких визначено значення сповільнення.

Випробування проводилися на злітно-посадковій смузі Луцького авіапідприємства, зі швидкостей 60, 35 та 10 км/год. При цьому були дотримані умови зазначені у III розділі дисертації. Результати реєструвалися в умовах реального часу показники зазначені в п. 2.1.2.

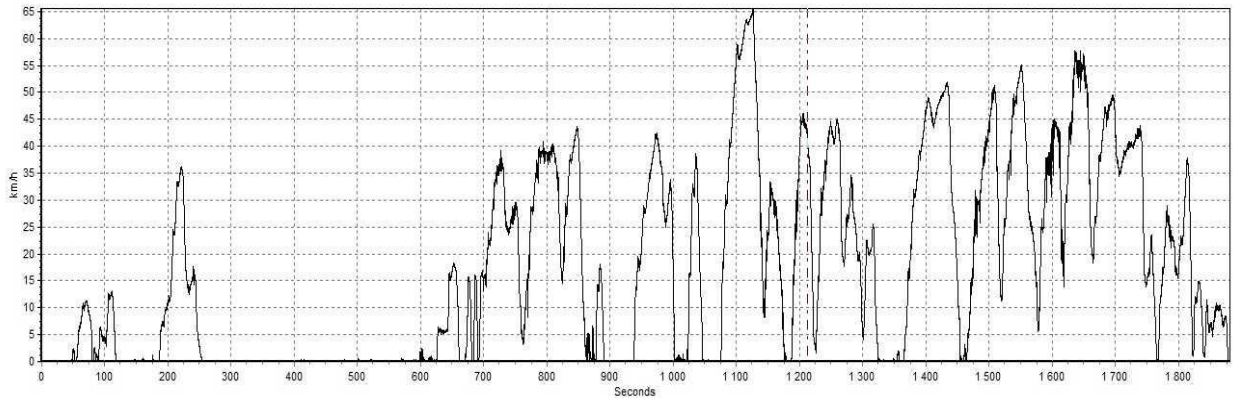
Для кожної швидкості було проведено по три заїзди.

Випробування проводилися наступним чином. Перед початком заїзду накопичувачі приводилися у початковий стан. Транспортний засіб розганявся до швидкості більшої на 5...10 км/год від нормативної. Після цього автомобіль переводився в режим вибігу. При досягненні нормативної швидкості початку гальмування, водій натискав педаль гальм, задіюючи лише електричну складову гальмівної системи. Гальмування автомобіля здійснювалося до повної зупинки. Коли закінчувалася дія електричного складника гальмівної системи, педаль гальм натискалася до кінця, таким чином повна зупинка транспортного засобу забезпечувалася механічним складником гальмівної системи.

В результаті випробувань отримано показники, які зведено у таблицях 2.5, 2.6 та 2. Окрім того на рис. 2.7 та 2.8 зображено фрагменти осцилограм, отримані в результаті випробувань.



а)



б)

Рисунок 2.7 — Запис осцилограми, записаної під час випробувань при русі : а — запис швидкості на ділянці шляху; б — коливання швидкості в часі

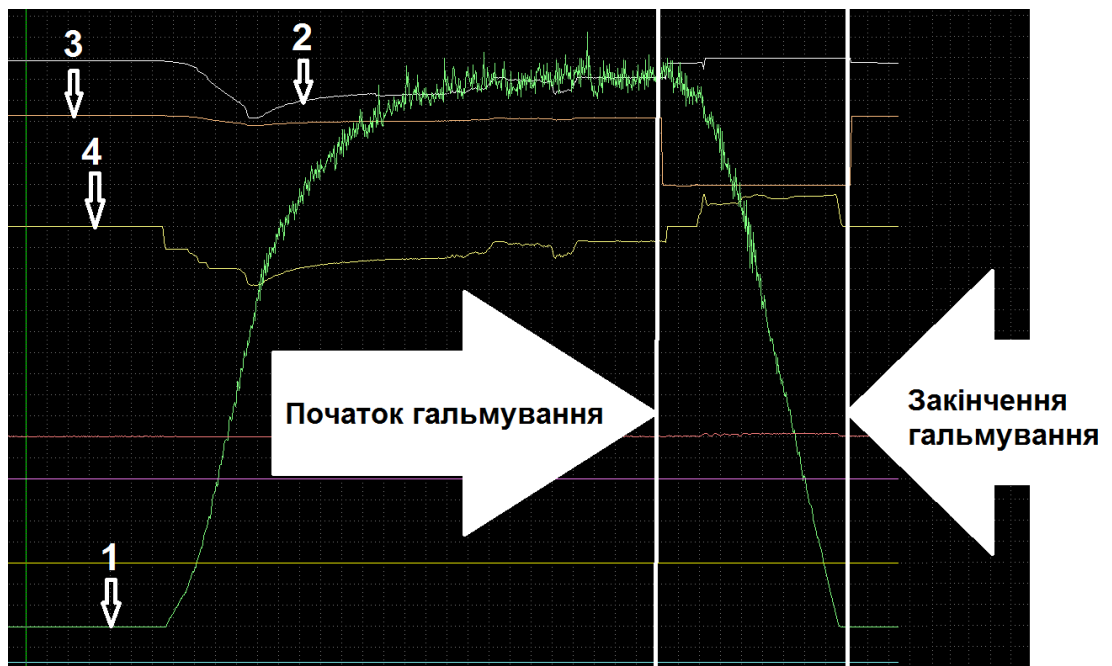


Рисунок 2.8 – Запис осцилограми, записаної під час здійснення експерименту – реєстрація електричних та швидкісних характеристик. Умовні позначення: 1– швидкість, км/год; 2 – напруга, В; 3 – змінник подій; 4 – сила струму, А

Таблиця 2.5 – Результати експериментальних даних по ефективності системи рекуперативного гальмування, при передатному числі трансмісії

$$u_{mpe}=5,5$$

№ з/п	V , км/ГОД	$I_{зб}$, А	j_1 , м/с ²	j_2 , м/с ²	j_3 , м/с ²	j_{cp} , м/с ²
1	60	5	1	0,9	1,03	0,977
2	60	0,5	0,6	0,8	0,7	0,7
3	10	5	0,8	0,7	0,72	0,74
4	10	0,5	0,35	0,27	0,31	0,31
5	60	2,75	0,85	0,79	0,81	0,817
6	10	2,75	0,41	0,43	0,39	0,41
7	35	5	0,74	0,71	0,73	0,727
8	35	0,5	0,45	0,52	0,41	0,46
9	35	2,75	0,6	0,68	0,69	0,657

Таблиця 2.6 – Результати експериментальних даних по ефективності системи рекуперативного гальмування, при забезпеченні регульованого процесу, при передатному числі трансмісії $u_{mpe}=11,87$

№ з/п	V , км/ГОД	$I_{зб}$, А	j_1 , м/с ²	j_2 , м/с ²	j_3 , м/с ²	j_{cp} , м/с ²
1	60	5	2	2,02	1,98	2
2	60	0,5	1,7	1,6	1,55	1,617
3	10	5	0,84	0,82	0,86	0,84
4	10	0,5	0,52	0,51	0,48	0,503
5	60	2,75	1,8	1,7	1,75	1,75
6	10	2,75	0,61	0,63	0,69	0,643
7	35	5	1,71	1,72	1,60	1,68
8	35	0,5	1,21	1,24	1,33	1,26
9	35	2,75	1,3	1,28	1,32	1,3

Таблиця 2.7 – Результати експериментальних даних по енергоефективності системи рекуперативного гальмування, при забезпеченні регульованого процесу, при передатному числі трансмісії $u_{mpe}=11,87$

№ з/п	V , км/год	$I_{зб}$, А	E_{m1} , кДж	E_{m2} , кДж	E_{m3} , кДж	$E_{m.cp}$, кДж
1	60	5	39,5	38,9	40,2	39,53
2	60	0,5	24,3	22,7	23,9	23,63
3	10	5	10,2	10,3	10,8	10,43
4	10	0,5	3,4	4,1	3,7	3,733
5	60	2,75	32,9	34,1	33,1	33,37
6	10	2,75	5,9	7,1	6,8	6,6
7	35	5	28,2	30,1	29,5	29,27
8	35	0,5	17,9	18,8	19,3	18,67
9	35	2,75	25,4	23,9	24,7	24,67

Висновки по розділу 2

1. Виконано методику дослідження ефективності рекуперативного гальмування, шляхом застосування методу математичного планування експерименту з отриманням математичних моделей багатofакторного взаємоз'язку кінцевих показників дослідження – прискорення j та рекуперованої енергії E_p , з початковими факторами – початкової швидкості гальмування V та струмом що збуджує $I_{зб}$.

2. Виконано серію експериментальних досліджень ефективності рекуперативного гальмування на гібридній фізичній моделі НСУ-2, за результатами експериментальних досліджень створено математичні моделі для визначення прискорень та об'єму питомої рекуперованої енергії.

3. Регресивні рівняння перевірялись за критерієм Фішера і є адекватними, також спираючись на результати оцінювання невизначеності з імовірністю 92 % отримані рівняння є адекватними.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

3.1 Мета й завдання експериментальних досліджень

Метою експериментальних досліджень був вимір параметрів робочих процесів функціонування пневмопривода РГС САП і зіставлення їх з діагностичними параметрами при імітації дефектів різного ступеня розвитку на силовому роликовому гальмовому стенді німецької фірми «МАНА» IW 7 Eurosystem (додаток) для оцінки впливу несиметрії гальмових сил по бортах на механізм складання САП.

При виконанні експерименту були вирішені наступні завдання:

1. Обмірювані параметрів робочих процесів функціонування РГС САП при імітації дефектів різного ступеня розвитку, які викликають несиметрію дії гальмових сил по бортах САП;

2. Практично обґрунтований механізм формування гальмових сил по бортах САП, що враховує «небезпечні» факторів виникнення ДТП;

3. Обґрунтовано структуру засобів технічного забезпечення досліджуваного завдання;

4. Розроблено методику рішення завдань попередження причин ДТП за участю САП при гальмуванні й обґрунтоване припустиме по БДР технічний стан по факторах для пневмопривода кожного колеса САП;

5. Розроблено методику стендового контролю технічного стану пневмоприводів гальмових механізмів САП й обробки експериментальної оцінки властивостей.

3.2 Натурний експеримент для випробування методики

Відповідно до методики контролю, установленної ДСТУ 33997-2016 і планом організації експериментального дослідження технічного стану РГС САП на силовому роликовому гальмовому стенді IW 7 Eurosystem (рисунки 3.1 і 3.2) зроблений вимір 22 САП у складі тягача Scania R 114 LA 4x2 LA 340 SLA і напівпричепа Schmitz Cargobull SPR 24» (додаток).

Відповідно до отриманого протоколу перевірки технічного стану САП Scania R 114 LA 4x2 LA 340 SLA VIN № 9BSR4X20003592673 і напівпричепа

Schmitz Cargobull SPR 24 VIN № WSM00000003146303 (додаток 4) на ЛТК, за допомогою програмного забезпечення IW 7 Eurosystem, підтверджено, що для випробування представлений САП зі справною РГС.



Рисунок 3.1 - Станція технічного обслуговування Центра «Автоексперт» із силовим роликовим гальмовим стендом IW 7 Eurosystem



Рисунок 3.2 - Установка передньої осі тягача Scania R 114 LA 4x2 LA 340 SLA на силовому роликовому гальмовому стенді IW 7 Eurosystem

Через те, що дані протоколу технічного стану не суперечили значенням

параметрів процесів, установлених у нормативно-технічній документації, перераховані нижче графіки робочих процесів, отримані за допомогою штатних і розширених можливостей стенда, для зазначений САП, були прийняті за еталонні (на рисунках 3.3-3.6 представлені графіки для осей САП, інші дані наведені в додатку 1).

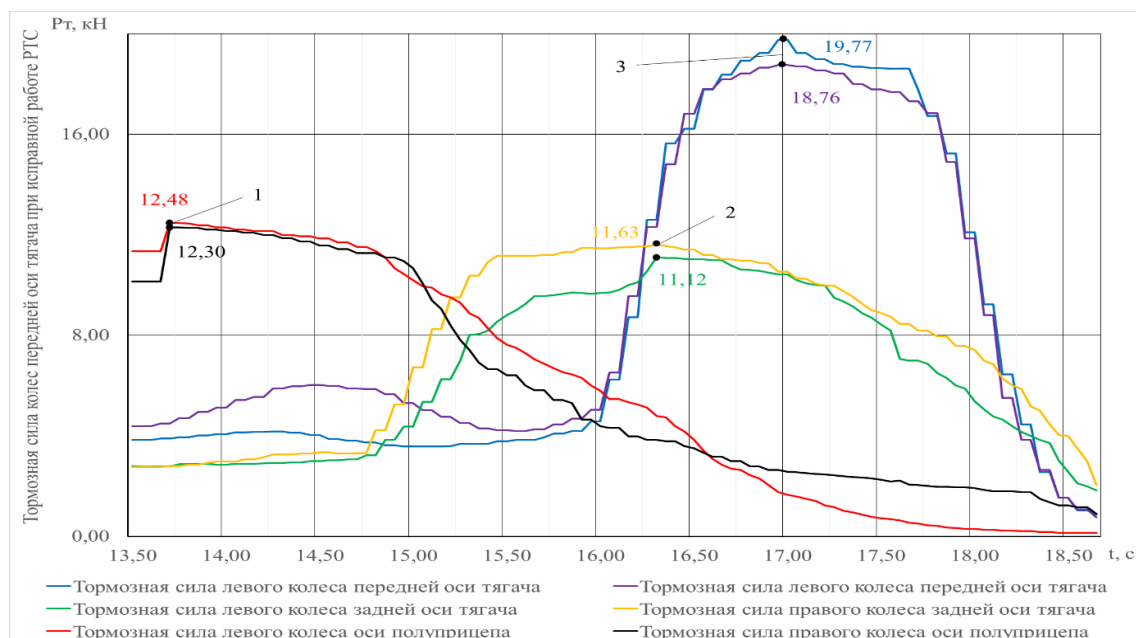


Рисунок 3.3 - Осцилограма залежності гальмових сил коліс САП від часу при гальмуванні справної РГС

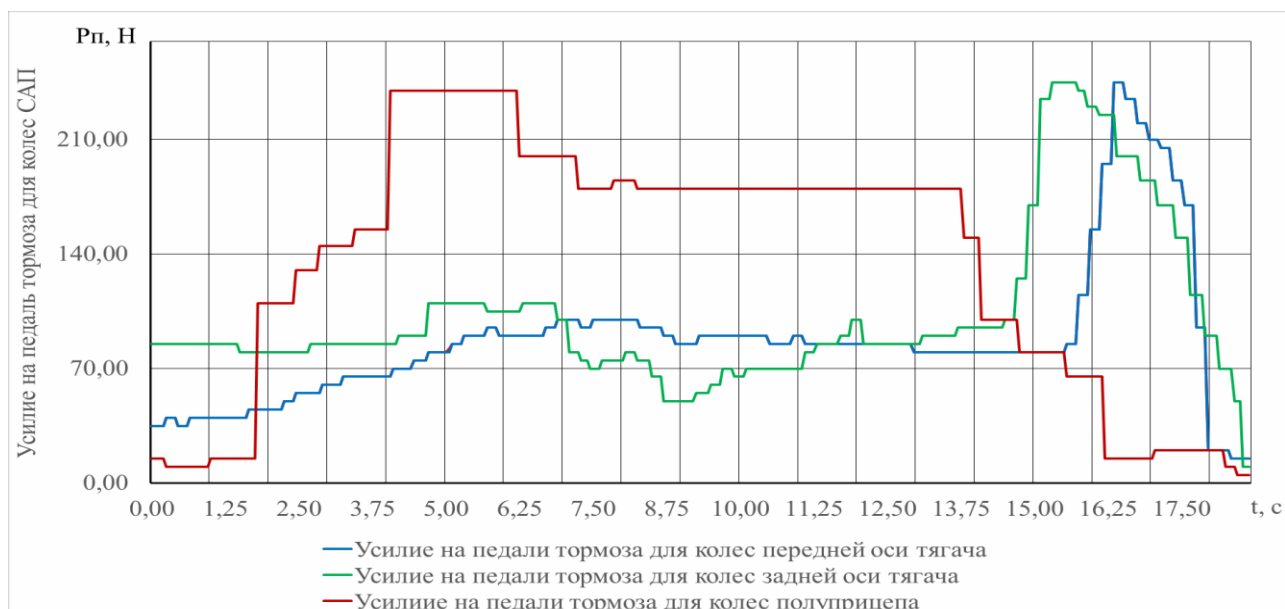


Рисунок 3.4 - Осцилограма залежності зусилля на педаль гальма при дії на колеса САП від часу при гальмуванні справної РГС

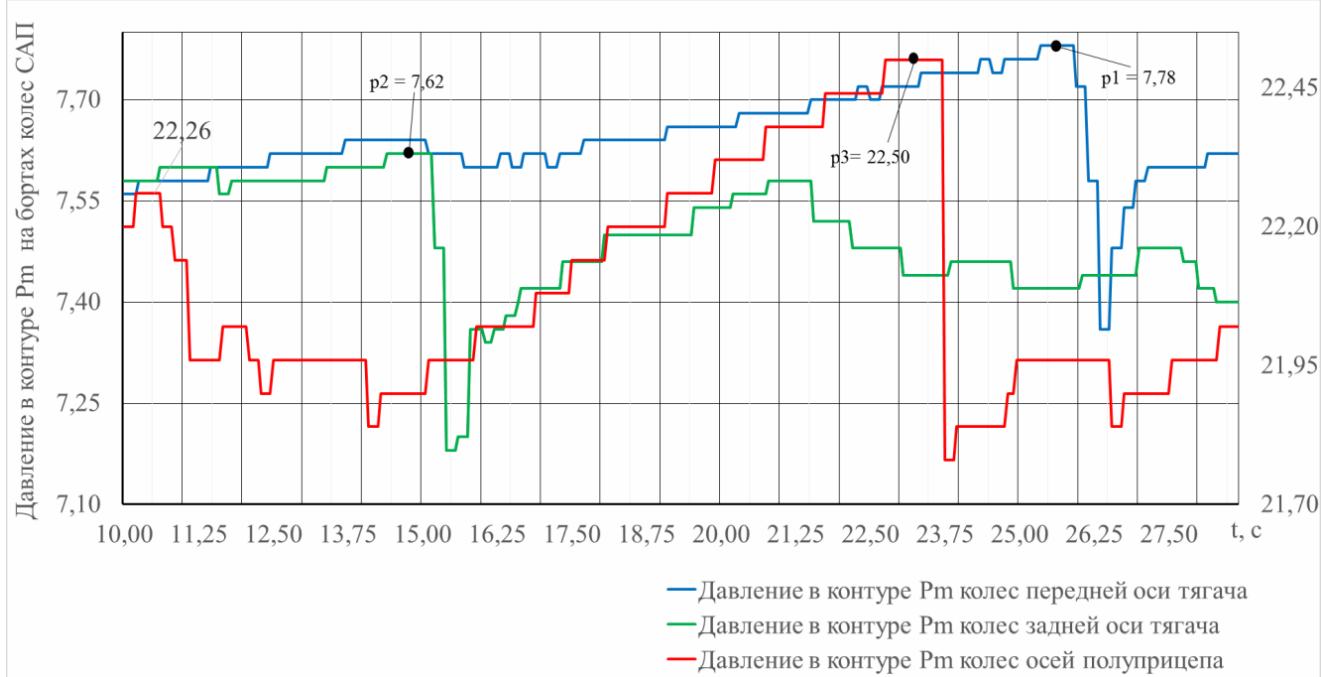


Рисунок 3.5 - Осцилограма залежності тиску в гальмовому контурі коліс САП від часу при гальмуванні справної РГС

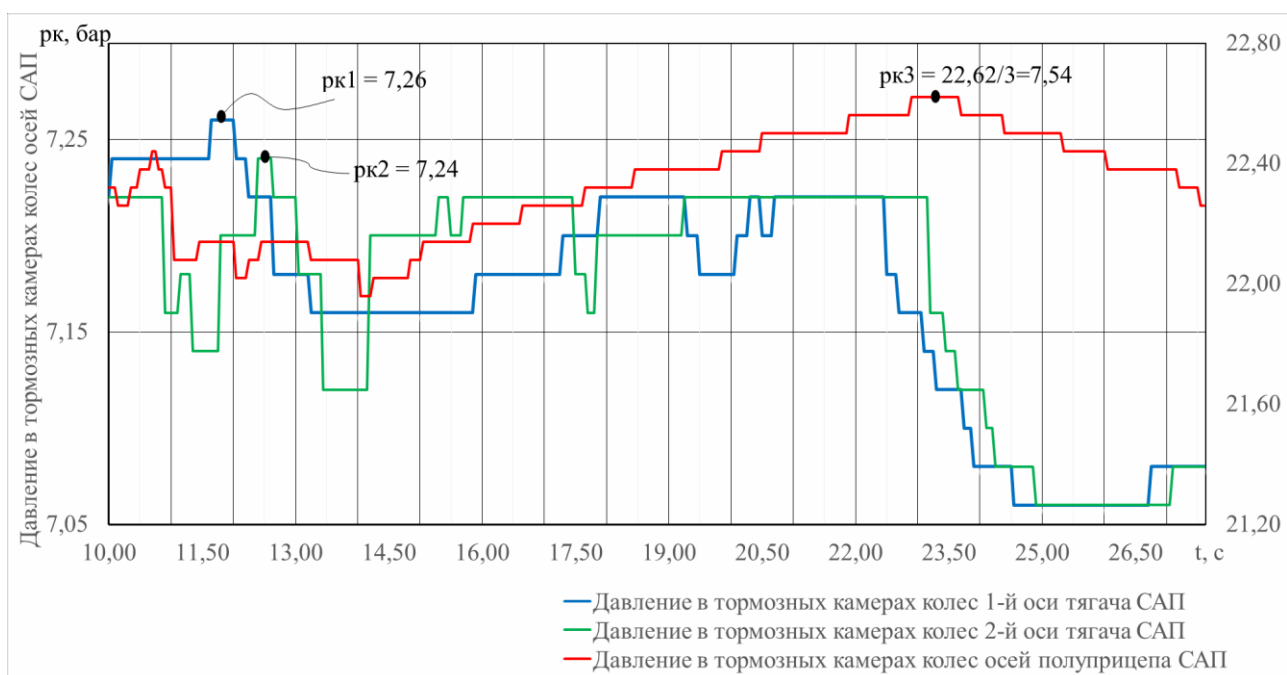


Рисунок 3.6 - Осцилограма залежності тиску в гальмових камерах коліс САП від часу при гальмуванні справної РГС

За стандартною методикою отримані:

- графіки виміру гальмової сили для лівого й правого коліс вимірюваних осей тягача й напівпричепа;

- графіки виміру зусилля на педаль для лівого й правого коліс вимірюваних осей тягача й напівпричепа;

Розширена комплектація гальмового стенда пневматичними радіодатчиками тиску з передачею інформації в вимірювально- обчислювальний комплекс по радіоканалах дозволили одержати дані недоступні оцінці діагностів раніше, які після обробки дозволили побудувати графіків параметрів робочих процесів, що несуть значиму діагностичну інформацію про технічний стан РГС у цілому, кожної її ділянки й гальмових механізмів:

- графіки виміру тиску в контурі для лівого й правого коліс вимірюваних осей тягача й напівпричепа;

- графіки виміру тиску в гальмовій камері для лівого й правого коліс вимірюваних осей тягача й напівпричепа.

Натурний експеримент проведений відповідно до представленого нижче планом (рисунок 3.7)

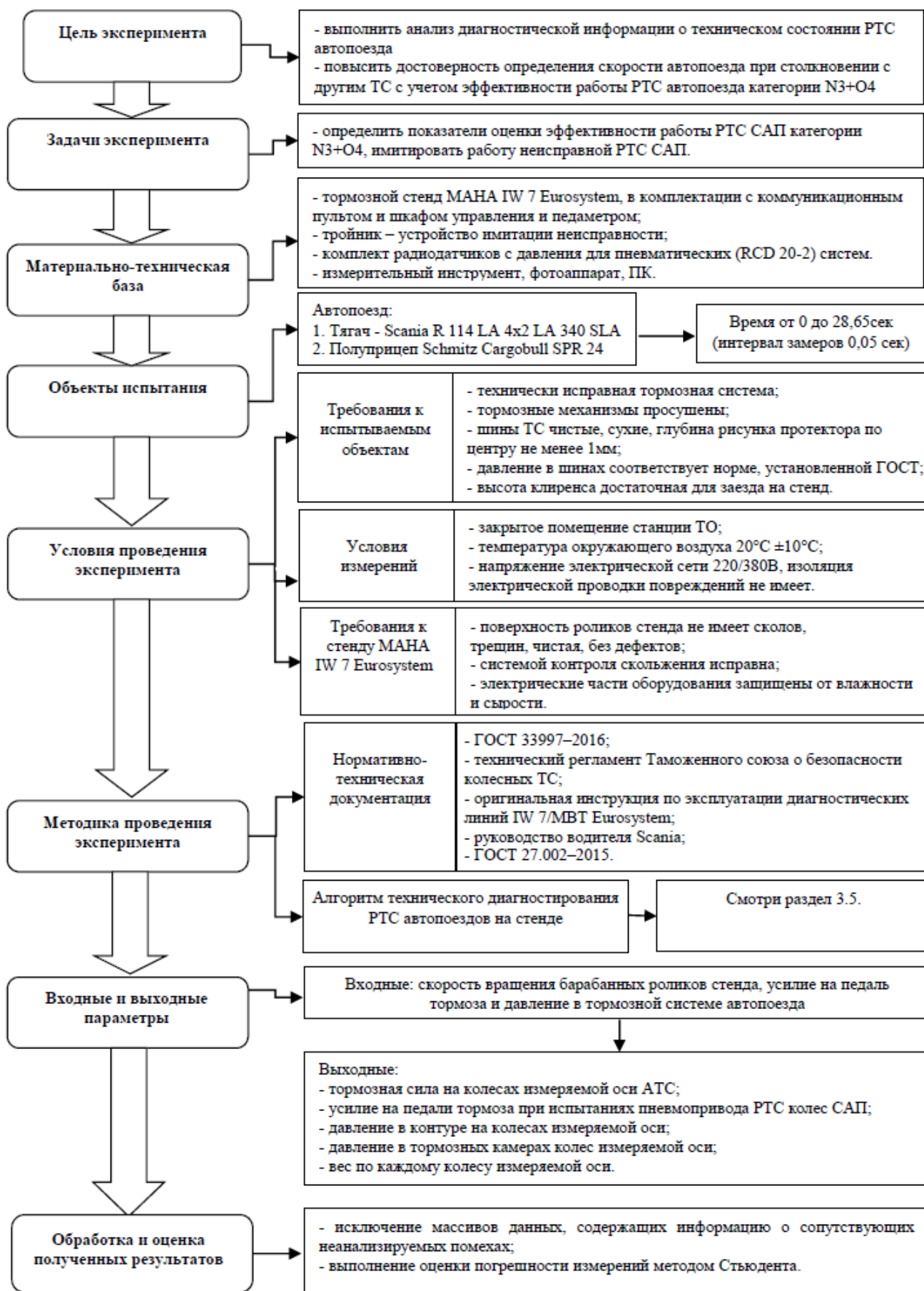


Рисунок 3.7 - План організації експериментального дослідження

1. У зв'язку з неприпустимістю внесення в конструкцію експлуатованих

САП свідомо привнесених несправностей було ухвалене рішення при проведенні експерименту імітувати витік повітря робочого тіла пневмопривода РГС за допомогою зовнішнього підключення до контрольних крапок відповідних магістралей пристрою імітації несправності й контролю падіння тиску на ділянці. Цей пристрій являє собою трійник (рисунок 5 додатка 1), вхід якого має спеціальний виступ для натискання клапана контрольного виводу пневмопривода на ділянці магістралі: перший вивід призначений для підключення датчика тиску з передачею радіосигналу на пульт керування ЛТК, другий вивід призначений для підключення кульового крана для імітації витіку повітря із системи.

2. При підключенні пристрою із закритим краном, тобто імітуючи справну систему, виявлено, що отримані для ділянок магістралі пневмопривода значення діагностичних параметрів відповідають параметрам робочих процесів, отриманим у першій частині експерименту, тобто на справному САП.

3. Відповідно до раніше прийнятої методики перевірки задали витік, при якій попередньо наведена в нормальний робочий стан РГС (тобто тиск по манометрі в кабіні водія й з датчика P_m на виході з компресора рівнялося 0,6 Мпа) протягом 15 хв. При виключеному двигуні значення тиску знизилася до 0,55 Мпа, тобто на 0,05 Мпа й провели по черзі випробування всіх осей тягача й напівпричепа. Отримані графіки відповідають діагностичним параметрам нижньої межі параметрів припустимих до регулювання.

4. При збільшенні прохідного перетину крана, що забезпечує витік стисненого повітря до тиску на ділянці РГС від компресора до гальмового крана при включеному гальмі до значень тиску від верхньої 0,55 Мпа границі до нижньої границі 0,42 Мпа, ми одержали діапазон діагностичних параметрів, що відповідають значенням параметрів технічного стану, при яких необхідні проведення ремонтних і регулювальних робіт.

5. Значення діагностичних параметрів при витіках, що характеризуються тиском у системі від 0 до 0,4 Мпа, однозначно свідчать про несправності пневматичного гальмового привода й необхідності припинення експлуатації до виконання ремонтних робіт й усунення несправностей.

Примітка: методика є універсальною для автомобілів і тягачів з

напівпричепами (причепами), обладнаних пневматичним і пневмогідравлічними приводами робочої й стояночної гальмових систем незалежно від того чи обладнані зазначені АТЗ електронними системами ABS, ESP, EBS. Границі діапазонів діагностичних параметрів необхідно встановлювати відповідно до технічної документації на конкретну модель ТЗ. Крім того, значення зазначених діапазонів, як правило, є на контрольному манометрі на панелі приладів водія.

6. У випадку якщо значення параметра робочого процесу датчика P_m перевищує для випробуваного АТЗ верхню границю робочого діапазону (зеленої зони) по манометрі на панелі приладів водія, то перед проведенням контрольних-діагностичних робіт необхідно усунути несправність в обмежники тиску пневмопривода.

7. У результаті проведеного експерименту отримані зведені графіки робочих процесів, які для різного технічного стану пневмопривода РГС САП у режимі реального часу характеризують їхню відповідність діагностичним параметрам конкретного діапазону на ділянці, що перевіряється. Це дозволило:

- дати загальну характеристику технічного стану пневмопривода РГС САП;
- локалізувати ділянку, на якій система не герметична;
- дати рекомендацію про необхідність проведення технічного впливу системи – регулювання або ремонту конкретної ділянки магістралі або гальмового механізму.

Таким чином, були проведені стендові випробування по 22 САП у складі тягача й напівпричепа (додаток 4), за результатами яких отримані параметри робочих процесів функціонування пневмопривода РГС САП, що дозволяють обґрунтувати припустиме по БДР його технічний стан.

Дані експериментальних досліджень по параметрах робочих процесів функціонування РГС САП представлені в таблицях 3.1-3.6, а також на рисунках 3.3-3.6 представлені осцилограми для кожного колеса САП, інші дані по САП наведені в додатку 1. Виконана оцінка погрішності отриманих даних методом Стюдента показує адекватність обмірюваних даних, основні результати наведені в додатку 6.

стендових випробувань коліс передньої осі тягача автопоїзда при справній РГС

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. вим.	Математична залежність	Номінальне значення	Діапазони діагн. в	Змін. знач-я
1	Гальмова сила коліс вимірюваної осі: -ліве колесо	кН	$P_T(t)$	21,0	21,0-17,0-зел; 17,0-9,0-ж; 9,0-0-до	19,77 18,76
2	Зусилля, що прикладає до органа керування робочої гальмової системи: -ліве колесо - праве колесо	Н	$P_{п}(t)$	245	245-зел; 257-ж; 266-до;	245 245
3	Тиск у контурі на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p(t)$	0,60-0,81	0,60-0,81-зел; 0,42-0,55-ж; 0,55-0,60-ж; 0-0,42-до; 0,81-1,25-до.	0,778 0,778
4	Тиск в гальмових камерах на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p_k(t)$	0,6-0,81	0,60-0,81-зел; 0,42-0,55-ж; 0,55-0,60-ж; 0-0,42-до; 0,81-1,25-до.	0,726 0,726

Примітка: зел. - діапазон діагностичних параметрів, що відповідає справній РГС, ж - діапазон діагностичних параметрів, що відповідає технічному стану, при якому необхідне проведення регулювальних робіт, до – діапазон діагностичних параметрів, що відповідає необхідності проведення ремонтних робіт

Таблиця 3.2 – Виміру параметрів робочих процесів РГС САП за результатами стендових випробувань коліс передньої осі тягача при несправній РГС

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. вим.	Математична залежність	Номінальн е значення	Діапазони діагн. пар-в	Змін. знач-я
1	Гальмова сила коліс вимірюваної осі: - ліве колесо - праве колесо	кН	$P_T(t)$	21,0	21,0-17,0-зел; 17,0-9,0-ж; 9,0-0-до	18,19 15,53

2	Зусилля, що прикладає до органа керування робочої гальмової системи: - ліве колесо - праве колесо	Н	$R_p(t)$	245	245-зел; 257-ж; 266-до;	100
3	Тиск у контурі на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p(t)$	0,60–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,85 0,85
4	Тиск в гальмових камерах на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p_k(t)$	0,60–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,782 0,782

Таблиця 3.3 – Вимір параметрів робочих процесів гальмової системи САП за результатами стендових випробувань коліс задньої осі тягача автопоїзда при несправній РГС

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. вим.	Математична залежність	Номинальне значення	Діапазони діагн. пар - в	Зм. знач-я
1	Гальмова сила коліс вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	кН	$P_T(t)$	12,00	12,0– 9,0-зел; 9,0–4,0-ж; 4,0–0-до	8,83 10,59
2	Зусилля, що прикладає до органа керування робочої гальмової системи: -ліве колесо - праве колесо	Н	$R_p(t)$	245	245-зел; 257-ж; 266-до;	300 300

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. вим.	Математична залежність	Номинальне значення	Діапазони діагн. пар - в	Зм. знач-я
3	Тиск у контурі на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p(t)$	0,6–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до;	0,804 0,804
4	Тиск в гальмових камерах на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p_k(t)$	0,60–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,103 0,110

Таблиця 3.4 – Вимір параметрів робочих процесів гальмової системи автопоїзда за результатами стендових випробувань коліс задньої осі тягача автопоїзда при справній РГС

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. вим.	Математична залежність	Номинальне значення	Діапазони діагн. пар-в	Зм. знач-я
1	Гальмова сила коліс вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	кН	$P_T(t)$	12,00	12,0-9,0-зел; 9,0-4,0-ж; 4,0-0-до	11,12 11,63
2	Зусилля, що прикладає до органа керування робочої гальмової системи: -ліве колесо - праве колесо	Н	$P_p(t)$	245	245-зел; 257-ж; 266-до;	245 245
3	Тиск у контурі на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p(t)$	0,6–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,764 0,764
4	Тиск в гальмових камерах на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p_k(t)$	0,60–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,724 0,724

Таблиця 3.5 – Вимір параметрів робочих процесів гальмової системи автопоїзда за результатами стендових випробувань коліс осі напівпричепа при справній РГС

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. вим.	Математична залежність	Номинальне значення	Діапазони діагн. пар-в	Зм. знач-я
1	Гальмова сила коліс вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	кН	$P_T(t)$	7,0	7,0-4,0-зел; 4,0-2,0-ж; 2,0-0-до	4,16 4,10
2	Зусилля, що прикладає до органа керування робочої гальмової системи: - ліве колесо - праве колесо	Н	$P_p(t)$	245	245-зел; 257-ж; 266-до;	150 150
3	Тиск у контурі на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p(t)$	0,6–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,75 0,75
4	Тиск в	МПа	$p_k(t)$	0,60–0,81	0,60–0,81-зел;	

	гальмових камерах На колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо				0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,754 0,754
--	---	--	--	--	---	----------------

Таблиця 3.6 – Вимір параметрів робочих процесів гальмової системи автопоїзда за результатами стендових випробувань коліс осі напівпричепа при несправній РГС

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. вим.	Математична залежність	Номінальне значення	Діапазони діагн. пар-в	Зм. знач-я
1	Гальмова сила коліс вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	кН	$P_T(t)$	7,0	7,0– 4,0-зел; 4,0-2,0-ж; 2,0-0-до	3,79 4,35
2	Зусилля, що прикладає до органа керування робочої гальмової системи: -ліве колесо - праве колесо	Н	$P_p(t)$	270	245-зел; 257-ж; 266-до;	205 205
3	Тиск у контурі на колесах вимірюваної осі:	МПа	$p(t)$	0,6-0,81	0,60-0,81-зел; 0,42-0,55-ж; 0,55-0,60-ж;	

№ п/п	Вимірюваний параметр робочого процесу	Од. изм.	Математична залежність	Номінальне значення	Діапазони діагн. пар-в	Зм. знач-я
3	-ліве колесо - праве колесо				0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,69 0,69
4	Тиск в гальмових камерах на колесах вимірюваної осі: -ліве колесо - праве колесо	МПа	$p_k(t)$	0,60–0,81	0,60–0,81-зел; 0,42–0,55-ж; 0,55–0,60-ж; 0–0,42-до; 0,81–1,25-до.	0,692 0,102

За результатами експерименту визначені діапазони значень різних технічних станів пневмопривода РГС САП, які характеризують припустиме по БДР технічний стан по факторах для пневмопривода кожного колеса САП і дозволяють ухвалити рішення щодо необхідності, складу й видах робіт із приведення, у випадку доцільності, цих параметрів у діапазони, що відповідають справному стану.

На основі проведених досліджень практично обґрунтована структура засобів технічного забезпечення досліджуваного завдання.

3.3 Структура засобів технічного забезпечення досліджуваного завдання

Структура засобів технічного забезпечення досліджуваного завдання складається з діагностичної лінії німецької фірми «МАНА» із пневматичними радіодатчиками тиску стисненого повітря й трійника, використовуваного для імітації витоків стисненого повітря в елементах пневмопривода РГС САП.

Для експерименту в нашому дисертаційному дослідженні були проаналізовані характеристики технічних засобів діагностування гальмових систем німецької фірми «МАНА», російських фірм «ГАРО», «ОТМЕТКА» і приладу для дорожніх випробувань ЕФЕКТ - 2. У результаті порівняння технічних можливостей, опцій і програмного забезпечення, для проведення експериментального дослідження ми зупинили вибір на силовому роликовому гальмовому стенді «МАНА» IW 7 Eurosystem. Обраний засіб оснащений радіопультом дистанційного керування з комплектом пневматичних радіодатчиків тиску, що забезпечують подачу радіосигналів на АІВК, дистанційно з найменшим кроком дискретизації сигналів реєстрації вимірюваних параметрів, що дозволяє визначити параметри з високим ступенем точності. Такі технічні характеристики дозволяють оцінювати функцію тиску, що змінюється в часі, у кожній ділянці контурів РГС САП (рисунки 3.8 й 3.9) і визначити оціночні показники, необхідні для рішення дисертаційного завдання - такі як зусилля на органі керування, гальмову силу, тиск у гальмових контурах і гальмових камерах, навантаження в процесі гальмування й все це виконати для кожного колеса вимірюваної осі САП, тобто в одному гальмуванні фіксувати зміна динаміки параметрів робочих процесів пневмопривода кожного окремого колеса САП у часі. При проведенні діагностування на таких видах стендів забезпечена безпека.

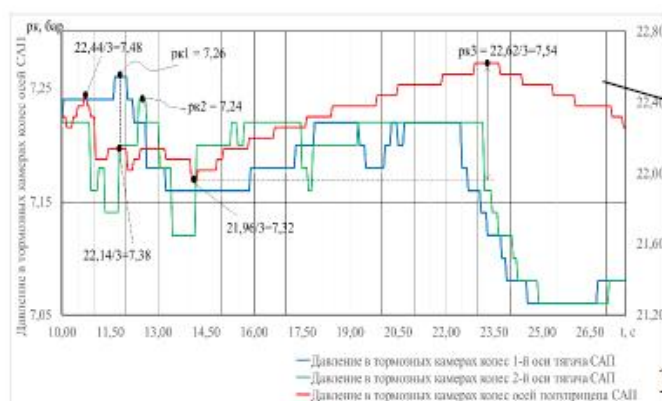


Рисунок 3.8 – Осцилограма залежності тиску в гальмових камерах коліс від часу при гальмуванні справної РГС САП

Рисунок 3.9 – Пневматичний радіодатчик тиску

де: 1 – гальмова камера колеса САП із пневматичним радіодатчиком тиску.

За рисунком 3.8 можна встановити черговість спрацьовування осей САП при гальмуванні: першими спрацьовують осі напівпричепа й потім осі тягача симетрично по бортах, щовиключає його складання й сприяє підвищенню стійко-сті. Величина значень тиску в гальмових камерах коліс САП і послідовність спрацьовування гальмових механізмів коліс осей свідчать про справне функціонування пневмопривода РГС САП.

3.4 Розробка методики рішення завдань попередження причин складання САП й обґрунтування припустимого по БДР технічного стану по факторах для пневмопривода кожного колеса САП

Знаючи можливі несправності пневмоприводів гальмових систем САП і фактори витоків повітря із пневмопривода РГС САП, а також можливості виявлення несправностей, можна розрахувати параметри робочих процесів функціональних елементів пневмопривода РГС САП і припустимого по БДР технічного стану по факторах для пневмопривода кожного колеса САП.

Параметри робочих процесів РГС САП, які на сьогоднішній день контролюються можуть бути в діапазоні несправної роботи.

Для розрахунку тиску стисненого повітря при витоках необхідно визначити ефективну площу перетину витоків, що може бути розрахована:

$$f_y dt = \frac{V_1 dp_i}{k\gamma \left(\frac{p_a}{p_i}\right) K \sqrt{RT_1 p_i}} \quad (3.1),$$

де: l_k - довжина гальмового контуру пневмопривода РГС САП, м; Δt_i - величина кроку інтегрування; p_a - атмосферний тиск, МПа, d - діаметр прохідного отвору трубопроводу, м; T_1 - температура повітря в гальмовій камері, К;.

$$\text{при: } V = \frac{\pi d_1^2}{4} \cdot l_k \text{ и } l_k = \frac{4V}{\pi d_1^2}.$$

З урахуванням рівняння 3.1 перепад тиску в робочій порожнині гальмової камери колеса при зовнішніх витоках пропонується визначати:

$$\dot{p}_i = \frac{k}{x_0 + x_1} \left(\frac{f_{\text{вх}} K \sqrt{RT_K}}{F} \left[p_K \gamma \left(\frac{p_i}{p_K} \right) - p_{i-1} \frac{f_y}{f_{\text{вх}}} \sqrt{\frac{T_1}{T_K}} \gamma \left(\frac{p_a}{p_i} \right) \right] - p_{i-1} \cdot \dot{x}_{i-1} \right) \cdot \Delta t_i \quad (3.2),$$

де: x_0 - вихідне положення штока діафрагми гальмової камери i -го колеса САП.

Проінтегровувавши рівняння (3.1) за часом пропонується визначати час наповнення робочої порожнини гальмової камери колеса при зовнішніх витоках:

$$t = \frac{V}{k f_{\text{вх}} K \sqrt{RT_1}} \int_{\sigma'_i}^{\sigma''_i} \frac{d\sigma}{p_K \gamma(\sigma) - \sigma \frac{f_y}{f_{\text{вх}}} \sqrt{\frac{T_1}{T_K}} \gamma \left(\frac{p_a}{p_i} \right)} \quad (3.3),$$

де: σ_a - безрозмірний атмосферний тиск; p'_i , p''_i - початкове й кінцеве значення тиску в робочій порожнині гальмової камери i -го колеса САП при гальмуванні, МПа; σ'_i , σ''_i - відношення початкового й кінцевого значення тиску.

$$\text{при: } p_i = \frac{p'_i + p''_i}{2}, \sigma = \frac{p}{p_K}, \sigma'_i = \frac{p'_i}{p_K}, \sigma''_i = \frac{p''_i}{p_K}, \sigma_a = \frac{p_a}{p_K}.$$

Пропонована методика розрахунку параметрів робочих процесів пневмопривода дозволяє виконати оцінку внутрішніх параметрів робочих процесів РГС САП: витоку стисненого повітря в пневмоприводі, перепад тисків в елементах пневмопривода РГС САП, вплив довжини гальмових контурів, час наповнення робочої порожнини елементів, що розраховують, пневмопривода гальмових систем САП при зовнішніх витоках, що є першопричинами, що викликають бортову несиметрію дії гальмових сил на колесах САП й як наслідку ДТП у результаті їхнього складання. Розрахунок й оцінка важкодоступних параметрів робочих процесів функціонування пневмоприводів РГС САП й обґрунтування механізму формування гальмових сил по бортах САП дозволить попередити причини виникнення ДТП, пов'язані з несправним технічним станом РГС САП.

Таким чином, знаючи «небезпечні» фактори, з обліком поточного технічного стану РГС тягача й напівпричепа, з'являється інструмент запобігання причин, що викликають складання САП.

3.5 Розробка методики стендового контролю технічного стану пневмоприводів гальмових механізмів САП й обробки експериментальної оцінки властивостей

З метою виміру параметрів робочих процесів функціонування й оцінки технічного стану пневмопривода РГС САП у складі тягача Scania

R 114 LA 4x2 LA 340 SLA і напівпричепи Schmitz Cargobull SPR 24 на підставі проведеного експерименту розроблена методика стендового контролю технічного стану пневмоприводів гальмових механізмів САП й обробки експериментальної оцінки властивостей:

1. Чистий тягач і напівпричіп, із чистими й сухими шинами допускається до в'їзду на лінію технічного контролю.

2. Перед проведенням вимірів необхідно перевірити відповідність шин вимогам ДСТУ 33997-2016:

2.1 Перевірити тиск у кожній шині й довести до значення, зазначеного в інструкції для експлуатації автопоїзда;

2.2 Перевірити щоб на першій вимірюваній осі були шини з однаковим малюнком протекторів;

2.3 Перевірити щоб глибина малюнка протектора відповідала вимогам ДСТУ 33997-2016 для даного типу ТЗ;

3. Перевірити по манометрі (рисунок 3.11) РГС значення тиску в пневмоприводі гальмової системи при працюючому двигуні;

3.1 Довести тиск у пневмоприводі РГС до значення, початку діапазону параметра робочого процесу, що відповідає справному технічному стану РГС ТЗ;

4. Випробування на силовому роликовому гальмовому стенді кожної осі автопоїзда:

4.1 Установити радіодатчики тиску (RCD 20-2) для пневматичних систем на контрольні виводи пневмопривода контурів РГС, що забезпечують тиском конкретну ось, що перевіряється, а також датчик Pm на контрольний вивід живильної магістралі пневмопривода (рисунок 3.12), а радіодатчики P_{x1} на

контрольный вывод правого колеса, Rx2 на контрольный вывод левого колеса, (рисунок 3.13).

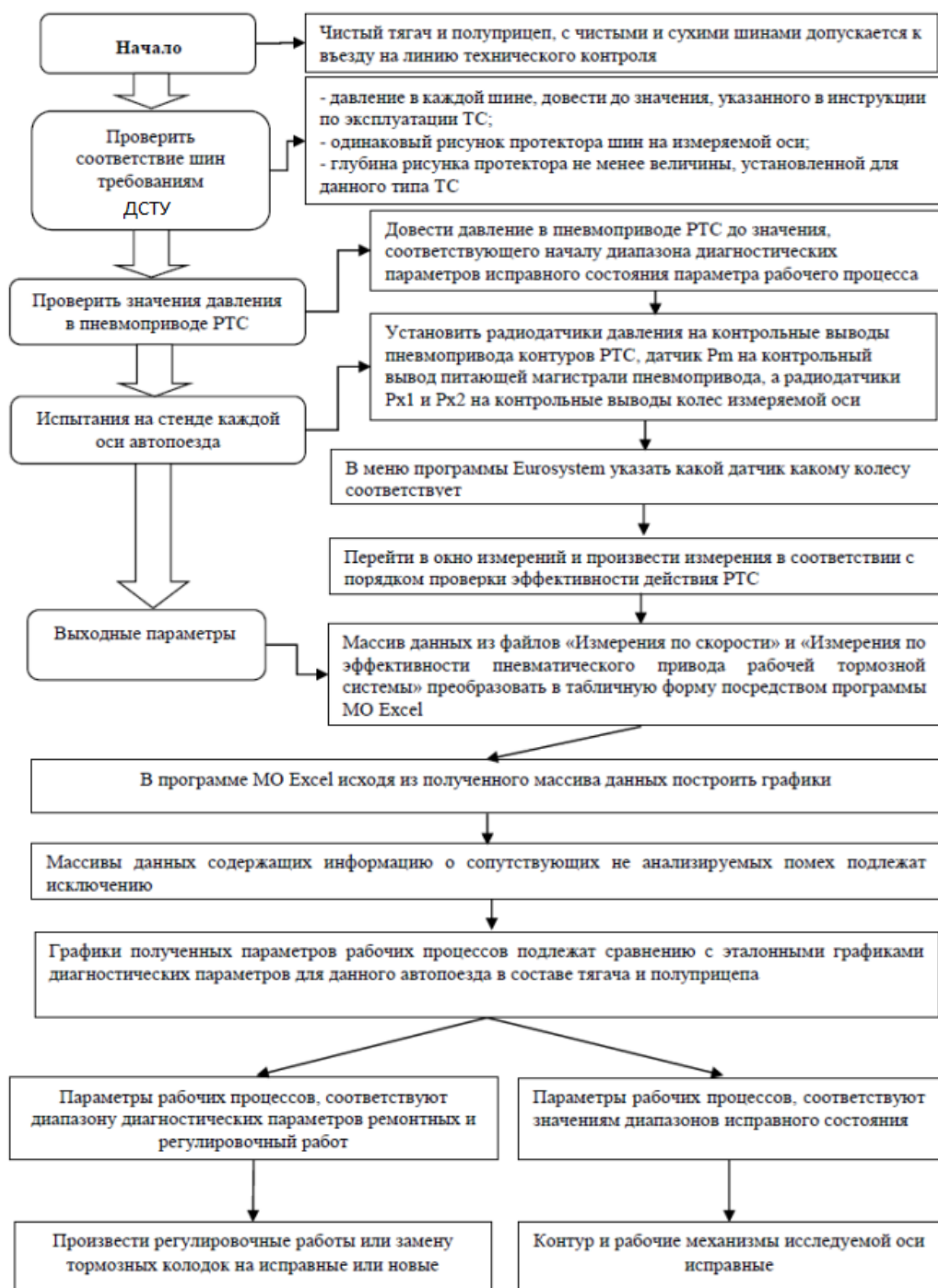


Рисунок 3.10 - Алгоритм технічного діагностування РТС САП на силовому роликовому гальмовому стенді IW 7 Eurosystem

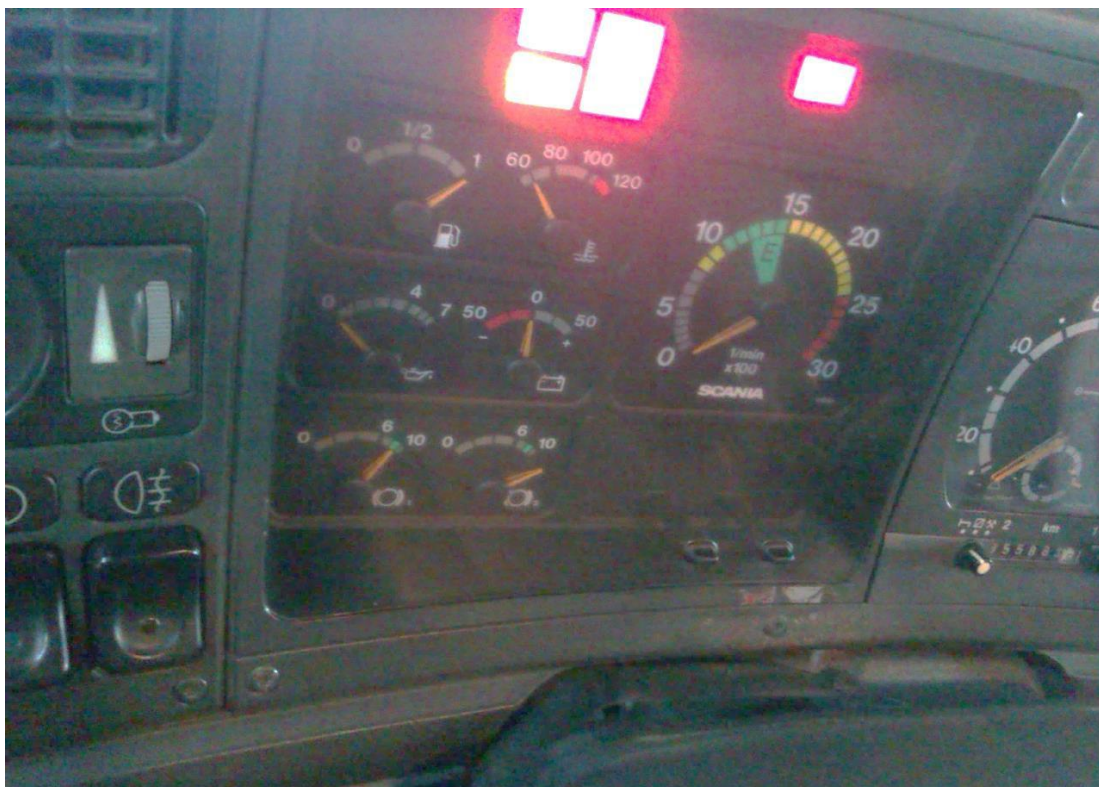


Рисунок 3.11 - Приладова панель тягача Scania R 114 LA 4x2 LA 340 SLA



Рисунок 3.12 - Установка датчика тиску Pm на вихід з компресора тягача Scania R 114 LA 4x2 LA 340 SLA



Рисунок 3.13 - Пневматичний радіодатчик тиску Rx2

4.2 У меню програми Eurosystem указати до якого датчика відповідає яке колесо осі, що діагностується;

Примітка: у вікні тиску фіксуємо датчиками до проведення вимірів повинні фіксуватися значення тисків, що відповідають параметрам робочих процесів, відповідно до порядку роботи пневмопривода гальмової системи;

4.3 Перейти у вікно вимірів і зробити виміри відповідно до порядку перевірки ефективності дії РГС САП;

4.4 Масив даних з файлів «Виміру по швидкості» й «Виміру по ефективності пневмопривода РГС» перетворити в табличну форму за допомогою програми MO Excel;

4.5 У програмі MO Excel з отриманого масиву даних побудувати графіки;

4.6 Частина масивів даних, що містять інформацію про супутні не аналізовані перешкоди, підлягають виключенню;

Примітка: перешкоди, не підмети аналізу, зображені на графіку у вигляді високочастотної модуляції з високою амплітудою.

4.7 Графіки отриманих параметрів робочих процесів підлягають порівнянню з еталонними графіками діагностичних параметрів (рисунки 3.3-3.6) для САП у складі тягача й напівпричепа;

4.8 Якщо параметри робочих процесів, зафіксовані в контрольних точках, відповідають значенням діапазонів нормального функціонування, варто вважати контур і робочі механізми досліджуваної осі справними;

- Якщо параметри робочих процесів, відповідають діапазону діагностичних параметрів, що відповідають технічному стану, при якому гальмові механізми підлягають регулюванню (на графіках зображені жовтими кольорами), то необхідно зробити регулювальні роботи (у деяких випадках, при неможливості регулювань - заміну гальмових колодок на справні або нові);

- Якщо параметри робочих процесів, відповідають діапазону діагностичних параметрів, що вказують на необхідність проведення ремонтних робіт, то використання САП по призначенню необхідно негайно припинити й виконати ремонт.

Дані експерименту про параметри робочих процесів ефективності дії РГС із пневмоприводом САП, необхідно обробляти відповідно до алгоритму технічного діагностування РГС САП на силовому роликовому гальмовому стенді IW 7 Eurosystem і представленим нижче порядком.

Порядок оцінки результатів діагностування технічного стану гальмових систем ТЗ

Проведення стендових випробувань необхідно проводити щорічно, а також за результатами виконання кожного технічного огляду автопоїзда з періодичністю 15 тис. км пробігу. Дані проведення діагностування на гальмовому роликовому стенді повинні зберігатися в базі даних, а рекомендації з результатів діагностування й протоколи діагностування ТЗ повинні зберігатися в інженерно-технічних службах автогосподарств.

Рекомендації про необхідність регулювальних робіт або ремонту гальмового привода й (або) гальмових механізмів вимагають неухильного й негайного технічного впливу на автопоїзд для забезпечення БДР.

Далі необхідно розглянути два випадки:

1. ТЗ працездатний й може бути продіагностований на силовому роликовому стенді по запропонованому алгоритмі технічного діагностування

РГС САП на роликовому гальмовому стенді IW 7 Eurosystem (рисунок 3.10);

2. ТЗ несправний, не працездатний, у результаті ушкоджень, отриманих при ДТП й експерт виконує аналіз, використовуючи відомості з бази даних про попереднє діагностування й аналіз технічних документів про виконані технічні впливи (регулювальних, ремонті, заміні запасних частин) гальмової системи, складових частин автопоїзда. Якщо рекомендації не виконувалися, то беруться результати попереднього діагностування, з урахуванням прогнозу регресії технічного стану гальмової системи.

У випадку 1, пропонується робити оцінку результатів діагностування ТЗ по розробленим діапазоном станів РГС, представлених нижче [139].

Границі діапазонів діагностичних параметрів необхідно встановлювати відповідно до технічної документації на конкретну модель ТЗ. По зведених графіках робочих процесів, які для різного технічного стану пневмопривода РГС ТЗ у режимі реального часу характеризують їхня відповідність діагностичним параметрам конкретного діапазону на ділянці, що перевіряється, були розроблені діапазони різних станів РГС:

1. Робочий діапазон (зелена зона) - номінальний, робочий діапазон, що характеризується справною гальмовою системою. Робити які-небудь роботи не потрібно, гальмова система в справному стані й відповідає всім вимогам нормативно-технічної документації. Діапазон тиску повинен перебувати в інтервалі від 0,60 до 0,81 МПа (для більшості автомобілів із пневматичним приводом гальмової системи);

2. Діапазон ремонтних і регулювальних робіт (жовта зона) - регулювальна, припустима для руху в діапазоні тиску 0,42-0,55 указує водієві, що працездатна запасна гальмова система, що забезпечує 50% ефективності роботи РГС, діапазон діагностичних параметрів 0,55-0,60 характеризує відповідність значень параметрів технічного стану, при яких необхідні проведення ремонтних і регулювальних робіт;

3. Діапазон відмов (червона зона) - необхідний ремонт, експлуатація ТЗ неприпустима, гальмова система непрацездатна, тобто перебуває в стані, при якому хоча б один параметр, що характеризує здатність виконувати задані функції, не відповідає вимогам нормативно-технічної документації - несправний

стан РГС. Діапазони тиску від 0 до 0,42 і від 0,81 до 1,25 Мпа.

Дана методика дозволяє:

- дати загальну характеристику технічного стану пневмопривода РГС;
- локалізувати ділянку, на якій система не герметична;
- дати рекомендацію про необхідність проведення технічного впливу системи - регулювання або ремонту конкретної ділянки магістралі або гальмового механізму.

Манометр тиску повітря в РГС ТЗ розташований між компресором і гальмовим краном. Є засобом контролю технічного стану РГС для водія.

Пропонована методика (рисунок 3.14), дозволяє з високим ступенем вірогідності локалізувати несправність пневмоприводів гальмових систем і характеризувати ступінь розвитку дефектів пневмопривода гальмової системи конкретного ТЗ.

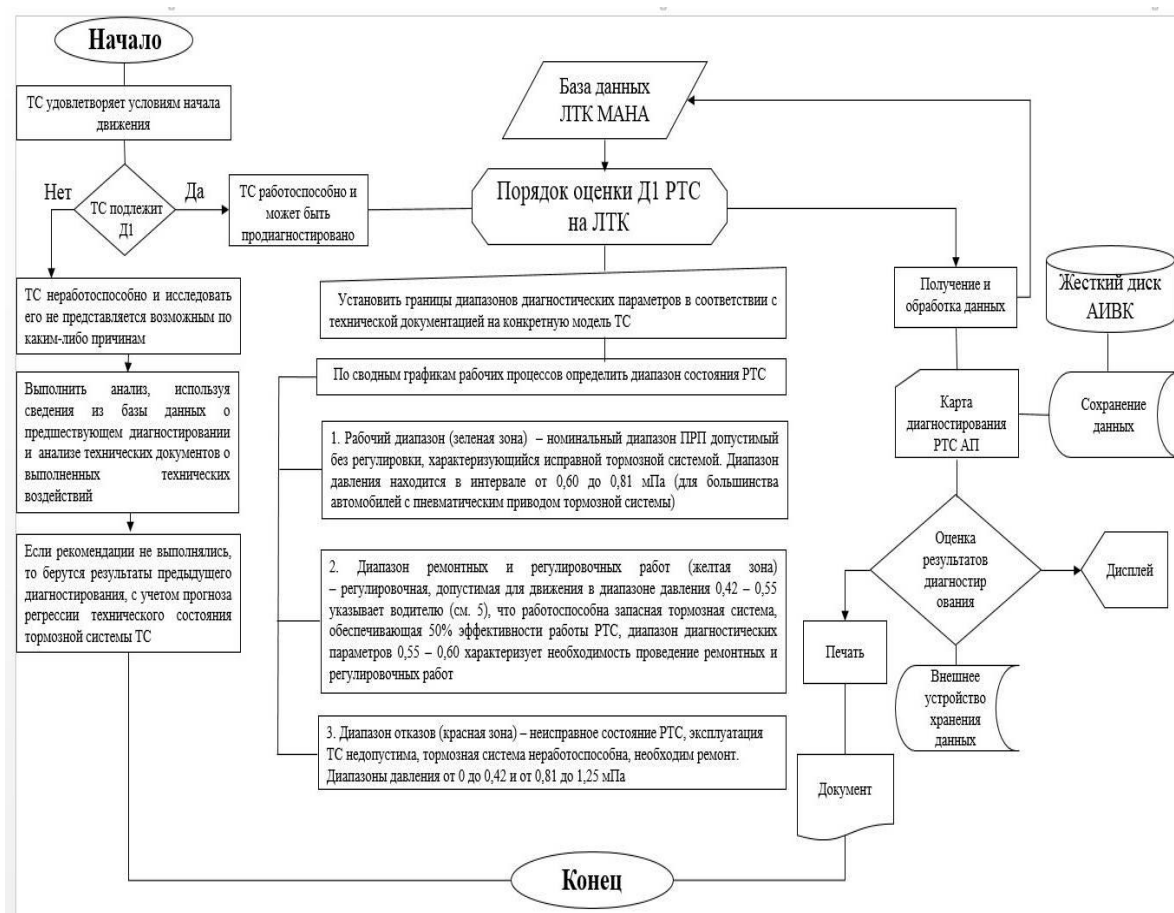


Рисунок 3.14 – Структурна схема методики діагностування технічного стану гальмівних систем ТЗ

3.6 Висновки й результати експериментальних досліджень

Виконані експериментальні дослідження підтвердили результати теоретичних досліджень про вплив «небезпечних» факторів, на механізм формування несиметрії гальмових сил по бортах і складання САП, як причини виникнення ДТП. «Небезпечними» факторами, установленими в науковому дослідженні, є параметри робочих процесів функціонування пневмопривода РГС САП, що вийшли за припустимі по БДР технічного стану границі.

Для виконання стендових випробувань був використаний гальмовий роликовий стенд IW 7 Eurosystem. Даний гальмовий роликовий стенд дозволяє з більшою дискретністю сигналів про вимірювані параметри, а також опцією - комплектом датчиків тиску з передачею значення тиску повітря на ділянках пневмопривода РГС по радіоканалах, діагностам оцінювати тиск, що змінюється в часі, у кожній ділянці контурів РГС і функцію дії гальмових сил кожного колеса САП за часом. За допомогою трійника була зроблена імітація витоків стисненого повітря в елементах пневмопривода РГС САП. За результатами проведеного експерименту оброблений масив даних й отримані - значення гальмової сили, зусилля на педаль, тиски в гальмовому контурі P_m й у гальмових камерах P_x і навантаження для кожного колеса САП відповідні різним по БДР технічних станах пневмоприводів РГС 22 САП. Дані показники дозволили визначити причини, які впливають на параметри процесів загальмовування кожного окремо взятого колеса, такі як: час наростання тиску стисненого повітря в приводах гальмових механізмів окремо взятого колеса до максимуму, величина зрушення за часом цих максимумів для різних коліс, витоку стисненого повітря в пневмоприводі, перепад тисків в елементах пневмопривода РГС САП, вплив довжини гальмових контурів, час наповнення робочої порожнини елементів, що розраховуються, пневмопривода гальмових систем САП при зовнішніх витоках.

Таким чином, експериментально обґрунтований механізм формування гальмових сил по бортах САП, що враховує «небезпечні» факторів виникнення ДТП. Результати експериментальних досліджень підтверджують, що структура засобів технічного забезпечення дозволяє виконати обґрунтування припустимого по БДР технічного стану по факторах для пневмопривода кожного колеса САП.

На підставі результатів теоретичних й експериментальних досліджень

розроблені: - методика рішення завдань попередження причин ДТП за участю САП при гальмуванні й обґрунтування припустимого по БДР технічного стану по факторах для пневмопривода кожного колеса САП;

- методика стендового контролю технічного стану пневмоприводів гальмових механізмів САП й обробки експериментальної оцінки його властивостей.

РОЗДІЛ 4

ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЄКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ РЕКУПЕРАТИВНОГО ГАЛЬМУВАННЯ ТРАНСПОРТНОГО ЗАСОБУ» ДЛЯ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

Для підвищення якості ринку автосервісних послуг потрібні молоді та кваліфіковані кадри, які привнесуть новий підих.

Стратегічні цілі: сформувати вміння виконувати експлуатаційну роботу на автотранспортних і авторемонтних підприємствах та підприємствах технічного обслуговування автомобілів, у фірмах з продажу автотранспортних засобів на посадах інженера-механіка з експлуатації або технічного обслуговування автотранспортних засобів, інженера-технолога, інженера-експлуатаційника з автомобільних перевезень.

Дисципліна з якої буде розроблятися факультативне заняття: «Транспортні машини: (автомобільний транспорт, промисловий транспорт)» з теми: «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».

Ціль вивчення дисципліни: сформувати знання про процеси експлуатації та ремонту автомобільного транспорту, раціональних формах їхньої організації; одержати практичні вміння з вибору оптимальних способів експлуатації й ремонту автомобільного транспорту в конкретних умовах.

4.1. Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)

В таблиці 4.1 приведено оперативні цілі: загальна та рівнями засвоєння, умови досягнення цілей та результати у вигляді дій студентів.

Формулюємо цілі до кінцевого 4 рівня засвоєння, тому, що заняття у закладі вищої освіти передбачають розвиток у студентів творчого підходу до вирішення навчальних задач.

Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)

Ціль факультативного заняття	Цілі формування різних рівнів засвоєння навчального матеріалу	Умови досягнення	Результат у вигляді дій студентів
1	2	3	4
Сформувати вміння визначати, називати, характеризувати та аналізувати особливості математичного моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу, розробляти нові шляхи і підходи до покращення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу	I рівень. Мати загальне уявлення про рекуперативне гальмування транспортного засобу	Базові знання з дисципліни «Транспортні машини: (автомобільний транспорт, промисловий транспорт)» стосовно теми	Визначено сутність поняття «рекуперативне гальмування транспортного засобу»
	II рівень. Уміти охарактеризувати особливості математичного моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу	Виконання дій першого рівня	Надано характеристику особливостям математичного моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу
	III рівень. Сформувати вміння аналізувати особливості математичного моделювання процесу рекуперативного	Виконання дій першого та другого рівня Виконання дій першого,	Проаналізовані особливості математичного моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу.

1	2	3	4
	гальмування транспортного засобу IV рівень. Сформувавши вміння розробляти та висувати пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу	другого та третього рівнів	Надані пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу

4.2. Перелік літературних джерел з теми

Основні рекомендовані джерела

1. Дембіцький В. М. Доцільність застосування рекуперації енергії під час руху автомобіля за інерцією з вимкненим зчепленням / В. М. Дембіцький, О. П. Сітовський // Міжвузівський збірник “Наукові нотатки”. — Луцьк: НТУ, 2012. — Вип. 36. — С. 83–85.

2. Сітовський О. П. Математичне моделювання процесу електричного гальмування макету транспортного засобу з гібридною силовою установкою / О. П. Сітовський, В. М. Дембіцький // Вісник СевНТУ. — Севастополь, 2012. — Вип. 135. — С. 73–75.

3. Дембіцький В. М. Дослідження приводу гальмівної системи транспортного засобу з гібридною силовою установкою та рекуперацією енергії / В. М. Дембіцький // Вісник Національного технічного університету “ХПІ”. Серія: Автомобіле- та тракторобудування — Харків: НТУ “ХПІ”, 2013. — Вип. 29 (1002). — С. 28–33.

4. Дембіцький В. М. Методика визначення енергетичних характеристик процесу електродинамічного гальмування під час дорожніх випробувань транспортних засобів, обладнаних електроприводом та системою рекуперації енергії / В. М. Дембіцький // Вісник НТУ. — К.: НТУ, 2014. — Вип. 30 (Частина I). — С. 95–102.

4.3. Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття

План – це набір коротких найменувань логічно завершених частин навчальної теми, послідовністю яких враховуються як особливості самого змісту, так і рівень знань студентів (базовий і той, що необхідно сформувати).

План викладення теми: «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу»

1. Процес ідентифікації складників процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу

2. Складники, умови та критерії розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу

2.1 Визначення впливу гальмівного моменту електродвигуна транспортного засобу під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування

2.2 Визначення впливу сили опору повітря під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу

2.3 Поздовжній профіль дороги як один із елементів розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу

3. Сутність технології розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування

4. Модель регульованого процесу рекуперативного гальмування

5. Пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу

На рисунку 4.1 представимо структурно-логічну схему з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».



Рис. 4.1 Структурно-логічна схема з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу»

4.4. Аналіз базових умов навчання

Базові знання - це початкова умова, яка необхідна для вивчення нового матеріалу. Вони відображують ті мінімальні вміння та здатності, якими повинні володіти ті що навчаються до того як вони почали програмне навчання.

В таблиці 4.2 приведено вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань.

Таблиця 4.2

Вибір базових понять, визначення способів перевірки та формування базових знань

Перелік базових понять, законів, способів дій	Назва дисциплін і тем, в яких формуються опорні знання і дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій
<ul style="list-style-type: none"> • Рекуперативне гальмування • Математичне моделювання 	«Експлуатація та ремонт транспортних машин»	Усне опитування за допомогою питань: <ol style="list-style-type: none"> 1. Що називається рекуперативним гальмуванням? Для чого воно використовується? В чому полягає технологія його впровадження? 2. В чому полягає сутність математичного моделювання? Для чого і як воно проводиться? 	Стисле нагадування основних положень базового матеріалу, акцентування уваги на незрозумілих моментах

4.5. Проектування мотиваційних технологій навчання (характеристика і текст мотивації, використання якої доцільно при викладі навчального матеріалу)

Мотивація займає провідне місце в структурі поведінки особистості і є одним з основних понять, які використовуються для пояснення рушійних сил, діяльності в цілому. Мотив, мотивація - спонукання до активності та діяльності суб'єкта, пов'язане з прагненням задовольнити певні потреби.

Виділяють внутрішню і зовнішню мотивацію. Якщо діяльність для особистості значуща сама по собі, то говорять про внутрішню мотивації, якщо ж значимі зовнішні атрибути професії (визнання суспільства, престижність тощо) - переважає зовнішня мотивація. В таблиці 4.3 наведено способи реалізації мотивації. Обираємо основною внутрішню мотивацію.

Таблиця 4.3

Визначення способів реалізації мотивації

Способи реалізації мотивації	Внутрішня мотивація
1	2
<p>Вступна мотивація Приєм: віднесення до особистості</p>	<p>Світова тенденція розвитку автомобілебудування свідчить про стрімке зростання числа автотранспортних засобів, що використовують як рушій силової системи електроприводу, що викликано рядом факторів, такими як: виснаження обмежених нафтових ресурсів і природного газу, низький ККД двигунів внутрішнього згорання, а також загострюється екологічної ситуації у великих містах. Розробка електромобіля є складною науково-технічною задачею, успіх у вирішенні якої залежить від правильного вибору і розрахунку компонентів енергетичної установки. Застосування електроприводу для руху автомобіля дає широкий спектр можливостей по оптимізації його роботи, поліпшенню динамічних властивостей. Електропривод також має великий потенціал з</p>

1	2
	<p>використання енергозберігаючих технологій, тому електро-мобілі розглядаються, як невід'ємна частина в процесі розвитку альтернативних джерел електроенергії та енергозбереження в цілому. Однією з найважливіших особливостей електроприводу є можливість простої організації рекуперативних режимів, в яких при гальмуванні кінетична енергія електромобіля перетворюється в електричну і повертається в накопичувач для подальшого використання. Вибір накопичувача або власного джерела електроенергії багато в чому визначає важливі характеристики електромобіля, такі як потужність, запас ходу, ціна та ін. Однак існуючу різноманітність акумуляторних систем і інших накопичувачів електроенергії не дозволяє вирішити повною мірою завдання при використанні одного з видів накопичувачів, що стимулює дослідження з використання різних комбінацій декількох видів накопичувачів і джерел електроенергії для створення гібридної енергетичної системи живлення електроприводу електромобіля і допоміжних систем. Спосіб накопичення електроприводом електромобіля енергії, в рекуперативних режимах, з можливістю подальшого її використання для руху є актуальним завданням, що підтверджує досвід зарубіжних фірм і університетів. Тому нескладно зрозуміти, що це питання є нагальним та важливим і є необхідність більш детального його розгляду. Точність рішення завдань при автоматизованому проектуванні й керуванні визначається двома основними факторами: наближеністю математичного опису фізичних процесів в елементах і системі (похибки моделі) і похибкам використовуваних методів рішення. Вимоги високої точності рішення завдання й малих витрат машинного часу суперечливі, тому що</p>

1	2
	<p>підвищення точності аналізу моделей супроводжується зростанням кількості операцій, пов'язаних зі збільшенням числа досліджуваних варіантів, кроків пошуку екстремуму цільової функції, кроків чисельного інтегрування системи диференціальних рівнянь і т.і.</p> <p>Разом з тим практика рішення завдань моделювання, аналізу й оптимізації в ряді областей техніки показує, що найбільшу частину загальної похибки рішення завдань, як правило, становлять похибки самих моделей. Підвищення точності моделей не завжди доцільно, тому що призводить до збільшення їх складності й появи нових джерел похибок у зв'язку на підставі викладеного можна зробити висновок, що питання точності машинного розрахунку в кожному конкретному випадку варто вирішувати окремо, виходячи із мети моделювання, вірогідності вихідних даних і обраних методів чисельного рішення. Математичні моделі, що використовують методи й алгоритми рішення повинні бути орієнтовані на багаторазове застосування й для різних систем. Однак варто враховувати, що вимога універсальності суперечить вимогам малих витрат машинного часу й пам'яті, тому що чим детальніше відображаються в моделі різні закономірності фізичних процесів, тим точніше й більш універсальна модель, але й тим більше об'єм обчислень і число параметрів моделі. Вдале компромісне задоволення вимог до моделі в одних завданнях може виявитися далеким від оптимального в інших.</p>

4.6. Проєктування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті

Вибір методів, форм та засобів формування ООД наведено в таблиці 4.4.

Таблиця 4.4

Способи формування ООД на факультативному занятті

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I- IV	Фронтальна	Пояснення з елементами розповіді, ілюстрація	Презентаційні слайди з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу»

4.7. Проєктування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті

Головна закономірність процесу засвоєння дійсності в тому, що пізнавальна діяльність і введення в неї знання набувають розумової форми, стають узагальненими не відразу, а пройшовши через ряд етапів. Якщо викладач буде процес навчання з урахуванням їх послідовності, він істотно підвищує можливість досягнення мети всіма студентами.

Вибір методів, форм та засобів формування виконавчих дій наведено в таблиці 4.5.

Способи формування виконавчих дій з теми

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
1	2	3	4
I-III	Фронтальна	Закріплююча бесіда	Питання: 1. Назвіть складники розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу 2. Які умови розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу? 3. Перерахуйте та поясніть критерії розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу

4.8 Проектування контрольних дій з теми

Вибір методів, форм та засобів формування контрольних дій наведено в таблиці 4.6

Таблиця 4.6

Засоби контролю з теми факультативного заняття

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
1	2	3	4
I, II, III, IV	Групова (розподілення групи на підгрупи за номерами в журналі групи (уявна група з кількістю студентів – 15) 1 варіант, 1,3,5; 2,4,6 – 2 варіант; 7, 9, 11 – 3 варіант; 8,10,12 – 4 варіант; 13,14,15 – 5 варіант). Розподіл по групам може відбуватися в залежності від бажання	Письмове опитування	<p>варіант: завдання: Охарактеризуйте впливу гальмівного моменту електродвигуна транспортного засобу під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування</p> <p>варіант: завдання: Надайте пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>варіант: завдання: Охарактеризуйте технологію визначення впливу сили опору повітря під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p>

1	2	3	4
	<p>студентів набрати ту чи іншу кількість балів - завдання з 1 по 4 варіант в межах 1 завдання йдуть за ієрархією від більш простого до більш складаного і відповідно будуть оцінюватися в балах від 2-5 за правильну грунтовну відповідь</p>		<p>Завдання: Надайте пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу варіант: Завдання: охарактеризуйте технологію розробки та сутність самої моделі регульованого процесу рекуперативного гальмування Завдання: Надайте пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу варіант: Завдання: Опишіть технологію розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування 2 Завдання: Надайте пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p>

4.9. Розробка сценарію факультативного заняття

Сценарій навчання з теми заняття на тему: «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу» наведено в таблиці 4.7.

Таблиця 4.7

Сценарій навчання з теми заняття

№ п/п	Структурні елементи заняття	Зміст структурних елементів
1	2	3
1	Організаційний момент	Вітання, фіксація відсутніх, перевірка зовнішньої обстановки в аудиторії. Вітання викладача. Студенти підтверджують присутності у момент переключки, налагоджуються на здійснення навчальної діяльності.
2	Повідомлення теми і мети заняття, мотивація мети	Повідомлення теми заняття: «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу». Мета: сформувати вміння визначати, називати, характеризувати та аналізувати особливості розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу, розробляти нові шляхи і підходи до процесу математичного моделювання рекуперативного гальмування транспортного засобу. Студенти фіксують тему, сприймають цілі, формують уявлення щодо результатів засвоєння матеріалу теми даного заняття. Повідомлення важливості вивчення даної теми.
3	Актуалізація базових знань	е фронтальне опитування: 1. Що називається рекуперативним гальмуванням? Для чого воно використовується? В чому

1	2	3
		<p>полягає технологія його впровадження?</p> <p>В чому полягає сутність математичного моделювання? Для чого і як воно проводиться?</p> <p>Нагадування, акцентування уваги на незрозумілих моментах. Видача домашнього завдання – повторити матеріал з теми</p>
4	Формування ООД	<p>Викладач викладає новий матеріал за планом:</p> <p>Процес ідентифікації складників процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>Складники, умови та критерії розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>Визначення впливу гальмівного моменту електродвигуна транспортного засобу під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування</p> <p>Визначення впливу сили опору повітря під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>Поздовжній профіль дороги як один із елементів розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>утність технології розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування</p> <p>Модель регульованого процесу рекуперативного гальмування</p>

1	2	3
		<p>пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу.</p> <p>В ході викладу використано наступні методи та засоби: метод лекції з елементами пояснення, розповідь, ілюстрація, демонстрація. Студент сприймають інформацію, конспектують.</p>
5	Формування ВД	Проведення закріплюючої бесіди для аналізу сприйняття нового матеріалу студентами
6	Формування КД	<p>Викладач розподіляє групу на підгрупи за номерами в журналі групи (уявна група з кількістю студентів – 15) 1 варіант, 1,3,5; 2,4,6 – 2 варіант; 7, 9, 11 – 3 варіант; 8,10,12 – 4 варіант; 13,14,15 – 5 варіант) і видає завдання:</p> <p>1 варіант:</p> <p>1 завдання: Охарактеризуйте впливу гальмівного моменту електродвигуна транспортного засобу під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування</p> <p>2 Завдання: Надайте пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>2 варіант:</p> <p>1 завдання: Охарактеризуйте технологію визначення впливу сили опору повітря під час розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>2 Завдання: Надайте пропозиції щодо нових</p>

1	2	3
		<p>підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>3 варіант:</p> <p>1 завдання: охарактеризуйте тех-нологію розробки та сутність са-мої моделі регульованого проце-су рекуперативного гальмування</p> <p>2 Завдання: Надайте пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>4 Варіант:</p> <p>1 завдання: Опишіть технологію розробки математичної моделі процесу рекуперативного гальмування</p> <p>2 Завдання: Надайте пропозиції щодо нових підходів до удосконалення процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу</p> <p>Розподіл по групах може відбуватися в залежності від бажання студентів набрати ту чи іншу кількість балів - завдання з 1 по 4 варіант в межах 1 завдання йдуть за ієрархією від більш простого до більш складаного і відповідно будуть оцінюватися в балах від 2-5 за правильну ґрунтовну відповідь.</p> <p>Студенти виконують завдання.</p>
7	Підбиття підсумків	<p>Узагальнення засвоєного шляхом нагадування в узагальненому вигляді основних питань, розглянутих на занятті. Відновлення в пам'яті основних моментів матеріалу заняття.</p> <p>Виставлення оцінок за заняття.</p>

Висновки до розділу 4

В цьому розділі було розроблено дидактичний проект факультативного заняття з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу» для студентів спеціальності «Професійна освіта. Транспорт». Були сформульовані цілі факультативного заняття, обрані

літературні джерела з теми, проведено конструювання дидактичних матеріалів, аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття, розроблений план та структурно-логічна схема з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу», проаналізовані базові поняття, визначені способи перевірки та формування базових знань, розробили характеристику і текст мотивації, використання якої доцільно при викладі навчального матеріалу, були спроектовані технології формування орієнтовної основи діяльності, виконавчих та контрольних дій на факультативному занятті, розроблений сценарій заняття.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В роботі визначено, описано, теоретично обґрунтовано та проаналізовано процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Математичне моделювання процесу рекуперативного гальмування транспортного засобу».

У роботі вирішено науково-практичну задачу підвищення ефективності рекуперативного гальмування, а саме енергетичних показників та гальмівних властивостей транспортних засобів з електричним приводом.

1. За результатами проведеного аналізу останніх досліджень у сфері електричних та гібридних транспортних засобів, їх гальмівних та енергетичних властивостей встановлено необхідність застосування комплексного підходу до питань дослідження систем рекуперації енергії, при якому система рекуперації енергії розглядається з однієї сторони як елемент гальмівної системи, з іншої – як система накопичення енергії

2. Розроблено методику проведення експерименту досліджень, яка базується на використанні методів двофакторного нелінійного планування експерименту з отриманням регресійних моделей нелінійного взаємоз'язку вихідних параметрів дослідження – сповільнення j та рекуперованої енергії E_p , з вхідними факторами – початкової швидкості гальмування V та струмом збудження $I_{зб}$

3. Проведено експериментальні дослідження системи рекуперативного гальмування на гібридному автомобілі НСУ-2, за отриманими експериментальними даними побудовано рівняння регресії для визначення сповільнення та кількості питомої рекуперованої енергії, за якими здійснено моделювання процесу рекуперативного гальмування, а також, які можуть застосовуватися у системах управління рекуперацією енергії

4. Порівнянням теоретичних та експериментальних результатів досліджень встановлено, що похибка по сповільненню становить до 8 %, похибка по питомому значенню рекуперованої енергії становить до 11 %. Обидві наведені математичні моделі є адекватними за критерієм Фішера. Окрім того проведено оцінювання невизначеності вимірювань по обох показниках. За

результатами оцінювання можна стверджувати, що з рівнем довіри 0,95, дані моделі можна вважати адекватними

5. Запропоновано рекомендації щодо розрахунку системи рекуперації енергії, конструктивних параметрів автомобіля, а також рекомендації щодо прогнозування режимів роботи системи рекуперації енергії та накопичувачів енергії, розроблено оціночні критерії – показники енергоефективності системи рекуперації енергії, запропоновано принципову схему роботи системи управління рекуперацією енергії гібридного автомобіля

6. Встановлено, що впровадження розроблених рекомендацій призводить до збільшення кількості рекуперованої енергії до 20 % та поліпшення ефективності гальмування до 2 разів

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Головенкін В. П. Інженерна педагогіка [Електронний ресурс] : підруч. / В. П. Головенкін. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. Режим доступу: http://psy.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/02/Injenerna_pedagogika.pdf
2. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: дидактичне проектування: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 204 с.
3. Коваленко О. Е., Брюханова Н. О., Корольова Н.В. Методика професійного навчання: основні технології навчання: Підручник для студентів інженерно-педагогічних спеціальностей. – Харків: УПА, 2019. – 174 с.
4. Лебедик Л.В., Стрельніков В.Ю., Стрельніков М.В. Сучасні технології навчання і методики викладання дисциплін: Навчально-методичний посібник для слухачів курсів підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів середньої, професійної (професійно-технічної), фахової передвищої та вищої освіти / Л. В. Лебедик, В. Ю. Стрельніков, М. В. Стрельніков. – Полтава : АСМІ, 2020. – 303 с.
5. Методика професійної освіти : навч. посібник для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю 015 «Професійна освіта» галузі знань 01 «Освіта / Педагогіка» / Д. О. Чернишев, К. І. Почка, Г. Л. Корчова, Ю. С. Красильник, М. В. Руденко. – Київ : Компринт, 2024. – 224 с.
6. Методичні вказівки до виконання магістерської кваліфікаційної роботи для здобувачів освіти другого (магістерського) рівня вищої освіти денної та заочної форм навчання за спеціальністю 015 Професійна освіта (за спеціалізацією) / Укр. інж.-пед. акад.; упоряд.: О. Е. Коваленко, Н. О. Брюханова, Н.В. Божко, Н.В. Корольова – Харків: УПА, 2024. – 82 с.
7. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» першого (бакалаврського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.
8. Освітньо-професійна програма «Професійна освіта (Машинобудування)» другого (магістерського) рівня. Затверджена вченою радою Української інженерно-педагогічної академії від 28.06.2024 року №13.

9. Семенова А.В. Професійна педагогіка: Підручник. / Авт. : О.В. Грабовський, Л.В. Коломієць, О.С. Савельєва, А.В. Семенова, В.Ф. Яні; за заг. ред. А.В. Семенової. – Одеса: Бондаренко М.О., 2020. – 575 с.
10. Сайт дистанційної освіти Університету – Режим доступу: <https://moodle.karazin.ua>
11. EdEra – студія онлайн-освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ed-era.com/>
12. Український освітній онлайн-портал для вчителів «На Урок» [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://naurok.com.ua/>
13. «Освіторія Медіа» – онлайн медія про освіта та виховання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://osvitoria.media/>
14. Освіта.UA [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://osvita.ua>
15. Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>
16. Переваги та недоліки використання електричних автомобілів [Електронний ресурс] – 2014. – Режим доступу: http://affiliate-electric-cars.prositeslab.com/uk/34/adv_and_disadv_of_having_electric_car. Дата звернення: 27.01.2015 р.
17. More than 400,000 Electric Cars on the Road Worldwide [Електронний ресурс]–2014.–Режимдоступу:<http://www.electric-vehiclenews.com/2014/04/more-than-400000-electric-cars-on-road.html>.
18. Гібридні автомобілі : моногр. / Бажинов О. В. [та ін.] ; Харк. нац. автомоб.-дорож. ун-т. – Х. : Крок, 2008. – 327 с. : рис., табл.
19. Синергетичний автомобіль. Теорія і практика / [Бажинов О. В., Смирнов О. П., Серіков С. А., Двадненко В. Я.]. – Харків: ХНАДУ, 2011. – 236 с.
20. Автотранспортні засоби. Гальмівні системи. Терміни та визначення.: ДСТУ 2919-94. – [Чинний від 1996-01-01]. – К.: Держспоживстандарт України, 1994. – 26 с. – (Національний стандарт України).