

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна
Навчально-науковий інститут «Українська інженерно-педагогічна академія»
Кафедра машинобудування, транспорту і зварювання


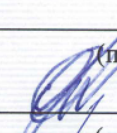
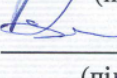
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

магістра на тему

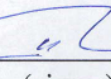
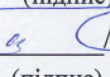
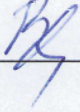
**Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з
забезпечення оптимального регулювання відсоткового складу
суміші палив дизельного двигуна**

(тема кваліфікаційної роботи)

Виконав: студент 2 курсу, групи ДІТ- ПОТр-23мг
спеціальності: 015 Професійна освіта (Транспорт)
(код і найменування спеціальності)

	/	<u>Юрій ОНИЩЕНКО</u>
	(підпис)	(ім'я та прізвище)
Керівник 	/	<u>Олег ХОРОШИЛОВ</u>
	(підпис)	(ім'я та прізвище)
Рецензент 	/	<u>Павло ВАСЮЧЕНКО</u>
	(підпис)	(ім'я та прізвище)

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри 	/	<u>Олег ПОДОЛЯК</u>
	(підпис)	(ім'я та прізвище)
Нормоконтроль 	/	<u>Олег ПОДОЛЯК</u>
	(підпис)	(ім'я та прізвище)
Секретар ЕК 	/	<u>Валентина СКОРКІНА</u>
	(підпис)	(ім'я та прізвище)

Харків – 2024 рік

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

 Подольак О.С.
"12." 10 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на магістерську кваліфікаційну роботу

магістранту _____

Юрію ОНЩЕНКУ

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: **Професійна підготовка фахівців транспортної галузі з забезпечення оптимального регулювання відсоткового складу суміші палив дизельного двигуна**

затверджена наказом по академії № 4801-5/3345 від "12" 10.2024р.

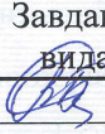
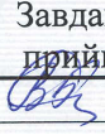
2. Термін здачі магістрантом закінченої роботи "10" грудня 2024р.

3. Вихідні дані до роботи: Виконати експериментальні дослідження робочого процесу дизельного двигуна 4Ч 11 / 12,5 при застосуванні інжекції води у впускний колектор. Розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання».

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) Вступ; Розробка методики експерименту; Устаткування, методи вимірювань і апаратура; Результати експериментальних досліджень; Методичний розділ; Висновки; Список використаних джерел;

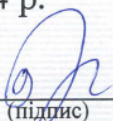
5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслень, плакатів) Всі графічні матеріали представлено в вигляді презентації з використанням комп'ютера

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

Розділ	Консультант	Підпис, дата		Оцінка (бали)
		Завдання видав	Завдання прийняв	
Методичний	Вероніка БАКАТАНОВА			

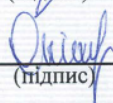
7. Дата видачі завдання “10” вересня 2024 р.

Керівник МКР


(підпис)

Олег ХОРОШИЛОВ
(ініціали, прізвище)

Завдання прийняв до виконання



(підпис)

Юрій ОНЩЕНКО
(ініціали, прізвище)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН-ГРАФІК виконання МКР

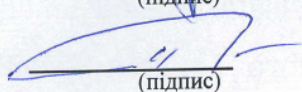
№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Термін виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	Аналіз стану питання і постановка задач	10.09.2024	
2	Розробка методики експерименту	1.10.2024	
3	Устаткування, методи вимірювань і апаратура; Результати експериментальних досліджень	15.10.2024	
4	Методичний розділ	1.11.2024	
5	Оформлення і захист дипломного проекту	10.12.2024	

Студент


(підпис)

Юрій ОНЩЕНКО

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 забезпечення оптимального регулювання відсоткового складу суміші палив дизельного двигуна

(назва роботи)

студента

ОНІЩЕНКО Юрій Леонідович

(прізвище, ім'я та по батькові)

науковий керівник

Хорошилов Олег Миколайович

(прізвище, ім'я та по батькові)

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

Коефіцієнт Подібності 1: 15,65,

Коефіцієнт Подібності 2: 6,28,

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)

Реферат

Пояснювальна записка містить сторінок 94, таблиць 16, рисунків 37, використуваних літературних джерел 17.

Метою дослідження є визначити, описати, теоретично обґрунтувати та проаналізувати процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання».

Для досягнення поставленої мети вирішувалися наступні **завдання**:

На базі двигуна Д-240 розробити експериментальну установку, яка дозволить провести комплекс експериментальних досліджень робочого процесу дизельних двигунів 4Ч 11 / 12,5 при використанні водної інжекції.

Провести лабораторні випробування двигуна і польові випробування машинно-тракторного агрегату на базі тракторів класу 1,4 з застосуванням водної інжекції.

Дати техніко-економічну і екологічну оцінку застосування водної інжекції для дизельних двигунів в сільськогосподарському виробництві.

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

Предмет дослідження – професійна підготовка фахівців транспортної галузі з забезпечення оптимального регулювання відсоткового складу суміші паливди-зельного двигуна.

Наукова новизна полягає в тому, що удосконалено професійну підготовку фахівців транспортної галузі з забезпечення оптимального регулювання відсоткового складу суміші паливди-зельного двигуна.

Abstract

The explanatory note displays page 94, table 16, figures 37, used references 17.

The purpose of the research is to define, describe, theoretically justify and analyze the process of professional training of specialists in the transport industry, to develop a didactic project of an optional class on the topic "Improving the operation of a diesel engine on a mixture of diesel and biodiesel fuels through dynamic regulation".

To achieve this goal it is necessary to solve the following tasks:

1. On the basis of the D-240 engine, an experimental installation will be developed, which will allow conducting a set of experimental studies of the working process of diesel engines 4Ch 11 / 12.5 when using water injection

2. Research of a working cycle of the diesel engine at application of a water injection;

3. To determine the main parameters of the water injector atomizer and to conduct theoretical studies of the working process of the diesel engine 4Ch 11 / 12.5 when using water injection into the intake manifold.

The object of the study is the process of professional training of transport industry specialists in higher education institutions.

The subject of the study is the professional training of specialists in the transport industry to ensure optimal regulation of the percentage composition of the fuel-diesel engine mixture.

The scientific novelty is that the professional training of specialists in the transport industry has been improved to ensure optimal regulation of the percentage composition of the fuel-diesel engine mixture.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1. АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОФЕСІЙНОЇ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ.....	9
1.1 Проблеми транспортної галузі України	9
1.2 Формування мотивації навчальної діяльності в процесі професійної підготовки фахівців транспортної галузі	15
Висновки до розділу 1.....	20
2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ	21
2.1 Програма і загальна методика експериментальних досліджень	22
2.2 Устаткування, методи вимірювань і апаратура, що застосовуються при експериментальних дослідженнях	27
2.3 Методика обробки результатів експериментальних досліджень	38
Висновки по розділу 2.....	44
3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ	45
3.1 Результати лабораторних випробувань дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 при використанні суміші палив	45
3.2 Результати індіціювання дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 при використанні водної інжекції	56
3.3 Результати тягових випробувань машинно-тракторного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і стерньової сівалки СЗС-2,1.....	61
Висновки по розділу 3.....	74
4. ДИДАКТИЧНИЙ ПРОКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ.....	75
4.1 Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей).....	75
4.2 Перелік літературних джерел з теми.....	77
4.3 Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття.....	78
4.4 Аналіз базових умов навчання.....	82
4.5 Проектування мотиваційних технологій навчання.....	83
4.6 Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті.....	85
4.7 Проектування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті.....	86
4.8 Проектування контрольних дій з теми.....	87
4.9 Розробка сценарію факультативного заняття.....	88
Висновки до розділу 4.....	91
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94

ВСТУП

Масове використання двигунів внутрішнього згорання за останнє століття призвело до збільшення залежності від нафтових палив і стало однією з причин значного погіршення екологічного стану навколишнього середовища. Викиди шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів приблизно становлять 39% від усього обсягу шкідливих викидів, а у містах сягають 70 – 90%. Тому виникає необхідність переведення транспортних засобів на роботу на паливній суміші дизельного та біодизельного палива, для покращення екологічних та економічних показників транспортних засобів. Використання біодизельного палива дозволяє зменшити експлуатаційні витрати дизеля та залежність від традиційних нафтових палив, покращити екологічні показники двигуна. Для досягнення максимального ефекту від застосування біодизельного палива доцільно використовувати систему живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив в залежності від його режиму роботи, що вимагає встановлення додаткового обладнання, яке збільшує вартість двигуна.

Для якісного виконання цих завдань потрібні кваліфіковані фахівці.

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

Предмет дослідження – професійна підготовка фахівців транспортної галузі з забезпечення оптимального регулювання відсоткового складу суміші паливди-зельного двигуна.

Метою дослідження є визначити, описати, теоретично обґрунтувати та проаналізувати процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання».

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати актуальність професійної підготовки фахівців транспортної галузі.

2. Теоретично обґрунтувати, розробити дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання» для фахівців транспортної галузі.

Для досягнення мети, розв'язання визначених завдань використано такі 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 прозробки дидактичного проєкту факультативного заняття.

Наукова новизна полягає в тому, що удосконалено професійну підготовку фахівців транспортної галузі з забезпечення оптимального регулювання відсоткового складу суміші паливди-зельного двигуна.

Практична цінність роботи полягає в тому, що було розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання» для фахівців транспортної галузі.

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 ТРАСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

1.1. Проблеми транспортної галузі України

Роль транспорту полягає не лише у перевезенні вантажів та пасажирів – він служить свого роду двигуном економіки. За допомогою транспорту встановлюються зв'язки між регіонами держави та між країнами. Він сприяє розвитку різних гілок науки та появі нових.

Правильно продумані способи доставки вантажів та пасажирів, способи складування та добре сконструйовані термінали сприяють покращенню показників роботи транспорту та підприємств, до яких вони прикріплені.

Ефективна транспортна робота є одним із факторів зменшення витрат, що дозволяють знайти приховані резерви для подальшого зростання. Крім того, вона впливає на прийняття рішень керівництвом організації з питань використання сучасних наукових підходів до проблем, що виникають, та купівлі сучасної техніки та технологій.

Транспорт є сполучною ланкою всіх галузей народного господарства. Сьогодні підприємству постачається сировина – завтра перевозиться готовий товар безпосередньо до споживача або в різні місця продажу, чи то ринки, магазини, дилерські центри та ін.

Транспорт сприяє мобільності робочої сили в. Це проявляється у доставці робітників та службовців на місце роботи і назад, у міграції населення, а саме у процесах урбанізації та руралізації (процес, зворотний урбанізації, проявляється у розвинених країнах).

Міграція населення відбивається на економічній діяльності та ринку праці регіонів.

Відтік населення із сіл сприяє розвитку промисловості, будівництва, торгівлі. Приплив населення до міст знижує показники розвитку сільського

господарства, лісового господарства, рибальства, внаслідок зменшення робочої сили у сільській місцевості.

Крім цієї проблеми, яка опосередковано зачіпає транспорт, існують і інші, безпосередньо пов'язані з ним. Ці проблеми завжди будуть актуальними. Рішення їх сьогодні найбільш ефективними способами призводять завтра до знаходження нових прийомів подолання виникли труднощі. Це можна порівняти з технікою: сучасна техніка, що відповідає всім вимогам сьогодні, завтра – застаріла техніка із застарілими вимогами.

Для кожного виду транспорту характерні свої специфічні проблеми та загальні проблеми, що стосуються всіх видів відразу. Наприклад, для повітряного транспорту на сьогодні день однією зі специфічних проблем є скорочення кількості аеропортів та аеродромів у 2,5 рази, що спричинило закриття авіаліній. Проблемою, що стосується всіх видів транспорту, є низький рівень технічної виробничої бази, що постійно зростає вартість пально-мастильних матеріалів. Проблем, пов'язаних з автомобільним транспортом України, достатньо багато, але можна виділити найважливіші:

- низький рівень розвитку дорожньої мережі;
- безпека дорожнього руху;
- високий рівень шкідливого впливу на екологію;
- недоступність транспортних послуг у віддалених регіонах;
- низький технічний рівень виробничої бази та ін.

Низький рівень розвитку дорожньої мережі пов'язаний переважно з північними та аграрними районами країни. Через кліматичні умови в осінній та весняний періоди неможливо дістатися населених пунктів автомобільним транспортом. Зв'язок з ними здійснюється з допомогою повітряного чи водного транспорту. Тільки в зимовий період, коли сформуються зимники, можлива доставка вантажів та пасажирів на ці віддалені території по землі.

Для цілорічного зв'язку з північними районами Крайньої Півночі, республікою Якутія, Магаданської області та іншими районами заплановано будівництво меридіональних та широтних автодорожніх напрямків.

На сьогоднішній день вся мережа доріг розвинена недостатньо. Це відбивається на швидкому її зносі через нездатність дорожніх мереж з твердим покриттям впоратися зі збільшується потоком автомобілів. Ця проблема стосується дороги як федерального значення, так та регіонального.

Низька якість покриття доріг збільшує зношування автомобіля, тобто зменшується термін служби шин, амортизаторів, двигуна та інших частин, що тягне за собою збільшення витрат за статтею змінних витрат калькуляції собівартості: витрати на паливо, мастильні та інші експлуатаційні матеріали, витрати на відновлення зносу та ремонту шин та ін.

Збільшення витрат призводить до зростання собівартості, отже, до зростання вартості послуг.

Будівництво нових автомобільних доріг із твердим покриттям у віддалених регіонах сприяє розвитку автомобільної інфраструктури, що призведе до збільшення робітників місць. Крім цього, налагодиться цілорічний зв'язок не лише з віддаленими регіонами, а й з територіями сільської місцевості, де через кліматичні умови відсутній зв'язок із зовнішнім світом.

Рівень розвитку дорожньої мережі та безпека дорожнього руху тісно пов'язані між собою. Якість дорожнього покриття впливає не тільки на зношування автомобіля, а й на безпеку дорожнього руху. Для підвищення рівня транспортної безпеки в деяких регіонах країни впроваджено глобальну навігаційну супутникову систему ГЛОНАСС, що дозволяє стежити за пересуванням рухомого складу.

Крім навігаційної системи, існує система стеження втоми водія. Вона призначена для порівняння поведінки водія та траєкторії руху автомобіля з моменту початку руху протягом усієї поїздки. Дана система сприяє зниженню кількості аварій, пов'язаних із зниженням реакції водія через тривале керування транспортним засобом.

Ці системи повинні бути встановлені на всіх міських та міжміських автобусах та по всьому вантажному транспорті.

На таксомоторні перевезення діють такі ж закони, як і на всі інші види

перевезень. Проте, організації, що займаються даним видом перевезень, повинні встановлювати у свої автомобілі спеціальні утримуючі дитячі крісла або повинні оснащувати їх спеціальними утримуючими пристроями. За недотримання правил до відповідальності притягується не лише водій автомобіля, а й організація.

Крім дотримання правил дорожнього руху, слід також стежити за станом транспортних засобів. Фізично застарілі та відпрацювали свій нормативний термін служби транспортні засоби мають бути утилізовані, тобто підприємства мають посилити контроль виконання нормативних вимог експлуатації рухомого состава.

Однією з найважливіших проблем автомобільного транспорту є забруднення екології.

Вихлопні гази є сумішшю компонентів, в яких містяться повністю не перероблені вуглеводні. Велика концентрація цих речовин спостерігається у містах через пробки в години пік, що сприяє появі над містом смогу, що впливає на здоров'я мешканців та навколишнє середовище.

Ще однією проблемою, пов'язаною з автомобільним транспортом, є несприятливий вплив на довкілля. Для ефективного вирішення екологічної проблеми держава та автотранспортні підприємства мають скоординувати свої дії.

Наступною проблемою є відсутність транспортних послуг у віддалених регіонах. Є багато чинників, у зв'язку з якими автотранспортним підприємствам не вигідно надавати послуги деякі населені пункти. Компаніям не під силу здійснювати доставку до віддалених регіонів протягом усього року у зв'язку з погодно-кліматичними умовами. З цієї причини відправники вантажу в деякі населені пункти можуть відправляти вантажі лише кілька разів на рік та за наявності спеціальної техніки.

У віддалених регіонах погано розвинені дорожні мережі, протягом яких відсутні або розташовані далеко один від одного різні СТО і може бути відсутній телефонний зв'язок, що в У разі поломки техніки збільшує ризик залишатися протягом тривалого часу без допомоги. Це може спричинити значну затримку доставки вантажу в призначені терміни.

Понад те, існують вантажі різної складності: цінні, великовагові, небезпечні та інших.

Проблема полягає в тому, що не завжди можна доставити вантаж у цілості та безпеці від відправника до одержувача через неудоконалене дорожнє полотно, а віддаленість цих територій збільшує витрати на доставку вантажу.

Внаслідок цього споживач обирає найдешевший вид транспорту, такий як повітряний чи морський, оскільки вони можуть перевезти більшу кількість вантажу за найменшою ціною.

При здійсненні транспортування вантажів не завжди використовується один вид рухомого складу, що економічно не вигідним чинником для автотранспортних підприємств.

Дуже актуальною є проблема низького технічного рівня виробничої бази на автотранспортних підприємствах. Нині кожному автотранспортному підприємстві є достатньо різних типів рухомого складу з різними термінами експлуатації. У процесі експлуатації автомобіль піддається виходу з ладу з різних причин. Це веде до повної заміни рухомого складу, що потребує чималої кількості витрат. З цієї причини підприємства по можливості здійснюють часткову заміну окремих частин автомобіля.

Оскільки нині вдосконалюються автомобілі, умови перевезень, тип рухомого складу тощо. п., необхідна повна заміна парку з метою підвищення комфорту, яка в свою чергу впливає на якість послуг, що надаються. Для того, щоб покращити умови експлуатації, необхідно по черзі запровадити скорочення за віком експлуатації рухомого складу з використанням різних механізмів. Внаслідок цього вік автомобілів знизиться з 9 до 8 років до 2015 р., та з 6 до 5 років – до 2030 р.

Необхідно створювати нові мережі логістичних центрів лише на рівні регіонів.

За допомогою вдосконалених технологій ефективність функціонування автотранспортних підприємств збільшиться за умови поліпшення експлуатаційних показників. Впровадження електронного бронювання квитків та

впровадження системи, за якої оплата квитків здійснюється безконтактно, підвищить ефективність автотранспортних підприємств.

Важливими факторами є запровадження систем контролю руху, обмежувачів швидкості, модернізація та вдосконалення дорожніх мереж, впровадження систем диспетчування.

та ін. Крім того, на ефективність роботи транспорту впливає зайнятість населення.

Зростання числа конкурентів на ринку вимагає від підприємств підвищення рівня якості, що передбачає оновлення та модернізацію рухомого складу, регулярне та безпечне надання послуг. Підвищення рівня якості перевізники можуть досягти важко, оскільки складність та безпека руху та часткова заміна парку лише погіршує ситуацію.

Для того щоб йшло збільшення пасажирообігу, необхідно мати переваги перед підприємствами-конкурентами, такі як швидкість, пропускна спроможність, надійність рухомого складу та ін. транспортні послуги.

Економіка країни, пов'язана з проблемами автомобільного транспорту, несе величезні втрати. Не справляються з зростаючим автомобільним потоком державні, регіональні та місцеві дорожні мережі різко обмежують доступ до віддалених територій, що впливає на пасажирооборот і вантажообіг.

Одним із недоліків існуючої транспортної системи є її моноцентрична структура, замкнута на Київ.

Низький рівень технічного стану рухомого складу збільшує видатки паливо, сприяє зростанню витрат, вкладених у відновлення чи заміну деталей. Застаріла техніка негативно впливає на довкілля. Шкідливі викиди в атмосферу згубно впливають на здоров'я людини. Крім зниження вантажообігу та пасажирообігу внаслідок старіння транспортних одиниць зростає ймовірність виникнення аварійних ситуацій на дорозі.

Автомобільний потік, що збільшується, і застарілий рухомий склад негативно відбивається на увазі водія, що підвищує можливість зіткнень транспортних засобів.

Для зниження аварійності у вантажних автомобілях та автобусах як міських, так і міжміських напрямків мають бути встановлені спеціальні системи стеження.

На сьогоднішній день усі перелічені проблеми більшою мірою пов'язані з недофінансуванням. Зростання інвестиційних вкладень у розвиток автомобільного транспорту має базуватися на залученні приватних інвестицій та формуванні дорожніх фондів.

1.2. Формування мотивації навчальної діяльності в процесі професійної підготовки фахівців транспортної галузі

Основою будь-якої діяльності є мотив. Мотив це спонукання до досягненню мети. У свою чергу, мета це передбачуваний результат, представлений і усвідомлений людиною. Ефективність навчального процесу в ЗВО загалом пов'язана з тим, наскільки висока мотивація навчальної діяльності, мотивація оволодіння знаннями в рамках майбутньої професії у студентів. Особливістю навчання є та обставина, що змусити вчитися не можна, необхідна наявність у учня бажання – мотивації навчальної діяльності.

Особливого значення у створенні позитивної мотивації грає можливість керування процесом пізнавальної діяльності. Кожен об'єктивно, що навчається, повинен бути поставлений в умови, коли він не просто зчитує інформацію з комп'ютера чи підручника, а змушений шукати найбільш значущу її частину. Можливості активного самоконтролю дозволяють учню виявляти ступінь неузгодженості між заданою для засвоєння інформацією та фактично засвоєною. При цьому процес знімання матеріалу посилюється за рахунок включення до нього ряду розумових операцій і, зокрема, порівняння та узагальнення. Такий процес протікає на слідах гнучкої короткочасної пам'яті, що дозволяє учню швидко коригувати свою відповідь і виправляти допущені помилки, що підвищує розумову активність, забезпечує організацію та підтримку уваги.

Цілі навчальної діяльності виражаються такими поняттями як: здобуття професії; отримання знань та умінь; отримання диплома; отримання хорошої роботи у майбутньому, престижу, кар'єри тощо. Існує прямий кореляційний

зв'язок між спрямованістю на набуття знань та успішністю навчання. Найбільший вплив на академічні успіхи надає пізнавальна потреба у поєднанні з високою потребою в досягненні. Студенти, орієнтовані отримання знань, характеризуються високою регулярністю навчальної діяльності, цілеспрямованістю, сильною волею та ін.

Ті ж, хто орієнтований на здобуття професії часто виявляють вибірковість, ділячи дисципліни на «потрібні» і «не потрібні» для них професійного становлення, що може позначатися на академічній успішності. Установка отримання диплома робить студента ще менше розбірливим у виборі коштів на шляху до його отримання – нерегулярні заняття, «штурмівщина», шпаргалки тощо.

У нинішніх умовах нерозвиненості ринку праці, відсутності чи недостатньої виразності «попиту на знання» з боку роботодавців, відсутності діяльної участі суспільства у працевлаштуванні молодих фахівців та явному надлишку випускників з вищою освітою студенти ЗВО, найчастіше, не зовсім чітко усвідомлюють своє місце в суспільстві після закінчення ЗВО. Вони не знають, в якій сфері економіки їм доведеться працювати, які знання та вміння будуть потрібні в майбутньому. Навіть студенти 5-го курсу на запитання «куди підете працювати після отримання диплома» не можуть дати зрозумілої відповіді. Можна лише здогадуватись, наскільки ґрунтовними були б відповіді на це запитання у студентів 1-го курсу.

У цих умовах ЗВО не повинен виступати статистом, а активно формувати ці мотиви, позначаючи цілі навчальної діяльності. Для того щоб студент посправжньому включився в роботу, потрібно, щоб завдання, які ставляться перед ним у ході навчальної діяльності, були зрозумілі та набули значущості для нього.

Студент повинен бути зацікавлений у досягненні конкретної мети, ясною і зрозумілою як викладачам, а й йому самому. Не можна вивчати якусь дисципліну лише задля отримання позитивної оцінки. Кожна дисципліна логічно збалансованої навчальної системи має бути спрямована на вирішення будь-якої приватної задачі, яка є невід'ємною частиною всього навчального процесу.

Існують в ЗВО і демотивуючі фактори, основними з яких є:

- нецікаве, формальне викладання;
- необ'єктивність оцінок, їхня велика залежність від суб'єктивного думки викладача;
- перевантаження, надмірна різноманітність предметів та завдань;
- відсутність ясного, прямого зв'язку дисциплін, що вивчаються, з майбутньою роботою.

Одним з основних спонукальних мотивів у навчальній діяльності може стати підсумкова атестація – випускна кваліфікаційна робота (ВКР).

Випускна кваліфікаційна робота, це насамперед навчальна робота, якої ясно і зрозуміло демонструється логічний зв'язок усіх дисциплін навчального плану. Для якісного виконання ВКР мають бути використані ВСІ знання, навички та вміння, отримані студентом під час навчання в університеті. ВКР у свідомості студента має асоціюватися не з документом, який можна придбати за подібною ціною, а з тривалим процесом, дуже цікавим та змістовним. Для цього весь навчальний процес має бути побудований так, щоб при вивченні кожної дисципліни студент шукав у ньому відповіді на вирішення одного головного завдання - виконання випускний кваліфікаційної роботи чи дипломного проекту. Саме так збудовано всі Істотні системи навчання давнини та сучасності.

Студенту може надаватися право вибору теми випускний кваліфікаційної роботи у порядку, встановленому ЗВО, аж до пропозиції своєї тематики з необхідним обґрунтуванням доцільності її розробки. Для підготовки випускний кваліфікаційної роботи студенту призначається керівник та, за умови потреби, консультанти. Бакалаврські роботи можуть ґрунтуватися на узагальненні виконаних курсових робіт та проектів та підготовлятися до захисту у завершальний період теоретичного навчання».

У зв'язку з цим необхідно кардинально змінити наш традиційний підхід до виконання випускних кваліфікаційних робіт із формуванням та видачею тем ВКР за півроку до захисту. Для цього потрібно видавати тему ВКР (або напрямок на проектування) вже на 2... 3 курси. Формально це має супроводжуватись

прикріпленням студента до керівника ВКР або до певної наукової групи. Після цього весь обсяг самостійної роботи студента має бути орієнтований на вирішення завдань у межах напряму випускної кваліфікаційної роботи під керівництвом двох викладачів, перший (керівник ВКР) визначає стратегічне завдання спрямування ВКР, другий – (викладач дисципліни) тактичне (приватне) завдання.

Це дозволить підняти престиж керівників ВКР та стимулювати викладачів кафедр, що не випускають, на розробку навчальних програм, орієнтованих на специфіку напряму підготовки та в цілому буде сприятиме підвищенню якості підготовки інженерів транспорту. У у цьому випадку випускаюча кафедра, яка відповідає за якість випускників, є замовником педагогічних послуг з боку кафедр гуманітарного, природничо і загальноінженерного профілів.

Успішна реалізація зазначеної логіки підготовки та захисту ВКР можлива лише за умови наявності у всіх учасників процесу (студент, викладачі дисциплін, керівник ВКР, члени державної атестаційної комісії) чіткої відповіді на такі питання:

1. Що таке "Випускна кваліфікаційна робота"?
2. Які знання, уміння та навички (усі, зазначені в державному освітньому стандарті, або тільки частина з них) продемонструвати студент при поданні ВКР та її захисті?
3. Яка структура, зміст та глибина аналізованих питань у ВКР?
4. Який обсяг, зміст та оформлення графічного матеріалу?
5. Якими є критерії якості підготовленої до захисту ВКР?
6. Якими є критерії якості захисту ВКР?

У цих умовах особливого значення набуває самостійна робота студента та роль викладача в організації цієї роботи. Жодні, навіть найдосконаліші навчальні методики не працюватимуть без відповідного навчально-методичного забезпечення та викладачів, мають мотивацію на якісну реалізацію цих методик.

Навчально-методичне забезпечення організації, виконання та захисту ВКР має включати як мінімум:

1. Положення про випускню кваліфікаційну роботу з відповідних напрямів та рівнів підготовки, що містить:

a. визначення випускної кваліфікаційної роботи з профілів підготовки ААХ та СТТМ;

b. структуру типових тем та приблизну структуру змісту випускних кваліфікаційних робіт з відповідних напрямкам (проектування АТП та СТОА, конструкторські, технологічні, дослідні тощо) з докладним описом глибини опрацювання питань кожного розділу;

c. критерії оцінки якості випускних кваліфікаційних робіт.

2. Методики виконання всіх розділів випускних кваліфікаційних робіт.

Основною рушійною силою будь-якою освітньою системою є викладач. На тлі скорочення аудиторних занять та збільшення часу самостійної роботи на перший план у підготовці інженерів виходить індивідуальна робота. Однак ефективність організації самостійної роботи, індивідуальної роботи, навіть аудиторної роботи не можна оцінювати лише кількістю відпрацьованих годин. Головним є не кількість відпрацьованих годин, а що ж студент отримав у результаті спілкування з викладачем.

Тому логічним продовженням теми мотивації освіти є обговорення мотивованості праці викладацького складу вишів. На сьогоднішній день основними факторами мотивації (зростання заробітної плати) праці професорсько-викладацького складу ЗВО є зростання аудиторного годинника, захист дисертації та отримання вченого звання. При цьому зовсім необов'язковий збіг напрямку наукових, науково-методичних та методичних праць з направленням викладаних дисциплін. Здобуття наукового ступеня та звання ставити педагога на певний постійний рівень фінансового забезпечення, абсолютно не стимулює подальше професійне зростання.

Система оцінки праці викладачів має бути безпосередньо прив'язана до якості кінцевого продукту ЗВО – затребуваного на ринку праці інженера, адекватного сучасним реаліям виробництва та економіки.

Робота на ставку, наявність наукового ступеня та звання мають бути

обов'язковими мінімумом для роботи у вуподальше зростання заробітної плати має бути поставлений у пряму залежність від професійного зростання викладача за поточний період (навчальний рік) зростання можна (наприклад) виробляти за такими критеріями:

- Наявність, повнота та актуальність навчально-методичних комплексів з дисциплін, що викладаються;
- Наявність, кількість та актуальність методичних, науково-методичних та наукових публікацій, пов'язаних з викладаною дисципліною;
- Наявність, кількість та успішність в освоєнні дисциплін студентів, прикріплених до викладача як до керівника випускного кваліфікаційної роботи (успішність, участь на конференціях, наявність публікацій);
- рівень підготовлених випускних кваліфікаційних робіт (участь у конкурсах, отримання призових місць);
- затребуваність випускника (працевлаштування, продовження навчання у магістратурі).

Висновки до розділу 1

У цьому розділі розглянуто найважливіші проблеми автомобільного транспорту: поганий стан дорожньої мережі, безпека дорожнього руху, несприятливий вплив на навколишнє середовище, великий знос транспортних засобів, недоступність транспортних послуг віддалених районах та ін. Зазначено, що економіка країни, пов'язана з проблемами автомобільного транспорту, зазнає величезних втрат. Для вирішення проблем необхідне фінансування, зокрема залучення приватних інвестицій та формування дорожні фонди.

Сказане в межах цього розділу не є спробою критики існуючої на сьогоднішній день окремих засад освітньої системи і тим більше закликом до революції.

Тільки ми можемо задати тон та правильний напрямок майбутніх реформ питання, що стосуються навчальної та трудової мотивації, будуть актуальними у будь-яку освітню систему, націлену на ефективність.

2. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ДОСЛІДЖЕНЬ

В ході проведення експериментальних досліджень були визначені вихідні дані, необхідні для побудови математичної моделі, яка розкриває вплив водної інжекції на ефективні показники роботи тракторного дизеля і, в кінцевому підсумку, на підвищення ефективності використання МТА в сільському господарстві.

За базу для експериментальної установки був використаний МТА в складі трактора МТЗ-82 і однієї секції зернотукової стерньової сіялки - культиватора СЗС-6 (СЗС-2,1). Обґрунтуванням для вибору експериментальної установки стало те, що в даний час трактори тягового класу 1,4 є основними енергетичними засобами в сільськогосподарському виробництві, які широко використовуються при проведенні посівних робіт. Вибір зернотукової стерньової сіялки-культиватора СЗС-2,1 виробництва ВАТ ЦК ТФПГ «Сібагромаш» обґрунтовується природно-кліматичною зоною її застосування і широким діапазоном зміни тягового опору в залежності від глибини загортання насіння (глибини обробки ґрунту), що робить її дуже зручною для створення експериментального макета машинно тракторного агрегата, який володіє великим тяговим опором.

Технічні характеристики експериментального трактора МТЗ-82 і зернотукової стерньової сіялки-культиватора СЗС-6 представлені в Додатках. Експериментальні дослідження були проведені на основі стандартних методик, викладені в державних стандартах, що поширюються на випробування і експлуатацію сільськогосподарських машин і тракторів.

Лабораторні дослідження робочого процесу двигуна 4Ч 11 / 12,5 були проведені на модернізованому гальмівному стенді КИ-1363В. Проведення тягових випробувань здійснювалося на агрофоні стерня зернових колосових культур.

2.1 Програма і загальна методика експериментальних досліджень

У відповідність з поставленими завданнями експериментальних досліджень, передбачалося:

– експериментальне визначення значень вихідних параметрів для математичної моделі впливу водної інжекції на підвищення ефективності використання сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів (стосовно до МТА в складі трактора МТЗ-82 і секції зернотукової стерньової сівалки-культиватора СЗС-2,1). Зокрема були визначені наступні параметри:

а) тяговий опір стерньової сівалки-культиватора СЗС-2,1;

б) параметри стану навколишнього середовища (температура і вологість повітря, атмосферний тиск) і характеристики агрофона (вологість ґрунту, ухил місцевості);

в) буксування рушіїв; коефіцієнти зчеплення і опору якості;

– експериментальна перевірка отриманих раніше теоретичних залежностей, які розкривають вплив водної інжекції на підвищення потужності і паливної економічності дизельного двигуна, а також на поліпшення екологічних показників роботи сільськогосподарських тракторних агрегатів.

Експериментальні дослідження були проведені в три етапи. Структурна схема експериментальних досліджень представлена на рисунку 1.1.



Рисунок 2.1 - Структурна схема експериментальних досліджень

Перший етап - стендові випробування тракторного дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 (Д-240). Експериментальні дослідження були проведені на модернізованому гальмівному стенді КІ-1363В. Технічна характеристика гальмівного стенда представлена в Додатках Г і Д. Вибір гальмівного стенду був обґрунтований тим, що електричні гальма мають ряд переваг порівняно з механічними і гідравлічними, тому вони знайшли найширше застосування в практиці проведення випробувань. Гальма цього типу забезпечують плавно

регульовану і стійку навантаження для випробуваного двигуна в достатньо широкому діапазоні швидкісних режимів. Крім того, вони можуть бути доопрацьовані автоматизованою системою управління і застосовуватися на випробувальних стендах з програмним управлінням і записом досліджуваних процесів, що дозволяє в подальшому застосувати автоматизовану обробку отриманих результатів випробувань.

Лабораторні випробування включали в себе зняття серії навантажувальних і зовнішніх швидкісних характеристик двигуна 4Ч 11/12,5 при різних обсягах подачі води методом інжекції у впускний колектор двигуна (в систему живлення повітрям) із застосуванням індіціювання двигуна.

Другий етап - польові випробування. З метою мінімізації числа дослідів, що проводяться за умови збереження достатньої точності і достовірності результатів вимірювань на даному етапі експериментальних досліджень була використана методика активного планування експерименту [15].

На відміну від звичайних, традиційних, пасивних експериментів, при постановці яких в кожному окремому досліді варіюється тільки один фактор, активні експерименти мають наступні переваги:

1) активний експеримент, внаслідок кращої організації і проведення, дозволяє отримати результати, що задовольняють всім необхідним вимогам до вихідної інформації для подальшого проведення багатовимірного регресійного аналізу, який, як відомо, досить чутливий до їх дотримання;

2) план проведення експериментів дозволяє максимально спростити обробку їх результатів, які проводяться оскільки складається заздалегідь, перед початком проведення дослідів;

3) при активному експериментуванні оптимальне використання факторного простору дозволяє при мінімальних витратах (мінімальній кількості дослідів) отримати максимум інформації про досліджуваному явищі (фізичному об'єкті дослідження);

4) при плануванні екстремальних експериментів, крім апроксимації функції відгуку (побудови емпіричної залежності), можливо попутне рішення

інших завдань, наприклад, пошук максимуму або мінімуму (екстремуму), пошук параметрів оптимального управління процесами;

5) методи активного планування експериментів дозволяють досвідченим шляхом зробити ранжування досліджуваних факторів за ступенем їх впливу на функцію відгуку;

6) активне експериментування дозволяє методами дисперсійного аналізу отримати математичний опис досліджуваних явищ і процесів, які залежать від якісних факторів;

7) активне планування експерименту, за рахунок використання методу «чорного ящика» дозволяє математично описувати і вивчати процеси і явища навіть при неповному знанні їх механізму.

Таким чином, активні експерименти являють собою сучасний потужний засіб дослідження технологічних процесів у сільському господарстві. Область застосування активного планування експериментів поширюється на всі явища і процеси, які залежать від керованих факторів, тобто таких чинників, які можна змінювати і підтримувати на певних рівнях. Р. Фішер уже в 30-х роках минулого століття використовував методи активного планування експериментів стосовно вирішення агробіологічних завдань. Їм же були розроблені основні методи дисперсійного аналізу, що дозволяють врахувати вплив на функцію відгуку як кількісних, так і якісних факторів. Великий внесок у подальший розвиток ідей і методів планування експериментів належить Боксу, його співробітникам, учням і послідовникам: Вілсона, Хантеру, Бенкіну і ін.

На підставі вищевикладеного, в основу плану польових випробувань експериментально машинно-тракторного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і зернотукової стерньової сівалки-культиватора СЗС-2,1 був покладений дворівневий план другого порядку Бокса-Бенкіна. Етап включав тягові іспити дослідного зразка експериментального сільськогосподарського посівного агрегату з фіксуванням основних параметрів стану зовнішнього середовища і агрофона, і вимірюванням параметрів тягової динаміки і паливної економічності. На підставі результатів теоретичних досліджень апріорним ранжируванням

чинників в якості основних змінних параметрів були визначені: X_1 -швидкість руху МТА; X_2 -тягове зусилля на гаку трактора.

Досліджувані параметри варіювалися на трьох рівнях. Призначення рівней варійованих параметрів і визначення їх меж виконувалося виходячи з рівності інтервалів між рівнями. Межі варіювання параметрів бралися з умов реального функціонування МТА і не перевищували їх максимальних значень. При побудові регресійних математичних моделей досліджуваних експериментальний МТА був представлений як «чорний ящик». Матриця проведення експериментальних досліджень по дворівневному плану другого порядку Бокса-Бенкіна представлена в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Матриця дворівневого плану другого порядку Бокса-Бенкіна

Рівень варіювання факторів	Змінні параметри	
	X_1 - швидкість руху агрегату, км / год (м / с)	X_2 - тягове зусилля на гаку трактора, тс (кН)
Верхній рівень (+)	-1 - 3 передача	-1 - глибина посіву 5 см
основний рівень (0)	0 - 4 передача	0 - глибина посіву 10 см
нижній рівень (-)	+1 - 5 передача	+1 - глибина посіву 15 см
номер досліджу		
1	+	+
2	-	-
3	+	-
4	-	+
5	+	0
6	-	0
7	0	0
8	0	0
9	0	0

Для забезпечення можливості ймовірнісної оцінки його математичної моделі, а також підвищення точності результатів експериментальних досліджень, досліди проводилися з трьох, п'ятикратної повторності, в залежність для мости від точності одержуваних результатів вимірювань. Серії польових випробувань проводилися протягом одного - двох днів, що дозволило знизити або повністю виключити вплив тимчасового дрейфу і забезпечити порівнянність отриманих результатів. Крім того, рух випробуваного МТА вироблялося в прямому і зворотному напрямках, що дозволило виключити вплив ухилу місцевості.

Третій етап - порівняльні господарські випробування. Експериментальні дослідження проводились з залученням провідних фахівців з механізації сільськогосподарських робіт шляхом безпосереднього виконання технологічної операції.

2.2 Устаткування, методи вимірювань і апаратура, що застосовуються при експериментальних дослідженнях

Відповідно до розробленої загальної методикою досліджень експерименти були проведені в два етапи:

- лабораторні - зняття навантажувальних і зовнішніх швидкісних характеристик двигуна 4Ч 11/12,5 при інжекції різних масово-об'ємних часток води у впускний колектор;
- польові - проведення тягових випробувань дослідного зразка сільськогосподарського посівного машинно-тракторного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і стерньової сівалки СЗС-2,1 по стерні кормових культур.

Відповідно до програми експериментальних досліджень були вибрані методи виміру і визначені місця установки датчиків, розробленої конструкції струмознімачів і схеми вимірювання окремих параметрів.

Лабораторні випробування. Лабораторні випробування проводилися в середовищі з активною вентиляцією при температурі навколишнього повітря, що не перевищує 20 ... 30° С. Атмосферний тиск було зафіксовано в межах 90 ... 100 кПа (675 ... 760 мм рт. Ст.). Значення параметрів роботи двигуна (величина крутного моменту, частота обертання колінчастого вала двигуна і витрата палива) визначалися одночасно. Час вимірювання витрати палива складало не менше 30 с. Досліди проводилися відповідно до рекомендацій ДСТУ 18509-88.

Перед початком проведення випробувань було проведено калібрування гальмівного стенду і приладів. При проведенні вимірювань фіксувалися температури:

- подаване в двигун повітря (вимірювання проводилися на відстані не більше 0,15 м від вхідного отвору в очисник повітря);

- відпрацьованих газів двигуна (вимірювання проводилися на відстані не більше 0,10 м за вихідним фланцем випускного трубопроводу);
- охолоджуючої рідини і масла в картері двигуна;
- дизельного палива (на вході в паливну систему двигуна).

Фіксувалося також атмосферний тиск і тиск відпрацьованих газів (На відстані не більше 0,10 м від вихідного фланця випускного трубопроводу). Випробувальний стенд додатково був обладнаний пристроєм для подачі води у впускний колектор експериментального двигуна 4Ч 11/12,5 (рисунок 2.2).



Рисунок 2.2 - Пристрій для подачі води у впускний колектор експериментального двигуна 4Ч 11/12,5

Подача води здійснювалася під тиском, створюваним електричним відцентровим насосом. Синхронність управління подачею води в залежності від навантаження на гальмі забезпечувалася за допомогою механічного зв'язку редуктора рідинного реостата з кульовим краном на водяній магістралі системи водної інжекції (рисунок 2.3).



Рисунок 2.3 - Система управління подачею води в залежності від навантаження на гальмі

Замір витрати палива здійснювався масовим способом. З метою підвищення ефективності точності замір витрати води здійснювався масовим і об'ємним способами одночасно.

При випробуванні двигуна був використаний електричний гальмівний стенд КІ-1363В ГОСНИТИ. Технічна характеристика гальмівного стенда представлена в Додатку.

Дослідження робочого процесу (індіціювання) здійснювалося за допомогою п'єзоелектричного датчика тиску, який був встановлений в першому циліндрі експериментального двигуна (рисунок 2.4). З огляду на те, що показання п'єзоелектричного датчика в значній мірі залежать від нагрівання чутливості елемента, датчик був забезпечений системою охолодження. Представлений на рисунку 1.4, система охолодження дозволяла забезпечити стабільну температуру п'єзоелектричного датчика протягом всього досвіду.

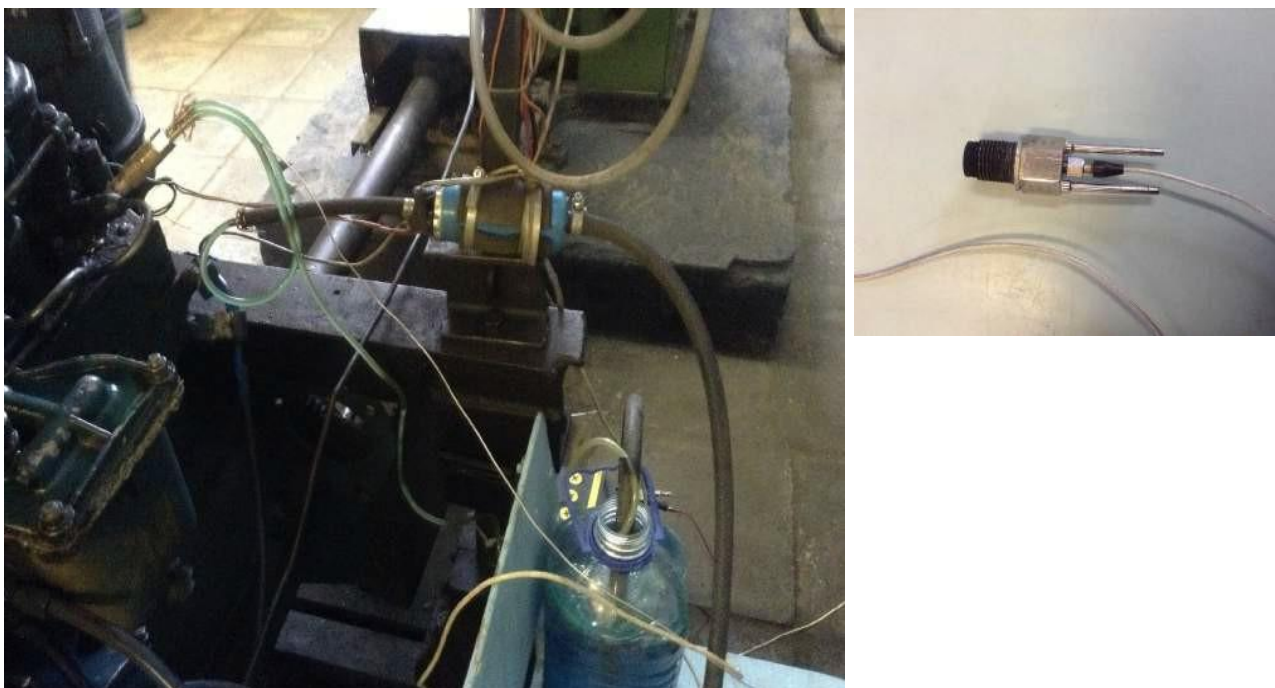


Рисунок 2.4 - П'єзоелектричний датчик тиску з системою охолодження

Посилення сигналу здійснювалося за допомогою розробленого самостійно підсилювача (рисунок 2.5). Посилений сигнал передавався на аналого цифровий перетворювач (АЦП) LA-50 USB (рисунок 2.6). Запис сигналу здійснювався персональним ПК (notebook) за допомогою програмного забезпечення, що додається розробником до аналого цифрового перетворювача.

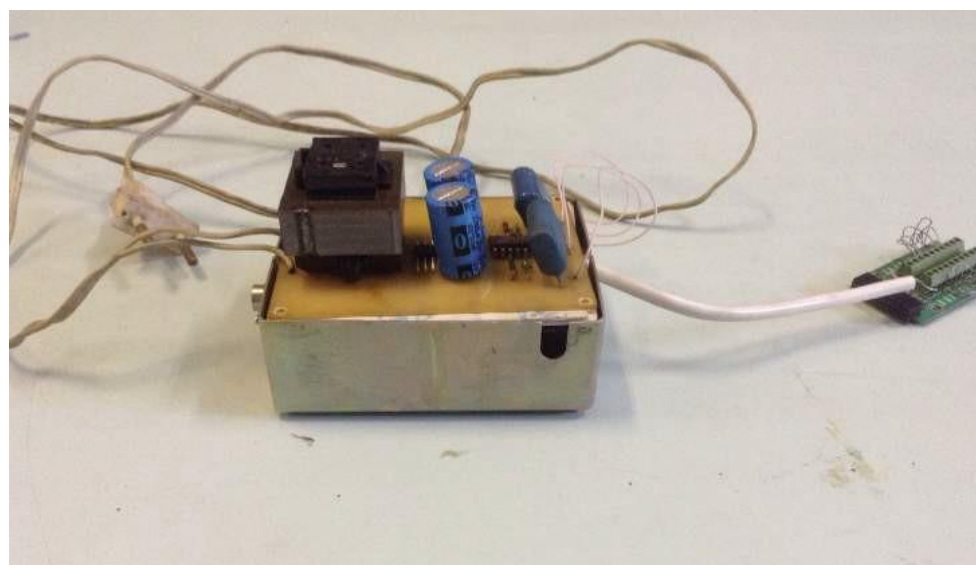


Рисунок 2.5 - Підсилювач сигналу п'єзоелектричного датчика



Рисунок 2.6 - Аналого-цифровий перетворювач ЛА-50 USB

Використовувана при проведенні досліджень плата АЦП супроводжувалася індивідуальним метрологічним паспортом, в якому були вказані результати її калібрування за параметрами згідно ГОСТ 24736-81, ГОСТ 8.009-84. Знання цих характеристик дозволило більш коректно вирішити задачу застосування АЦП в проведених дослідженнях по індиціюванню двигуна і дало можливість до проведення експерименту оцінити похибки, що вносяться всім аналогово-цифровим каналом в кінцевий результат вимірювання.

Для підвищення надійності проведення замірів паралельно використовувався діагностичний комплекс MotoDoc III, розроблений QUANTEX Laboratory (рисунок 2.7 ... 2.9), який був виконаний у вигляді приставки до комп'ютера. За допомогою набору сполучних кабелів і датчиків прилад підключався до досліджуваного двигуна. Датчик тиску в циліндрі двигуна діагностичного комплексу MotoDoc III (рисунок 2.7) виготовлений за технологією «кремній на сапфірі», що забезпечило якісні характеристики заміряються сигналів, а титанова мембрана дозволила датчику працювати в агресивному середовищі відпрацьованих газів.



Рисунок 2.7 - Датчик тиску діагностичного комплексу MotoDoc III



Рисунок 2.8 - Центральний (електро-ний) блок діагностичного комплексу MotoDoc III

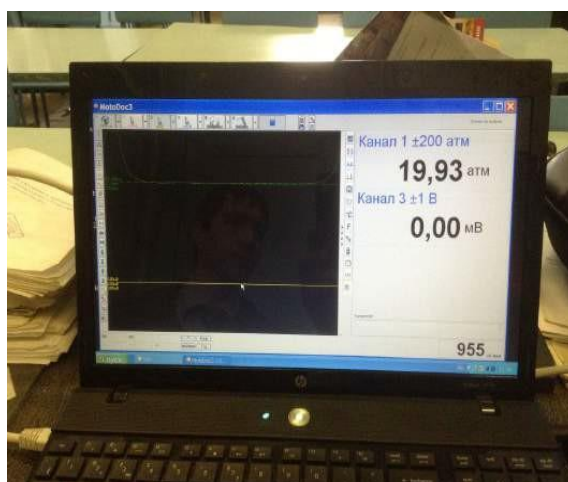


Рисунок 2.9 - Реєстрація показань діагностичного комплексу

MotoDoc II Живлення приладу здійснювалося від акумулятора. Потрібно особливо відзначити, що мотор-тестер MotoDoc III здатний працювати в дуже широкому діапазоні живлення напруг (від 7,0 до 30,0 В), без спотворень вихідного сигналу. Дана обставина була дуже важливим при проведенні випробувань, які мали достатню тривалість в часі. Крім того, мотор-тестер MotoDoc III гальванічно розв'язаний з комп'ютером, що також значно підвищило ступінь захисту реєструючого обладнання під час проведення лабораторних випробувань двигуна.

Для визначення токсичності відпрацьованих газів дизельного двигуна був використаний газоаналізатор ГИАМ-27-02, в якому був застосований оптико-абсорбційний метод аналізу газів, заснований на зміні поглинання інфрачервоної енергії випромінювання аналізованих компонентом. Газоаналізатор ГИАМ-27-02 призначений для визначення вмісту окису вуглецю (СО) і вуглеводнів (СН) (по гексані) у відпрацьованих газах дизельних двигунів. Основні технічні можливості газоаналізатора представлені в таблиці 2.2. Таблиця 2.2 - Технічна характеристика газоаналізатора ГИАМ-27-02

показник	Діапазон вимірювань
Об'ємних часток СО, %	0,0 - 0,5
Об'ємних часток СН, ppm	0,0 - 5000,0
Об'ємних часток СО ₂ , %	0,0 - 16,0
частота обертання колінчастого вала двигуна, хв ⁻¹	500,0 - 9900,0
Час встановлення показань, з	не більше 10
Час безперервної роботи без коригування показань, ч	не менше 8
напруга харчування, В: – від мережі змінного струму;	220

Межі основної зведеної похибки для вимірювання вмісту СО, СН і СО₂ газоаналізатором ГИАМ-27-02 становили не більше $\pm 5\%$. Час встановлення показань складала не більше 10 с, що значно менше часу, що витрачається на замір витрати палива (не менше 30 с) при проведенні основної серії дослідів. Дана обставина дозволила вести заходи токсичності відпрацьованих газів паралельно і значно прискорило проведення експериментальних досліджень без

шкоди їх якості. Димність відпрацьованих газів визначалася за допомогою графічного димоміра «Инфракар- Д» версії 1.00.0002 (виробництво ЗАТ «Альфа-динаміка Хімавтоматика») (ри- Сунок 2.10).



Рисунок 2.10 - Димомір графічний «Инфракар-Д»

Коротка технічна характеристика димоміра «Инфракар-Д» представлена в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Технічна характеристика димоміра графічного «Инфракар-Д»

показник	Діапазон вимірювань
межа абсолютної похибки, 1 / м при $K = 1,6 \dots 1,8$ 1 / м	$\pm 0,05$
межа основної зведеної похибки, %	$\pm 1,0$
Час спрацювання, з	не більше 1,5
Температура оточуючого повітря, при якій забезпечується нормальна робота приладу, °С	0 - 35

Проведення комплексних польових експериментальних досліджень здійснювалась із застосуванням електричних методів вимірювання [49, 73, 83], котрі дозволяють добиватися достатньої точності при застосуванні однотипної вимірювальної апаратури, а також провести оцифрування вихідного сигналу. Загальний вигляд експериментальної установки на базі трактора МТЗ-82 і стернової сівалки СЗС-2,1 представлений на рисунку 2.11.



Рисунок 2.11 - Загальний вигляд експериментальної установки на базі трактора МТЗ- 82 і стерньової сівалки СЗС-2,1

В процесі проведення польових експериментальних досліджень замірювалися наступні параметри:

а) аналогові канали на основі тензотриування:

- поздовжня складова тягового зусилля на гаку трактора - РКР;

б) аналогові канали без тензотриування:

- електронний паливомер - Гт;
- частота обертання колінчастого вала двигуна (тахогенератор) - пд;
- витрата води - V_L ;
- токсичність відпрацьованих газів (CO , CO_2 , CH_x);
- димність відпрацьованих газів;

в) реєструються величини:

- температура навколишнього середовища;
- атмосферний тиск.

Тягове зусилля на гаку трактора визначалося за допомогою тензотриу, що дає можливість фіксувати динаміку швидкоплинних процесів, на рисунку 2.12 представлено тензозвено.

Крім того, нами були також використані електронний лічильник витратомір дизельного палива КОРТ-1 (ІП-263) і колієвимірювальними колесо (рисунок 1.13) від цього виробника вимірювальної апаратури. Коротка

технічна характеристика електронного лічильника-витратоміра дизельного палива КОРТ-1 (ІП-263) представлена в таблиці 1.4



Рисунок 2.12 - Тензозвено для виміру тягового зусилля на гаку трактора



Рисунок 2.13 – колієвимірювальне («П'яте») колесо

Таблиця 2.4 - Коротка технічна характеристика електронного лічильника витратоміра дизельного палива ІП-263

показник	діапазон вимірів
Діапазон вимірювання витрати палива, л / год	від 4 до 200
Діапазон плинності палива, мм ² / с	від 1 до 20
Роздільна здатність реєструючого пристрою, см ³ / імп.	встановлюється індивідуально в діапазоні від 1 до 10
Ціна імпульсу датчика, см ³	3,1
Похибка вимірювання, %	не більше ± 1,0
Незалежна пам'ять, КБ	32
Діапазон робочих температур реєструючого пристрою, °З	від 0 до +50
Діапазон температур, вимірюваний температурним датчиком, °З	від -55 до +125
Напруга, В	12 і 24

Вимірювальне - реєструюча апаратура була зібрана в один комплекс і

змонтована на експериментальному тракторі. Як джерело живлення були використані: штатна генераторна установка і акумуляторна батарея 6СТ-125. З метою гасіння вібрації комплекс вимірювально-реєструючої апаратури був встановлений на гумові амортизатори.

Реєстрація температури навколишнього середовища і атмосферного тиску переводилася безпосередньо на місці проведення випробувань і уточнювалася за даними районної метеостанції.

Перед початком проведення польових випробувань і по їх закінченні проводилася перевірна тарировка тензоузла (тяговий опір на гаку трактора). Тарировка проводилася шляхом ступеневої додатки статичних навантажень. На підставі отриманих даних будувався графік і визначався масштабний коефіцієнт.

Апроксимація даних, отриманих в результаті тарировки тензвена, проводилася методом найменших квадратів за лінійною залежністю.

У процесі підготовки і проведення експериментальних досліджень були проведені наступні роботи:

- установка водного інжектора на дизельний двигун експериментального трактора (рисунок 2.14);



Рисунок 2.14 - Водний інжектор, встановлений на експериментальному тракторі МТЗ-82

- вибір і розмітка дослідної ділянки (відповідно до ГОСТ 7057-81 «Трактори сільськогосподарські. Методи випробувань»);
- прогрів комплексу вимірювально-реєструючої апаратури;

- визначення режиму руху МТА згідно з планом проведення експериментальних досліджень;
- виконання вимірів для відповідного виду руху з увімкненим комплексом вимірювально-реєструючої апаратури;
- реєстрація відповідної інформації про проведення досвіду в журналі спостережень;
- контроль якості проведення досвіду і попередня обробка дослідних даних.

Після налаштування апаратури і прогріву двигуна до стабільного температурного режиму проводилися контрольні заїзди. Рух здійснювалося в двох напрямках, що дозволило компенсувати похибки від ухилу місцевості, який не перевищував $1 \dots 3^\circ$.

2.3 Методика обробки результатів експериментальних досліджень

Експериментальні дані, отримані в ході експериментальних досліджень, були узагальнені у вигляді протоколів випробувань, таблиць, графіків, рівнянь регресії.

У зв'язку з тим, що при проведенні експериментальних досліджень достовірні висновки можуть бути зроблені лише на підставі даних, що мають певний рівень точності, обробка результатів вимірів проводилася в два етапи:

– попередня обробка. Проводилась безпосередньо після проведення досвіду з метою усунення помилок вимірювань, які умовно можна було розділити на три основні групи: систематичні - виникають внаслідок недосконалості вимірювальної техніки і методів вимірювань усувалися налаштуванням вимірювальної апаратури або шляхом введення відповідних поправок; випадкові – виникають випадково при неправильному налаштуванні або відрахунку показань вимірювальних приладів і техніки; грубі помилки - як правило, були викликані суб'єктивними помилками випробувачів. Випадкові і грубі підлягали негайному усуненню, проведення досвіду повторювалося. Крім того, на даному етапі обробки проводилося

спостереження за загальним характером досліджуваного процесу і уточнювалися приватні методики випробувань, якщо це було можливо;

– основна обробка проводилася при завершенні всього обсягу експериментальних досліджень.

Мірою, що характеризує точність вимірів, служила середня квадратична помилка, яка визначалася за формулою

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta_i^2}{n}}, \quad (2.1)$$

де $\sum_{i=1}^n \Delta_i^2$ - сума значень помилок при проведенні n вимірювань; n -число вимірювань даної величини

Точність одноразового виміру величини, що реєструється визначалася або граничною абсолютною похибкою приладу (засоби вимірювання), яка була вказана в технічному паспорті даного приладу, або приймалася рівною ціною поділки на шкалі приладу (засоби вимірювання).

Згідно з рекомендаціями [25, 26], вироблялося приведення результатів випробувань до стандартних атмосферних умов (температура, барометричний тиск, вологість). За стандартні атмосферні умови були прийняті: атмосферний тиск $B_0 = 100$ кПа (750 мм рт. Ст.); температура повітря $T_0 = 298$ К (+25 ° С); відносна вологість повітря $\varphi = 36\%$ (тиск водяної пари 1,2 кПа (9 мм рт ст.);

Температура дизельного палива $T_{ст} = 298$ К (+ 25 ° С); щільність дизельного палива $\rho_{т25} = 0,823$ т / м³.

При випробуванні дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 до стандартних умов були наведені такі показники роботи двигуна: ефективна потужність N_e , кВт; ефективний крутний момент M_k , Н×м; середній ефективний тиск p_e , МПа; Годинна витрата палива G_t , кг / год; питома ефективна витрата палива g_e , г/кВт·ч. Підрахунок наведених показників проводився за наступними формулами

$$M_{к0} = k_N \cdot M_{к}, \quad (2.2)$$

$$N_{e0} = k_N \cdot N_e, \quad (2.3)$$

$$P_{e0} = k_N \cdot P_e, \quad (2.4)$$

$$G_{т0} = k_{G_{т}} \cdot G_{т}, \quad (2.5)$$

$$g_{e0} = k_{g_e} \cdot g_e, \quad (2.6)$$

де $k_N, k_{G_{т}}, k_{g_e}$ - відповідно, коефіцієнти приведення ефективної потужності (ефективного крутного моменту, середнього ефективного тиску), годинної витрати, питомої ефективної витрати палива.

Коефіцієнти приведення визначалися за такими формулами:

$$k_N = \frac{0,823}{\rho_{т25} (1 - K_B \cdot \Delta B_{окр}) \cdot (1 - K_{тв} \cdot \Delta t_{окр}) \cdot (1 - K_{тг} \cdot \Delta t_{т})}, \quad (2.7)$$

$$k_{g_e} = (1 - K_B \cdot \Delta B_{окр}) \cdot (1 - K_{тв} \cdot \Delta t_{окр}), \quad (2.8)$$

$$k_{G_{т}} = \frac{0,823}{\rho_{т25} \cdot (1 - K_{тг} \cdot \Delta t_{т})}, \quad (2.9)$$

де $\rho_{т25}$ - щільність дизельного палива при 25 °З, т / м³; $\Delta B_{окр}$ - зміна атмосферного тиску в порівнянні зі стандартним (з урахуванням парціального тиску водяної пари):

$$\Delta B_{окр} = 100 - B_{окр} + \alpha_{\phi} (B_{вп} - 1,6), \text{ кПа};$$

α_{ϕ} - поправочний коефіцієнт, що враховує вплив наддуву на зміну атмосферного тиску (тиску на впуску), що приймається для чотиритактних дизелів без наддуву рівним $\alpha_{\phi} = 1$; $B_{вп}$ - парціальний тиск насиченої водяної пари, кПа; $\Delta t_{окр}$ - різниця температури навколишнього повітря, порівняно зі стандартною: $\Delta t_{окр} = t_{окр} - 25, ^\circ\text{C}$; $\Delta t_{п}$ - різниця температури палива порівняно зі стандартною: $\Delta t_{п} = t_{п} - 25, ^\circ\text{C}$; K_B - питома зміна щільності палива при зміні атмосферного тиску на 1 кПа, з врахуванням рекодува, яким є двигун Д-240, було прийнято рівним $K_B = 0,0045 \text{ т} / (\text{ м}^3 \cdot \text{кПа})$; $K_{тв}$ - питома зміна щільності палива при зміні температури навколишнього повітря на 1 °С - $K_{тв} = 0,0015 \text{ т} / (\text{ м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$; $K_{тг}$ - питома зміна щільності палива при зміні температури палива на 1 °С - $K_{тг} = 0,0015 \text{ т} / (\text{ м}^3 \cdot ^\circ\text{C})$.

Зміна парціального тиску насиченої водяної пари (ВВП) в повітрі залежно від температури навколишнього повітря обчислювалося за формулою, отриманої автором, методом апроксимації даних, запозичених в джерелах [16] експоненційною функцією (рисунок 2.15), яка з достатнім ступенем довірчої ймовірності описує процес в межах досліджуваного факторного простору:

$$B_{\text{вп}} = 0,7386 \cdot e^{0,0557 \cdot t}, \quad (2.10)$$

де $B_{\text{вп}}$ - тиск насиченої водяної пари в навколишньому повітрі, кПа; t - температура навколишнього повітря, °С.

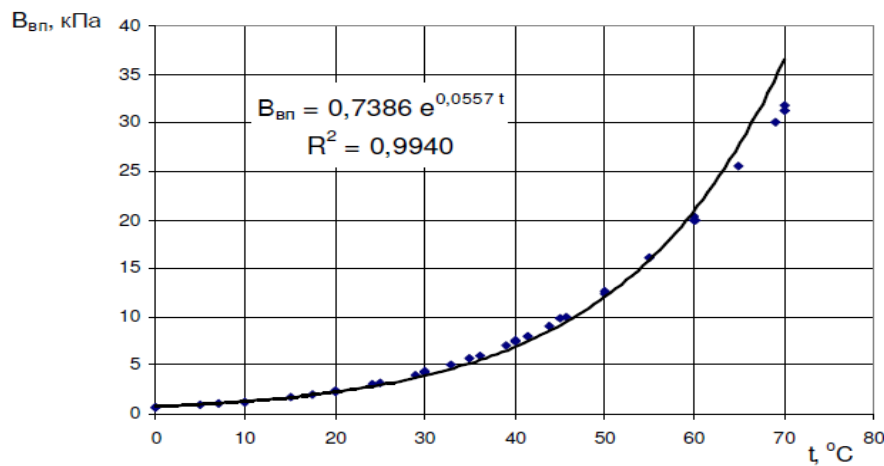


Рисунок 2.15 - Зміна парціального тиску насиченої водяної пари в навколишньому повітрі в залежності від його температури

Обробка результатів випробувань двигуна 4Ч 11/12,5 на стенді КІ 1363В-ГОСНИТИ з довжиною плеча важеля гальма $L = 0,716$ м, включала в себе підрахунок крутного моменту двигуна за формулою

$$M_{\kappa} = 7,023 \cdot P_{\tau}, \text{ Н} \cdot \text{м}. \quad (2.11)$$

де P_{τ} - показання ваговій головки гальма, кгс

Відповідно, ефективна потужність двигуна за умови, що колінчастий вал двигуна був з'єднаний з валом гальма безпосередньо, визначалася як

$$N_e = 0,7353 \cdot 10^{-3} \cdot P_{\tau} \cdot n_{\tau}, \text{ кВт}. \quad (2.12)$$

Середній ефективний тиск, з урахуванням того, що дизельний двигун 4Ч 11/12,5 є чотиритактним і має робочий об'єм циліндрів, рівний $V_h = 4,75$ л,

визначалося за формулою

$$P_e = 0,189 \cdot P_T, \frac{\text{КГС}}{\text{СМ}^2}. \quad (2.13)$$

Часова витрата палива:

– при об'ємному способі вимірювання

$$G_T = 3,6 \cdot \frac{\Delta V \cdot \gamma_t}{T_{\text{оп}}}, \frac{\text{КГ}}{\text{Ч}}; \quad (2.14)$$

– при ваговому способі вимірювання

$$G_T = 3,6 \cdot \frac{\Delta G}{T_{\text{оп}}}, \frac{\text{КГ}}{\text{Ч}}, \quad (2.15)$$

де ΔV - обсяг мірної посудини, см^3 ; γ_t - щільність палива при проведенні випробувань, $\text{г} / \text{см}^3$; $T_{\text{оп}}$ - час витрати дози палива ΔV , С; ΔG - маса дози палива, витраченого за час досвіду $T_{\text{оп}}$, М

Питома ефективна витрата палива

$$g_e = \frac{G_T \cdot 10^3}{N_e}, \frac{\text{Г}}{\text{КВТ} \cdot \text{Ч}}. \quad (2.16)$$

Відповідно до викладеного вище, зняті показання наводилися до стандартних, для чого при проведенні експериментальних досліджень додатково фіксувати: температура навколишнього повітря, атмосферний тиск, вологість повітря й інші показники, передбачені ДСТУ 18509-88.

Експериментальні дані, отримані в результаті записи процесів на аналогових каналах реєструє апаратури, оброблялися методами математичної статистики, як випадкові процеси. В якості базового закону розподілу випадкової величини був прийнятий закон нормального розподілу. Якщо гіпотеза нормального розподілу підтверджувалася, то отриманий розподіл перетворювалося в нормальний за допомогою визначення моментів другого порядку (асиметрії (2.24) і ексцесу (2.25)), в разі, якщо гіпотеза була неприйнятна, то уточнювалося, яким законом розподілу підпорядковувалися результати вимірів.

В результаті обробки визначалися:

- математичне очікування випадкової величини

$$M(X) = \frac{\sum_{i=1}^n [X_i \cdot m_i]}{\sum_{i=1}^n m_i}, \quad (2.17)$$

X_i - значення середини інтервалу; m_i - частота;

- дисперсія випадкової величини

$$D(X) = \frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - M(X))^2 \cdot m_i]}{\sum_{i=1}^n m_i}; \quad (2.18)$$

- середньоквадратичне відхилення випадкової величини

$$\sigma(X) = \sqrt{D(X)}; \quad (2.19)$$

- помилка вибіркової середньої

$$\Delta = \sqrt{\frac{D(X)}{\sum_{i=1}^n m_i}}; \quad (2.20)$$

- відносна помилка вибіркової середньої

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{M(X)} \cdot 100\%; \quad (2.21)$$

- максимально можлива статистична помилка

$$\Delta_c = \pm \frac{3\sigma(X)}{M(X)}; \quad (2.22)$$

- коефіцієнт варіації

$$v = \frac{\sigma(X)}{M(X)} \cdot 100\%; \quad (2.23)$$

- асиметрія

$$A_c = \frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - M(X))^3 \cdot m_i]}{(\sigma(X))^3 \sum_{i=1}^n m_i}; \quad (2.24)$$

- ексцес

$$E_R = \frac{\sum_{i=1}^n [(X_i - M(X))^4 \cdot m_i]}{(\sigma(X))^4 \sum_{i=1}^n m_i} - 3. \quad (2.25)$$

Обробка отриманих експериментальних даних проводилася на ПЕОМ ІВМ РС. Результати проведених експериментальних досліджень представлені в наступних розділах.

Висновки до розділу 2

1. Для проведення експериментальних досліджень на базі дизельного двигуна Д-240 була розроблена експериментальна установка, яка дозволила провести індиціювання повномасштабного дизельного двигуна 4 Ч 11/12,5 при застосуванні водної інжекції у впускний колектор.

2. Для забезпечення водної інжекції у впускний колектор досліджуваного дизельного двигуна на основі теоретичних досліджень була розроблена конструкція розпилювача водної форсунки.

3. При проведенні польових випробувань експериментального машинно-тракторного агрегата в складі трактора МТЗ-82 і зернотукової стерньової сівалки-культиватора СЗС-2,1 була використана методика планування активного експерименту, в основу якої було покладено дворівневий план другого порядку Бокса-Бенкіна. Використана методика дозволила мінімізувати кількість проведених дослідів за умови збереження достатньої точності і достовірності результатів вимірювань. В ході проведення експерименту піддавалися заходам параметри тягової динаміки і паливної економічності досліджуваного МТА.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Результати лабораторних випробувань дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 при використанні суміші палив

Лабораторні випробування дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 були проведені з метою визначення впливу водної інжекції на показники ефективності і паливної економічності його роботи. У процесі проведення випробувань були зняті регуляторні зовнішні швидкісні характеристики двигуна при різних обсягах (кількостях) подачі води в циліндри двигуна з проведенням його індичіювання на всіх досліджуваних режимах. Досліди проводилися в діапазоні частот обертання колінчастого вала від режиму холостого ходу (2350хв-1) до режиму максимального крутного моменту (1400 хв-1).

Зняття характеристики починалося з режиму холостого ходу і закінчувалося в режимі максимального крутного моменту, який був визначений заздалегідь при проведенні серії попередніх випробувань. На початку експерименту проводились досліди без подачі води (робота на чистому дизельному паливі), потім досліди із застосуванням водної інжекції у впускний колектор двигуна. Кількість води змінювалося поступово, з інтервалом в 10%, від обсягу подаваного палива. Максимальна кількість води, що подається становило 30%. Ця межа була встановлена за даними досліджень [8] і перевірений ще раз серією пошукових випробувань. Результати серії пошукових випробувань представлені в Додатку і на рисунку 3.1.

В результаті проведеного регресійного аналізу отриманих даних було встановлено, що зміна ефективної потужності двигуна 4Ч 11/12,5 в заалежності від кількості води, що подається за допомогою інжекції у впускний колектор в межах зміни факторного простору може бути, з достатньо точної ступенем довірчої ймовірності ($R^2 = 0,99$), описано поліномом другого порядку виду

$$y = 56,732 + 0,703 \cdot x - 0,0127 \cdot x^2, \quad (3.1)$$

де y - ефективна потужність двигуна, кВт; x - циклова подача води, % від циклової подачі палива.

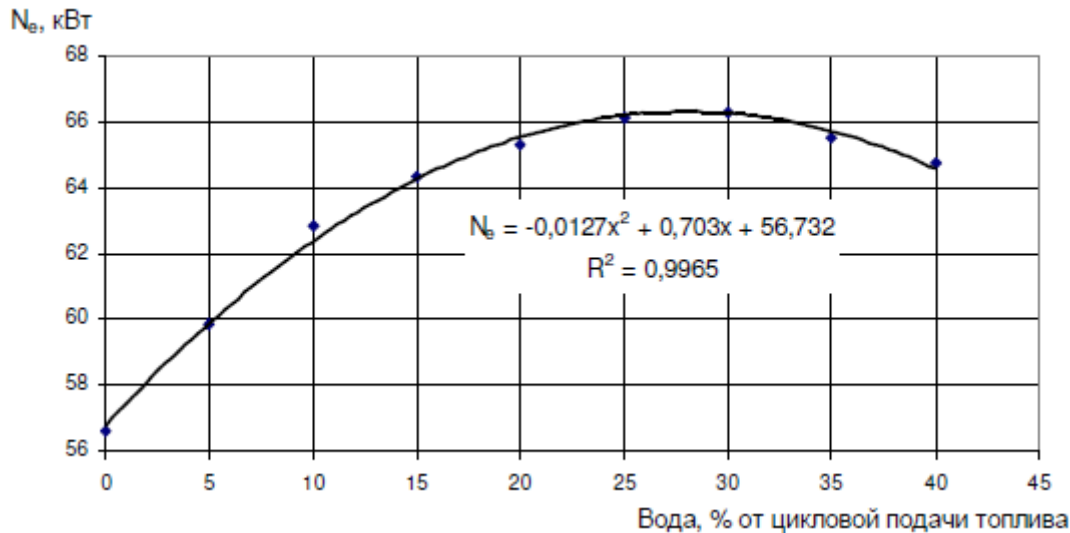


Рисунок 3.1 - Зміна ефективної потужності двигуна 4Ч 11/12,5 в залежності від кількості води, що подається

Для пошуку оптимального значення циклової подачі води знайдемо приватну похідну від виразу (3.1) і прирівняємо її нулю.

$$\frac{\partial y}{\partial x} = 0,703 - 0,0254 \cdot x = 0. \quad (3.2)$$

Вирішивши це рівняння (3.2), отримаємо $x = 27,68\%$

Таким чином, оптимальне значення циклової подачі води становить близько 28% Від циклової подачі дизельного палива. Отримані значення достатньо точно добре узгоджуються з дослідженнями Сторожева І.І., згідно з якими циклова подача становить близько 32% від циклової подачі дизельного палива, і з дослідженнями Бистрова О.І. [8], де максимально можлива циклова подача води була встановлена рівною 33% або рівній третій частини від циклової подачі палива.

На підставі проведених досліджень можна прийняти, що оптимальна циклова подача води повинна становити близько 30 % Від циклової подачі дизельного палива (близько 17 ... 19 мг/ц на номінальному режимі роботи двигуна).

В результаті проведених випробувань була отримана зовнішня швидкісна характеристика двигуна 4Ч 11/12,5 з регулятором при роботі на дизельному паливі (рисунок 3.2).

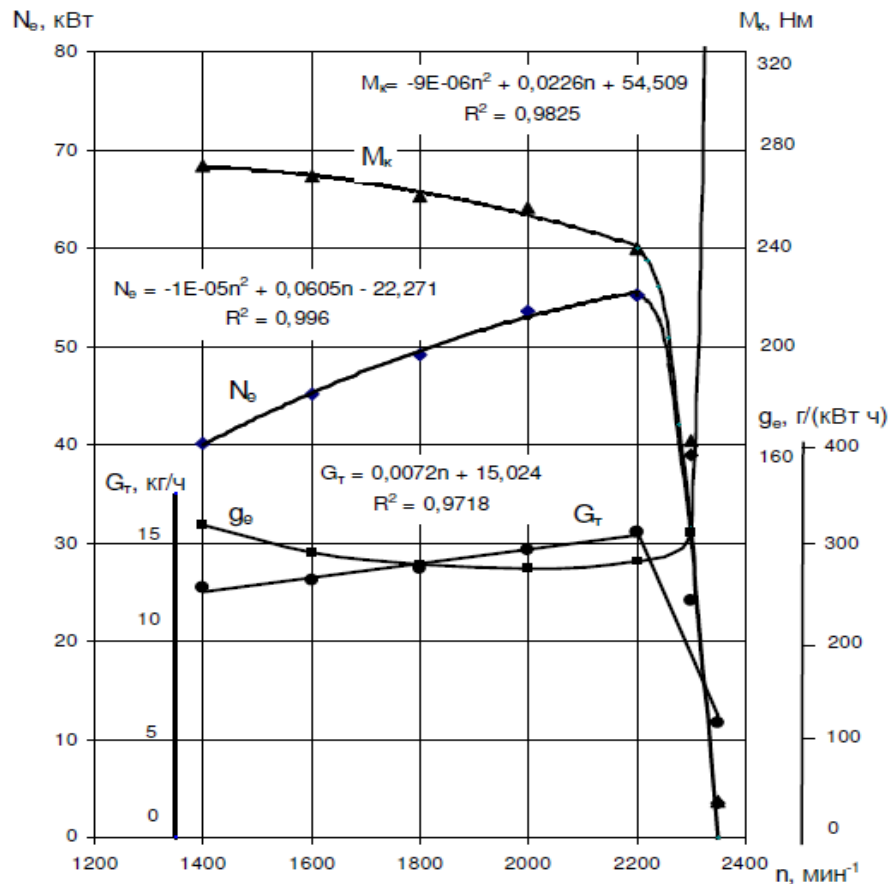


Рисунок 3.2 - Регуляторна зовнішня швидкісна характеристика двигуна 4Ч 11/12,5 при роботі на дизельному паливі

Аналіз отриманої характеристики підтверджує, що робота експериментального двигуна здійснюється в швидкісному діапазоні, встановленому заводом-виробником. Криві регуляторної характеристики складаються з двох гілок регуляторної (від 2350 хв-1 - режим холостого ходу, до 2200 хв-1 - номінальний режим) і коректорної (від 2200 хв-1 - номінальний режим, до 1400 хв-1 - режим максимального крутного моменту).

Відповідно до мети і поставлених завдань досліджень, спрямованих на підвищення паливної економічності двигуна 4Ч 11/12,5 за рахунок використання водної інжекції, нами було вироблено зняття зовнішніх швидкісних характеристик двигуна при подачі 10, 20 і 30% -вої частки води у впускний колектор двигуна за допомогою інжекції. Замір процентного вмісту води в складі паливо-повітряної суміші проводився ваговим способом,

від ваги витраченого дизельного палива.

На рисунку 2.3 представлений фрагмент експериментальних досліджень, коли був отриманий максимальний ефект від подачі води (30% -ва частка води) у впускний колектор експериментального двигуна 4Ч 11/12,5.

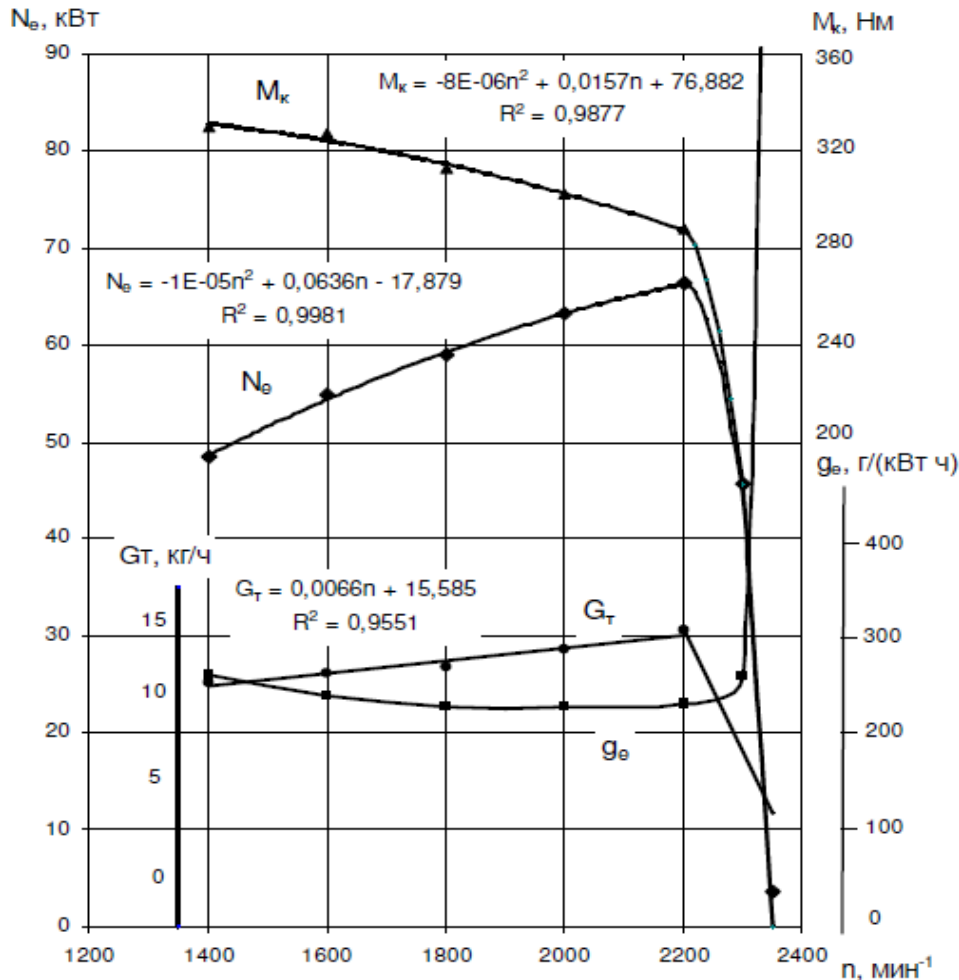


Рисунок 3.3 - Регуляторна зовнішня швидкісна характеристика двигуна 4Ч 11/12,5 при роботі на суміші дизельного палива і води (30%)

Аналіз малюнків 3.2 і 3.3 показує, що всі отримані залежності на коректорній галузі зовнішньої швидкісної характеристики з достатнім ступенем довірчої ймовірності (не нижче 95%) описуються рівняннями регресії не вище другого порядку. Для наочного порівняння ефекту від використання водної інжекції була побудована поєднана зовнішня швидкісна характеристика експериментального двигуна 4Ч 11/12,5 з регуляторної гілкою при роботі на різних складах паливо-повітряної суміші (рисунок 3.4).

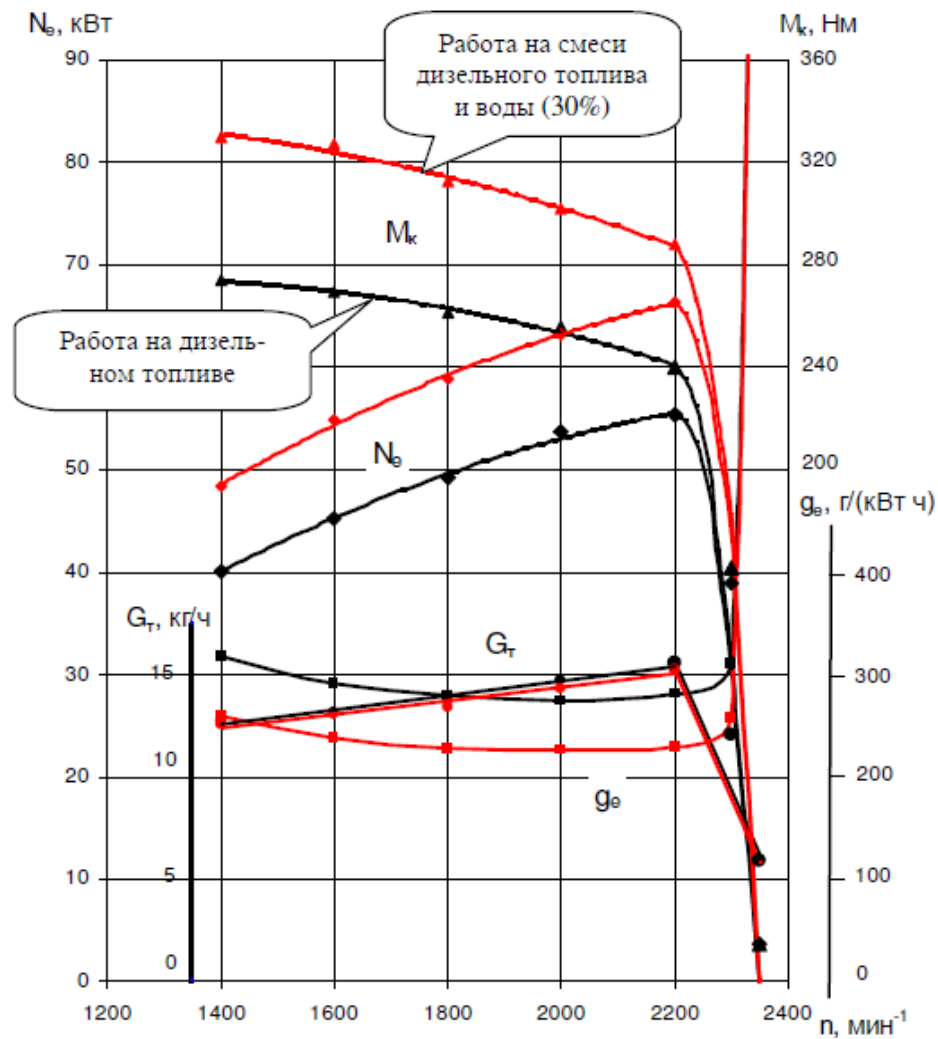


Рисунок 3.4- Суміжна регуляторна зовнішня швидкісна характеристика двигуна 4Ч 11/12,5

Аналіз представлених характеристик показує, що часова витрата палива стандартного і експериментального двигуна залишився практично незмінною. Деякі розбіжності ліній годинної витрати палива (G_t) пояснюється похибкою вимірювальної апаратури, коливаннями частоти обертання колінчастого вала двигуна, а також нестійкою роботою регулятора (зазори, коливання пружних елементів, коливання частоти обертання вала паливного насоса і т.д.), які не є суттєвими і навіть у сукупності не перевищували 5%.

Дану обставину легко пояснити тим що, паливний насос пов'язаний з колінчастим валом двигуна жорстким механічним зв'язком, тому циклова подача палива насосом залежить тільки від швидкісного режиму роботи двигуна і не залежить від складу робочої суміші. Оскільки інжекція води здійснювалася у впускний колектор експериментального двигуна, то кількість

води, що подається не впливало на витрату дизельного палива. Однак, завдяки застосуванню водної інжекції, відбулося збільшення ефективної потужності: на номінальному режимі - на 10,84 кВт (на 19,59%); на режимі максимального крутного моменту - на 8,23 кВт (на 20,50%).

Відповідно відбулося збільшення і крутного моменту двигуна: на номінальному режимі – на 47,05 Н·м (на 19,59%); на режимі максимального крутного моменту - на 56,18 Н·м (на 20,51%).

Розрахунок коефіцієнта пристосовності для двигуна 4Ч 11/12,5, що працює на дизельному паливі з додаванням 30% води, показує, що він склав:

$$K_{\pi} = \frac{330,08}{287,24} = 1,1491 ,$$

тобто він збільшився на 0,88% (на дизельному паливі $K_{\pi} = 1,1403$).

З метою наочного уявлення про економію дизельного палива при використанні водної інжекції за даними зовнішніх швидкісних характеристик була побудована комбінована характеристика експериментального двигуна 4Ч 11/12,5 по витраті дизельного палива в залежності від ефективної потужності (рисунок 3.5).

Аналіз представленої характеристики показує, що отримані експериментально дані за часовим витраті палива з 99% -ної довірчою ймовірністю можуть бути описані лінійними рівняннями. На підставі порівняння отриманих рівнянь можна зробити висновок, що при застосуванні водної інжекції з часткою води, що дорівнює 30%, відносна економія дизельного палива досягає 36 г / кВт ефективної потужності.

Другим завданням лабораторного циклу експериментальних досліджень є оцінка впливу водної інжекції на екологічні показники роботи двигуна 4Ч 11/12,5.

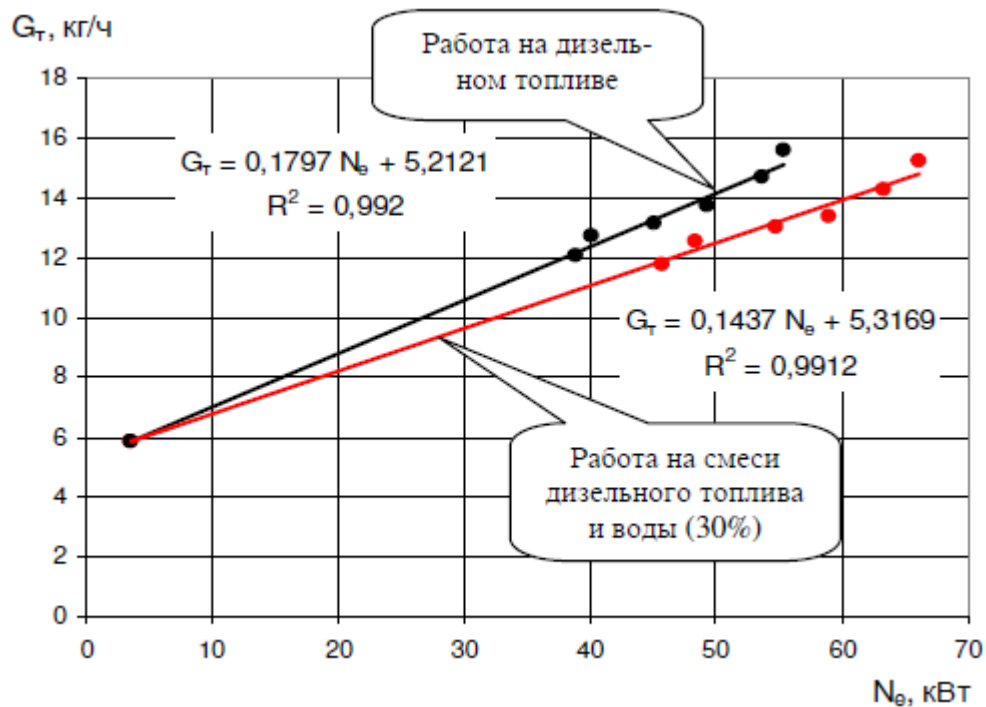


Рисунок 3.5 - Комбінована характеристика двигуна 4Ч 11/12,5 по витраті дизельного палива в залежності від ефективної потужності

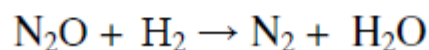
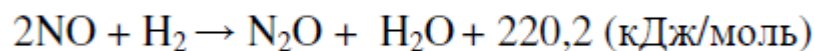
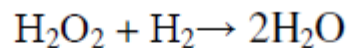
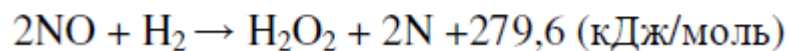
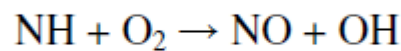
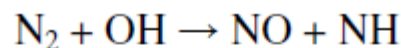
В якості основних оціночних екологічних показників були обрані:

- вміст CO у відпрацьованих газах двигуна, мг/м³;
- зміст NOx у відпрацьованих газах двигуна, мг/м³;
- димність відпрацьованих газів, %.

Зі списку перерахованих вище екологічних показників роботи дизельного двигуна найбільшу небезпеку для навколишнього середовища представляють оксиди азоту. Це пояснюється тим, що оксиди азоту добре реагують з водою (в зокрема, NO₂) з утворенням суміші азотної HNO₃ і азотистої HNO₂ кислот, які надзвичайно агресивні по відношенню до живих організмів і рослин. Особливо гостро ця небезпека відчувається в сільськогосподарському виробництві, що має справу з живими організмами, якому притаманна підвищена вологість повітря, наявність вільної (наприклад, крапельної) вологи на рослинах, ґрунті, кормах і т.п.

На думку К.В. Треліной: «Такими якостями оксидів азоту можна пояснити жорсткі вимоги по їх допустимого вмісту в повітрі робочої зони (ПДКрз = 5 мг / м³) в порівнянні з оксидом вуглецю (ПДКрз = 20 мг / м³) і вуглеводнями (ПДКрз = 30 мг / м³)».

Застосування водної інжекції, на думку [17], сприяє зниженню оксидів азоту в відпрацьованих газах дизельного двигуна. Як вже було зазначено раніше (див. 2.3), вода, присутня в зоні горіння, не тільки є ініціатором каталітичних ланцюгів в реакціях горіння, а й одночасно бере участь у розвитку самих ланцюгів. За висновками Н.П. Самойлова та ін.: «Зниження емісії шкідливих речовин обумовлено впливом води, в першу чергу, на хімічні реакції горіння. Процес утворення NO в присутності водяної пари може протікати за таких реакцій:



З рівнянь видно, що концентрація оксидів азоту збільшується з ростом концентрації молекулярного кисню. Вода розбавляє горючу суміш, зменшуючи тим самим відносну концентрацію кисню, що сприятливо впливає на зниження NO у відпрацьованих газах ».

Нормативні вимоги ДСТУ 41.96-2011 до вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах автотракторних двигунів представлені в таблиці 3.1.

З огляду на це, застосування водної інжекції забезпечить подачу води в зону горіння, що буде запобігати зниженню температурного режиму циклу, і, отже, призведе до зменшення утворення оксидів азоту.

Таблиця 3.1 - Нормативні вимоги до вмісту шкідливих речовин в відпрацьованих газах автотракторних двигунів

Правила ЄЕС	Рік введення	Вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигуна, г / кВт год			
		NO _x	CO	CH	тверді частинки
ECR R 49.00	+1982	18,00	14,00	3,50	не регламентовано
Evro 0	1988	14,40	11,20	2,50	не регламентовано

Evro 1	1 993	8,00	4,50	1,10	0,36
Evro 2	тисячу	7,00	4,00	1,10	0,15
Evro 3	2000	5,00	2,00	0,60	0,10
Evro 4	2005	3,50	1,80	0,50	0,09
Evro 5	2008	2,00	1,50	0,25	0,02

Результати експериментальних досліджень за впливом обсягу води, що подається на температуру відпрацьованих газів дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 на різних режимах роботи представлені на рисунку 3.6. Аналіз представлених результатів показує, що зі збільшенням обсягу води, що подається температура відпрацьованих газів знижується з середньою інтенсивністю близько 1 °С на 1% подачі води в залежності від режиму роботи двигуна. Найбільше зниження температури відпрацьованих газів відзначено на режимі максимального крутного моменту (на коректорній галузі швидкісної характеристики).



Рисунок 3.6 - Вплив обсягу води, що подається на температуру відпрацьованих газів дизельного двигуна 4Ч 11/12,5

Дослідження з визначення вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах експериментального двигуна 4Ч 11/12,5 проводилися при оптимальній циклової подачі води (30% від обсягу дизельного палива) шляхом інжекції під впускний колектор. Результати проведених досліджень представлені на рисунках 3.7 - 3.9.

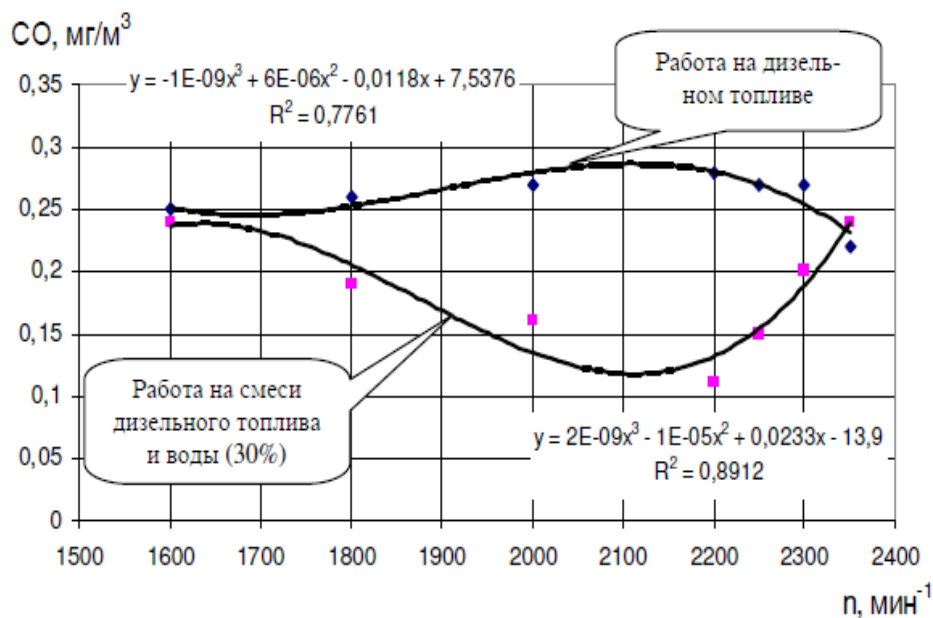


Рисунок 3.7 - Зміна вмісту CO у відпрацьованих газах дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 в залежності від частоти обертання колінчастого вала

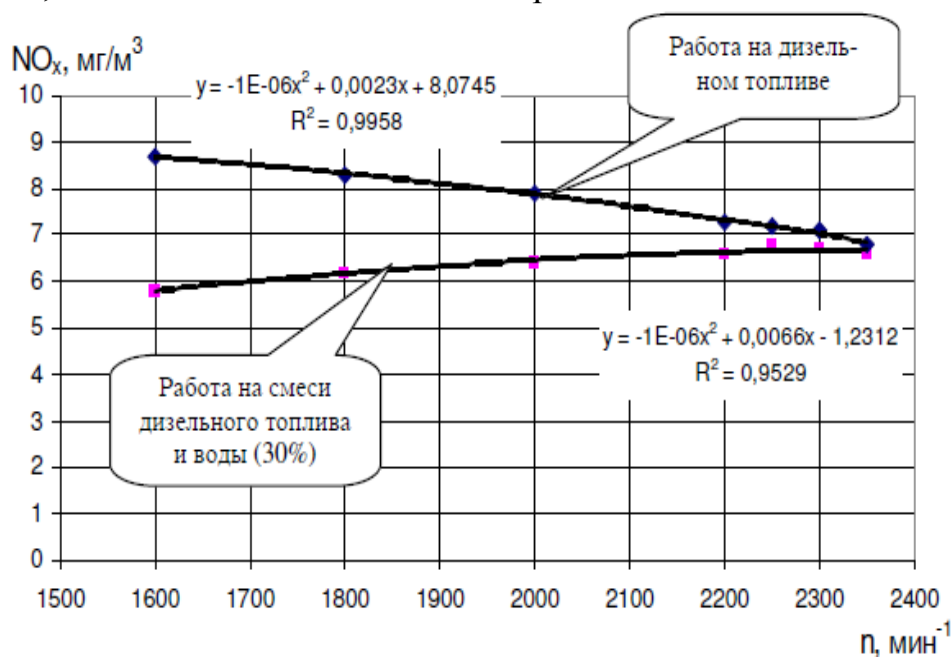


Рисунок 3.8 - Зміна вмісту NO_x у відпрацьованих газах дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 в залежності від частоти обертання колінчастого вала

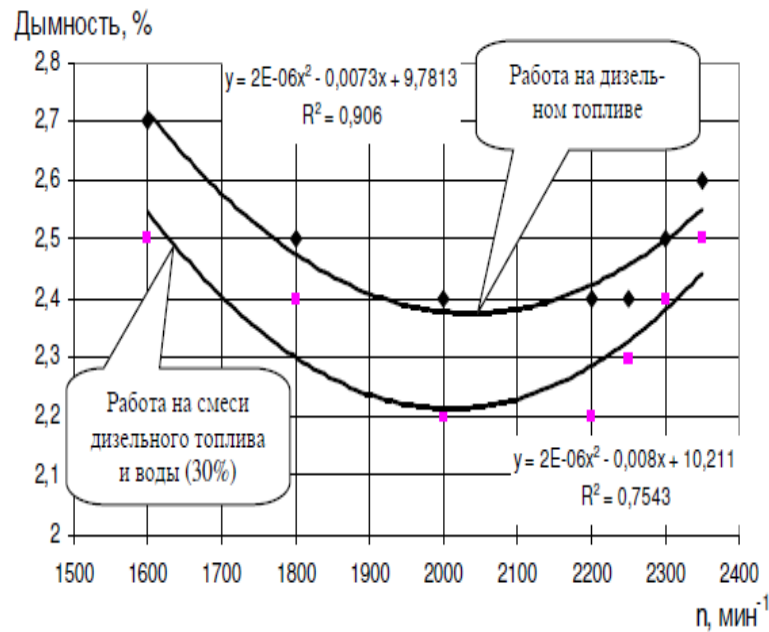


Рисунок 3.9 - Зміна димності відпрацьованих газів дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 в залежності від частоти обертання колінчастого вала

Аналіз представлених результатів показує, що застосування водної інжекції у впускний колектор двигуна благотворно позначається на екологічних показниках його роботи. У переважній більшості випадків відзначається загальне зниження шкідливих викидів, проте воно досить сильно різниться по відношенню до різних компонентів цих викидів.

Найбільший ефект від застосування водної інжекції спостерігається по відношенням до оксиду вуглецю (чадний або світільний газ), зниження вмісту якого на номінальному режимі роботи двигуна досягає 0,17 мг/м³ (зниження на 39,3%). Справедливості заради слід зазначити, що на режимах холостого ходу і максимального крутного моменту (перевантаження) цей ефект знижується практично до нуля. Однак дані робочі режими не є типовими для силової установки сільськогосподарського трактора, тому не визначають ефективність її використання.

Значне зниження спостерігається також щодо оксидів азоту, особливо на коректорній галузі швидкісної характеристики. Тут особливо помітна роль водної інжекції як засобу для додаткового охолодження двигуна. Як відомо (див. вище), зниження середньої температури робочого циклу запобігає зниженню викидів оксидів азоту. Зниження викидів оксидів азоту на режимі максимального крутного моменту досягає 2,90 мг/м³ (зниження на 33,3 %).

Зниження димності відпрацьованих газів експериментального дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 в залежності від частоти обертання колінчастого вала спостерігається на всіх режимах його роботи. Найбільший ефект спостерігається на но номінальних режимі і в режимі невеликих перевантажень (на початку коректорної галузі швидкісної характеристики). Максимальне зниження димності відпрацьованих газів досягає 0,20% (зниження на 8,33%).

Потрібно відзначити, що якщо користуватися розмірністю ДСТУ Р 41.96-2011, згідно з яким вміст шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигун вимірюється в розрахунку на одиницю потужності за годину роботи (г/кВт год), то отриманий ефект від використання водного інжекції буде ще більшим, так як відбувається збільшення ефективної потужності двигуна, в середньому на 20%, в залежності від режиму роботи.

На підставі проведених досліджень можна зробити висновок, що застосування водної інжекції благополучно впливає на ефективні та екологічні показники роботи дизельного двигуна. Разом з тим, питання «Як це відбувається?» як і раніше залишається відкритим. З метою відповіді на поставлене запитання було проведено індіціювання досліджуваного двигуна.

3.2 Результати індіціювання дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 при використанні водної інжекції

Індіціювання експериментального дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 відбувалося наступним чином. Знімання сигналу (надлишковий тиск усередині циліндра) здійснювався встановленим в голівці першого циліндра пьезоелектричним датчиком тиску. Посилення сигналу здійснювалося за допомогою самостійно зібраного підсилювача з лінійною характеристикою. Посилений сигнал передавався аналого-цифровому перетворювачу ЛА-50 USB. Запис сигналу здійснювалася програмою Viewer, яка входила в комплект програм ADC Utility для роботи з платами збору даних фірми ЗАТ «Руднєв-Шиляєв». програма призначена для перегляду, обробки та запису в різних файлових форматах сигналів, записаних числами різної розрядності (8,

16, 32 біта) і, що дуже важливо, дозволяє працювати в багатоканальному режимі.

Прикладна комп'ютерна програма Viewer була використана як для перегляду і обробки сигналу, так і в якості конвертера сигналів з одних файлових форматів в інші.

На рисунку 3.10 представлений фрагмент обробки записи процесу індичіювання експериментального двигуна 4Ч 11/12,5 за допомогою прикладної комп'ютерної програми Viewer.

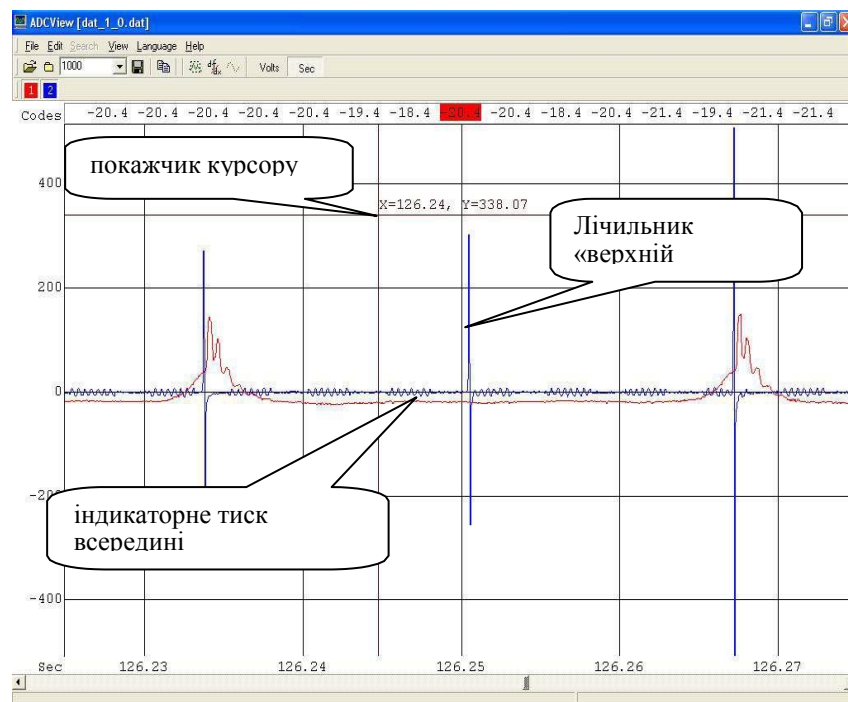


Рисунок 3.10 - Фрагмент запису робочого процесу в першому циліндрі при індичіюванні двигуна 4Ч 11/12,5

В результаті обробки даних індичіювання двигуна 4Ч 11/12,5 було встановлено, що при використанні водної інжекції (30% від циклової подачі дизельного палива) у впускний колектор відзначено стійке підвищення індикаторного тиску, в середньому, на 18 ... 22%. На рисунку 2.11 представлені дані, отримані методом накладення ідентичних робочих процесів на швидкісному режимі, що установився.

Подальший аналіз результатів індичіювання також показує, що, судячи за характером збільшення індикаторного тиску, зменшується час затримки самозаймання дизельного палива, що повинно приводити до збільшення «Жорсткості» роботи дизельного двигуна. Однак, в процесі проведення експе-

риментальних досліджень збільшення «жорсткості» роботи досліджуваного дизельного двигуна не відзначено. Дана обставина може бути пояснено тим, що швидкість наростання і зниження індикаторного тиску при використанні водної інжекції менше (в середньому, на 5 ... 15%), ніж при роботі на дизельному паливі, тому робочий процес в циліндрі двигуна протікає більш плавно.

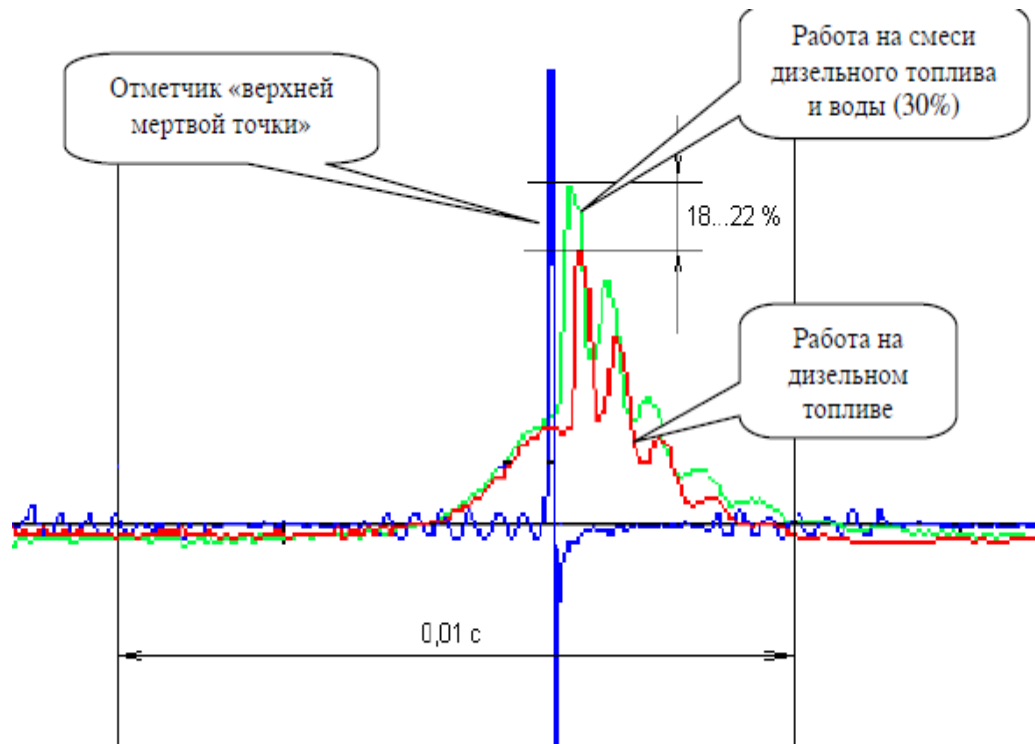


Рисунок 3.11 - Порівняння ідентичних робочих процесів на сталому швидкісному режимі методом накладення

Зменшення часу затримки самозаймання дизельного палива (принаймні, моменту початку збільшення індикаторного тиску) може бути пояснено двома гіпотезами: або швидкість пароутворення перевершує швидкість горіння, або присутність води в зоні горіння сприяє поліпшенню горіння дизельного палива, або те й інше відбувається одночасно. Як та, так і інша висунуті гіпотези не суперечать результатам теоретичних досліджень, проведених в теоретичній частині цієї роботи.

Таким чином, в результаті проведених досліджень по індиціювання експериментального двигуна 4Ч 11/12,5 відповідь на поставлене в теоретичній частині питання «Як це відбувається?» отримано.

Використовуючи отримані результати експериментальних і теоретичних

дослідів, зробимо математичне моделювання ефективних показників дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 при використанні водної інжекції.

На рисунку 2.12 представлена індикаторна діаграма дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 на режимі номінальної потужності, яка була отримана шляхом математичного моделювання за допомогою пакета прикладних програм Microsoft Excel з урахуванням попередніх досліджень.

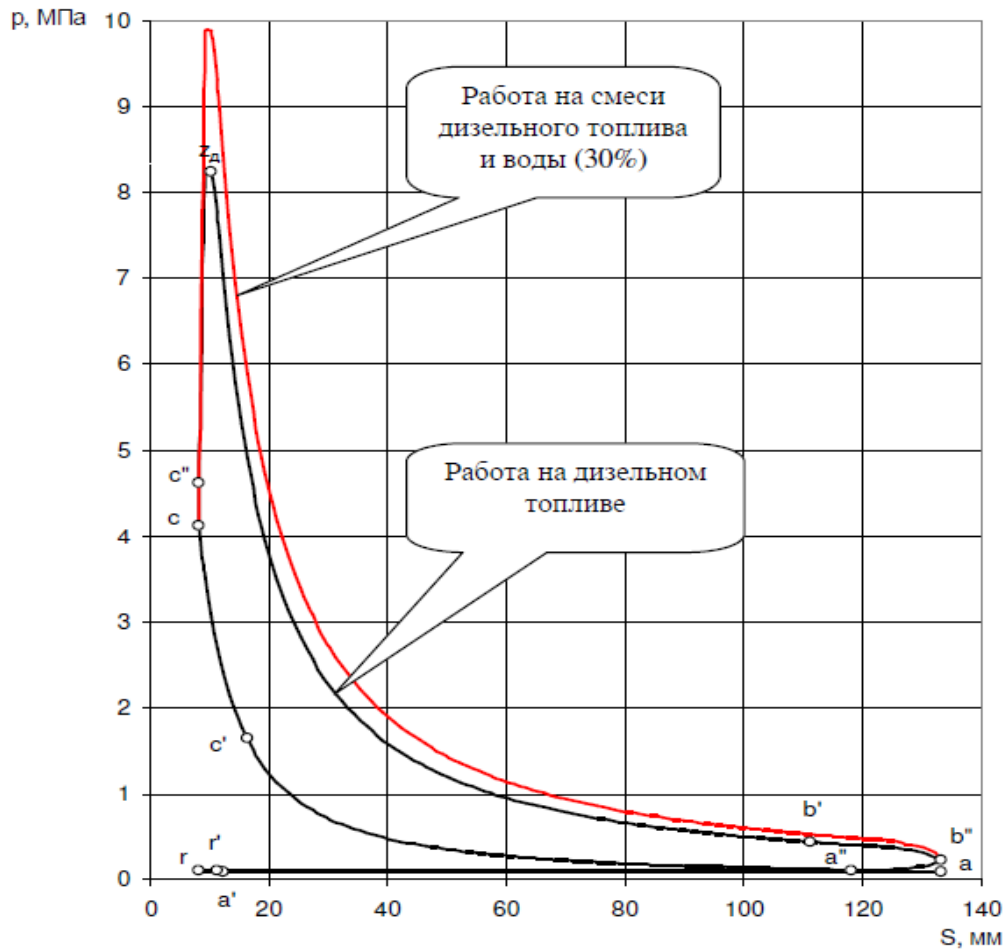


Рисунок 3.12 - Індикаторна діаграма дизельного двигуна 4Ч 11 / 12,5 на режимі номінальної потужності

Зміна індикаторного тиску неминуче призведе до зміни ефективності показників роботи двигуна (крутного моменту і потужності). В зв'язку з цим, в якості основного показника роботи двигуна будемо розглядати крутний момент досліджуваного двигуна. Вибір даного показника пояснюється тим, що значення крутного моменту, в сукупності зі швидкісним режимом роботи двигуна, є вихідним для визначення його потужних показників. На рис. 3.13 і 3.14 представлена зміна індикаторного крутного моменту по куту повороту колінчастого вала досліджуваного двигуна.

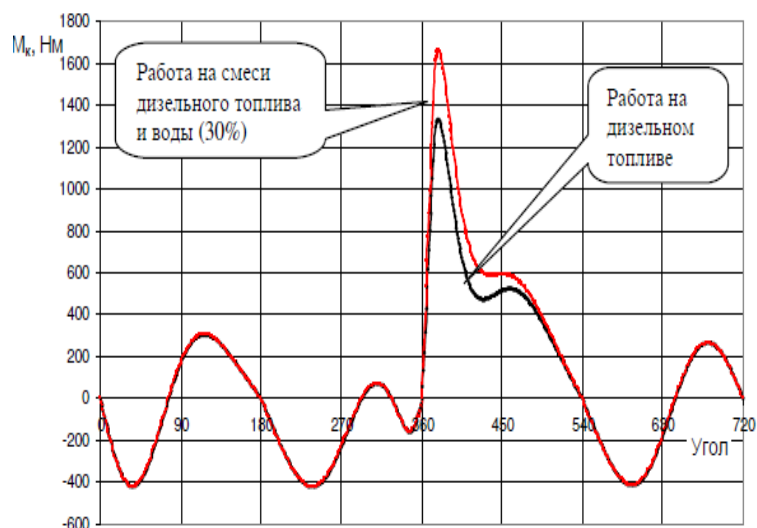


Рисунок 3.13 - Діаграма зміни індикаторного крутного моменту в одному циліндрі дизельного двигуна 4Ч 11/12,5

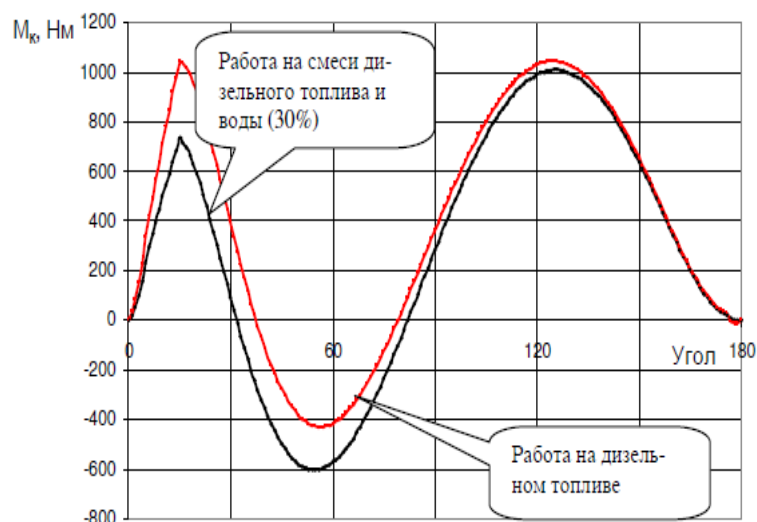


Рисунок 3.14 - Діаграма зміни сумарного індикаторного крутного моменту дизельного двигуна 4Ч 11/12,5

Аналіз представлених результатів досліджень показує, що відбулося зростання індикаторного тиску. Це свідчить про те, що обсяг досконалої роботи газів також збільшився, що є досить суттєвим результатом у використанні теплотворної здатності палива. Потрібно також відмітити, що зростання індикаторного тиску стався в тій частині індикаторної діаграми, де тиск газів найбільш ефективно трансформується в індикаторний крутний момент двигуна (пояснюється особливостями кінематики кривошипно-шатунного механізму). Даний ефект наочно демонструється діаграмою зміни індикаторного крутного моменту в одному циліндрі досліджуваних двигуна

(рисунок 3.13).

Для побудови кривої сумарного крутного моменту M_k чотирьохциліндрового дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 виконано підсумовування кривих крутних моментів кожного циліндра, зрушуючи одну криву щодо іншої на кут повороту кривошипа з кутовим інтервалом 180° ($720/4$, де 4 - число циліндрів двигуна). Даний прийом можливий, так як величини і характер вимірювання крутних моментів по куту повороту колінчастого вала всіх циліндрів двигуна однакові і відрізняються лише кутовими інтервалами, тому для підрахунку сумарного крутного моменту двигуна досить мати криву крутного моменту одного циліндра. Аналіз діаграми зміни сумарного індикаторного крутного моменту дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 (рисунок 3.14) показує, що відбулося збільшення середнього сумарного індикаторного крутного моменту досліджуваного двигуна, причому основне збільшення крутного моменту відбулося в першій частині діаграми (від 0 до 90° кута повороту колінчастого вала). Дана обставина ще раз свідчить про підвищення ефективності використання теплотворної здатності дизельного палива.

3.3 Результати тягових випробувань машинно-тракторного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і стерньової сівалки СЗС-2,1

В основу проведених польових досліджень машинно-тракторного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і стерньових сівалки СЗС-2,1 були покладені стандартні методики, викладені в державних стандартах, що поширюються на випробування тракторів і сільськогосподарських машин.

Для проведення тягових випробувань був обраний рівну ділянку поля з ґрунтовим фоном «стерня колосових» (по ДСТУ 30745-2001) з ухилами площини, прилеглої до поверхні фону, в межах габаритного розміру трактора, не більше 2% уздовж руху і не більше 6% поперек руху. Вибір ділянки визначався призначенням стерньових сівалки СЗС-2,1.

Твердість і вологість ґрунтового фону вимірювалася в десяти місцях, рівномірно розташованих по випробувальному ділянці, на глибині 5, 10 і 15

см в кожному місці і оцінювалася згідно ГОСТ 20915-75. Глибина виміру твердості і вологості ґрунтового фону вибиралася відповідно до вимог пункту 6.11 ДСТУ 30745-2001, а також виходячи з максимальної глибини посіву насіння стерньовою сівалкою СЗС-2,1.

Довжина розміченого мірного ділянки становила 100 м, що дозволяло за один заїзд провести замір в п'яти повторностях і зіставити отримані результати. Використання даного прийому було можливим, виходячи з умов пункту 1.1 ДСТУ 30745-2001, який визначає «Тягове зусилля: сила, прикладена до зчпному пристрою рухомого трактора в горизонтальній площині в напрямку його поздовжньої осі, підтримувана протягом не менше 20 с або часу, необхідного для проходження відстані не менше 20 м, в залежності від того, який час більше». Початок і кінець мірного ділянки були позначені віхами. Крім того, з метою виключення «рискання», через кожні 10 м встановлювалися проміжні віхи, які шикувалися в пряму лінію.

Середню швидкість трактора в складі МТА на кожній передачі визначали за формулою

$$V_{\text{ср}} = \frac{S}{\tau_{\text{оп}}}, \quad \text{м/с}, \quad (3.3)$$

де S - шлях, пройдений МТА за час досвіду, м; $\tau_{\text{оп}}$ - час досвіду, с

Середню тягову потужність для кожної передачі:

$$N_{\text{кр}} = P_{\text{крср}} \cdot V_{\text{ср}}, \quad \text{кВт}, \quad (3.4)$$

де $P_{\text{крср}}$ - середнє тягове зусилля за досвід, кН.

Питома тягова витрата палива для кожної передачі:

$$g_{\text{кр}} = \frac{G_{\text{т}}}{N_{\text{кр}}} \cdot 1000, \quad \text{г/(кВт} \cdot \text{ч)}, \quad (3.5)$$

де $G_{\text{т}}$ - годинна витрата палива, кг / год.

Буксування рушіїв трактора

$$\delta = \left(1 - \frac{n}{k \cdot n_0} \right) \cdot 100, \quad \% \quad (3.6)$$

де n - частота обертання ведучого колеса при русі трактора з навантаженням на гаку при заданій довжині гону, хв^{-1} ; n_0 - частота обертання «колієвимірювального» колеса при тій же довжині гону, хв^{-1} ; k - поправочний коефіцієнт:

$$k = \frac{n_{\text{хх}}}{n_0},$$

де $n_{\text{хх}}$ - частота обертання ведучого колеса випробуваного трактора, отримана шляхом його бук- сировки іншим тяговим засобом, при тій же довжині гону, хв^{-1} .

Умовний тяговий ККД трактора для кожної передачі:

$$\eta_{\text{ту}} = \frac{N_{\text{кр max}}}{N_{\text{е max}}} \cdot 100, \quad \% \quad (3.7)$$

де $N_{\text{е max}}$ - максимальна потужність двигуна, яка визначається за регуляторної характеристики, кВт; $N_{\text{кр max}}$ - максимальна тягова потужність на даній передачі, кВт:

$$N_{\text{кр max}} = P_{\text{кр max}} \cdot V_{\text{ср}}, \quad \text{кВт},$$

де $P_{\text{кр max}}$ - максимальне тягове зусилля, кН

Проведення тягових випробувань, як і лабораторних випробувань двигуна, також проводилося в кілька етапів.

На першому етапі (підготовчому) проводилось вимірювання опору са мопересування трактора МТЗ-82 з відключеним приводом переднього моста (далі трактора МТЗ-82) і сівалки-культиватора СЗС-2,1. Замір опору са мопересування трактора проводився шляхом його буксирування іншим тяговим засобом (використовувався аналогічний трактор МТЗ-82) на різних передачах. При цьому тяговий опір на гаку трактора дорівнювало супротиву са мопересування випробуваного трактора на швидкості руху, відповідаючій його швидкості руху на даній передачі по заданому ґрунтовому фону. Замір опору пересуванню сільгоспмашини («мертвого опору») проводився шляхом її буксирування по заданому ґрунтовому фону трактором, що випробується без заглиблення робочих органів на різних передачах.

Результати тягових випробувань експериментального трактора МТЗ-82, отримані шляхом його буксирування, представлені в таблиці 3.2 і на рисунку 3.15.

Таблиця 3.2 - Результати вимірів опору самопересування експериментального трактора МТЗ-82 по ґрунтовому фону «стерня колосових»

показник	номер передачі								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Швидкість руху, м / с	0,68	1,14	1,99	2,41	2,88	3,34	4,08	4,87	8,75 *
Сила опору самопереміщення, кН	1,89	2,00	2,30	2,37	2,56	2,67	2,86	3,04	4,01 **
коефіцієнт опору самопереміщенню	0,051	0,054	0,062	0,064	0,069	0,072	0,077	0,082	0,108

Примітка: * - на даній передачі швидкість руху випробуваного трактора була визначена шляхом його самостійного руху по розміченому ділянці ґрунтового фону «стерня колосових» без навантаження на гаку при максимальній подачі палива;

** - сила опору самопересування трактора визначена шляхом виміру частоти обертання колінчастого вала двигуна по зовнішній швидкісній характеристиці дизеля, знятої раніше.

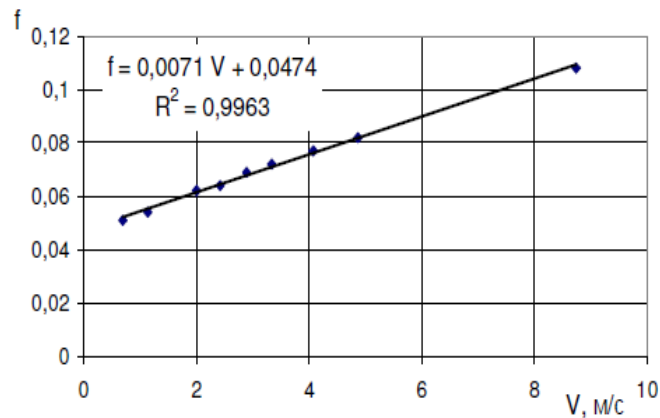


Рисунок 3.15 - Залежність коефіцієнта опору самопересування експериментального трактора МТЗ-82 від швидкості руху

Аналіз представлених результатів тягових випробувань показує, що збільшення швидкості руху трактора призводить до збільшення сили опору самопересування. В межах факторного простору дана залежність для мість може бути апроксимована лінійним рівнянням регресії з 99,6% - ною довірчою ймовірністю.

Результати тягових випробувань експериментальної стерньових сівалки СЗС- 3,1, отримані шляхом її буксирування по ґрунтовому фону «стерня колосових» без заглиблення робочих органів, представлені в таблиці 2.3 і на рисунку 3.16.

Таблиця 3.3 - Результати вимірів опору самопересування стерньових сівалки СЗС-2,1 по ґрунтовому фону «стерня колосових»

показник	номер передач								
	1	2	3	4	5	6	7	8 *	9 *
Швидкість руху, м / с	0,68	1,14	1,99	2,41	2,88	3,34	4,08	4,76	6,43
Сила опору самопересуванню, кН	2,22	2,25	2,44	2,50	2,54	2,70	2,85	2,98	3,37
коефіцієнт опору самопересуванню	0,211	0,214	0,232	0,238	0,242	0,257	0,271	0,284	0,321

Примітка: * - швидкість руху була обмежена через недостатню стійкості проти перекидання сільгоспмашини (стерньових сівалки СЗС-2,1)

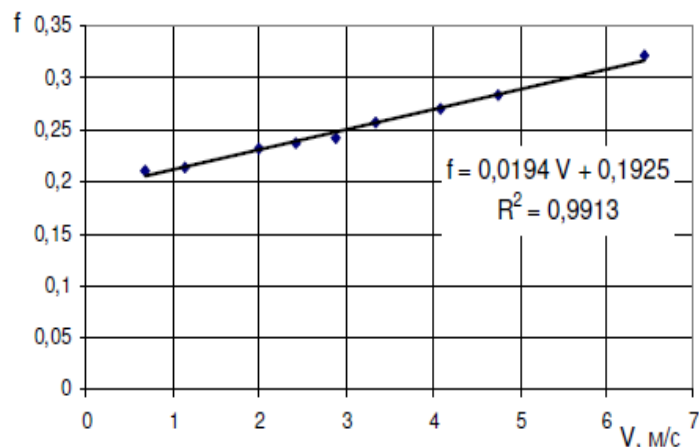


Рисунок 3.16 - Залежність коефіцієнта опору самопересування стерньової сівалки СЗС-2,1 від швидкості руху

Аналіз представлених результатів тягових випробувань стерньових сівалки СЗС-2,1 показує, що збільшення швидкості руху сівалки призводить до збільшення сили опору її самопересування. В межах факторного простору дана залежність, так само як і трактора, може бути апроксимована лінійним рівнянням регресії з 99,1% -ної довірчою ймовірністю. При цьому коефіцієнт опору самопересування стерньових сівалки СЗС- 2,1 практично в 3 рази перевершує коефіцієнт опору самопересування трактора. Дана обставина пояснюється тим, що в якості опорних коліс задньої частини стерньової сівалки СЗС-2,1 використовуються катки, що роблять закладення насіння і забезпечують задану глибину і коткування посіву.

Згідно з методикою проведення порівняльних польових випробувань, проведення основного етапу випробувань дослідного зразка посівного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і стерньових сівалки СЗС-2,1 здійснювалося за методикою активного повного факторного експерименту по дворівневому

плану другого порядку Боксу-Бенкіна. Експериментальні дослідження даної серії випробувань проводилися в два етапи. На першому етапі використовувався трактор МТЗ-82, оснащений штатним двигуном. На другому етапі використовувався модернізований трактор МТЗ-82, оснащений двигуном з пристроєм для водної інжекції.

В результаті обробки даних польових випробувань було встановлено, що отримані результати проведених досліджень тягової динаміки демонструють досить задовільну збіжність вимірів значень параметрів, що досліджуються. Розбіжності вимірів між повторними дослідів не перевищували 5 ... 15%. Разом з тим, зважаючи на достатню складність забезпечення ідентифікації умов проведення повторностей польових дослідів, отриману похибка слід вважати цілком прийнятною. За даними літературних джерел [15, 16], при проведенні польових досліджень у сільському господарстві прийнятними вважаються розбіжності до 25%.

Результати проведених експериментальних досліджень тягової динаміки посівного агрегату в складі трактора МТЗ-82, оснащеного штатним двигуном, і стерньової сівалки СЗС-2,1, проведені за планом другого порядку Бокса-Бенкіна представлені в таблиці 3.4.

Аналіз даних таблиці 3.4 показує, що трактор МТЗ-82, оснащений штатним дизельним двигуном, при глибині обробки ґрунту (посіву), що дорівнює 15 см (тяговий опір стерньової сівалки склало 13,09 кН), може реалізувати свої швидкісні можливості тільки на 5-ій передачі. Подальше збільшення швидкості обмежується недостатньою потужністю встановленого двигуна. Максимальна тягова потужність (33,32 кВт) випробуваного посівного агрегату була отримана на 6-ій передачі при глибині обробки ґрунту (посіву), що дорівнює 10 см (тяговий опір стерньових сівалки СЗС-2,1 становило 10,68 кН).

Результати експериментальних досліджень тягової динаміки посівного агрегату в складі трактора МТЗ-82 з двигуном, оснащеним пристроєм для водної інжекції, і стерньових сівалки СЗС-2,1, проведені за планом другого порядку Бокса-Бенкіна представлені в таблиці 3.5.

Таблиця 3.4 - Результати експериментальних досліджень посівного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і стерньової сівалки СЗС-2,1

Рівень варіювання факто- рів		Змінні параметри			
		X ₁ - швидкість руху агрегата, м / с		X ₂ - тягове зусилля на гаку трактора, кН	
Верхній рівень (+)		-1 - 4 передача		-1 - глибина посіву 5 см	
основний рівень (0)		0 - 6 передача		0 - глибина посіву 10 см	
нижній рівень (-)		+1 - 8 передача		+1 - глибина посіву 15 см	
номер досвіду	N _{кр} , кВт	V _p , М / с		P _{кр} , кН	
1	33,12	+1	2,53 *	+1	13,09 *
2	13,79	-1	2,37	-1	5,82
3	31,28	+1	4,16	-1	7,52
4	27,22	-1	2,19	+1	12,43
5	32,51	+1	3,09 **	0	10,52 **
6	21,12	-1	2,29	0	9,20
7	33,32	0	3,12	0	10,68
8	31,14	0	3,02	0	10,31
9	32,77	0	3,10	0	10,57

Примітка: * - дані отримані на 5-ій передачі, яка є максимально можливою при даній потужності двигуна трактора для виконання технологічної операції з заданою ними параметрами; ** - дані отримані на 6-ій передачі, з тих же причин.

Таблиця 3.5 - Результати експериментальних досліджень посівного агрегату в складі модернізованого трактора МТЗ-82 і стерньової сівалки СЗС-2,1

Рівень варіювання факто- рів		Змінні параметри			
		X ₁ - швидкість руху агрегата, м / с		X ₂ - тягове зусилля на гаку трактора, кН	
Верхній рівень (+)		-1 - 4 передача		-1 - глибина посіву 5 см	
основний рівень (0)		0 - 6 передача		0 - глибина посіву 10 см	
нижній рівень (-)		+1 - 8 передача		+1 - глибина посіву 15 см	
номер досвіду	N _{кр} , кВт	V _p , М / с		P _{кр} , кН	
1	34,87	+1	2,60 *	+1	13,41 *
2	14,30	-1	2,42	-1	5,91
3	35,98	+1	4,56	-1	7,89
4	27,51	-1	2,22	+1	12,39
5	35,01	+1	3,26	0	10,74
6	21,79	-1	2,34	0	9,31
7	33,12	0	3,13	0	10,58
8	32,53	0	3,18	0	10,23
9	33,16	0	3,09	0	10,73

Примітка: * - дані отримані на 7-ій передачі, яка є максимально можливою при даній потужності двигуна трактора для виконання технологічної операції з заданою ними параметрами.

Аналіз даних таблиці 3.5 показує, що модернізований трактор МТЗ-82, при глибині обробки ґрунту (посіву), що дорівнює 15 см (тяговий опір склав

13,41 кН), може реалізувати свої швидкісні можливості вже на 7-ій передачі. Максимальна тягова потужність (35,98 кВт) була отримана на 8-ій передачі при глибині обробки ґрунту (посіву), що дорівнює 5 см (тяговий опір склав 7,89 кН).

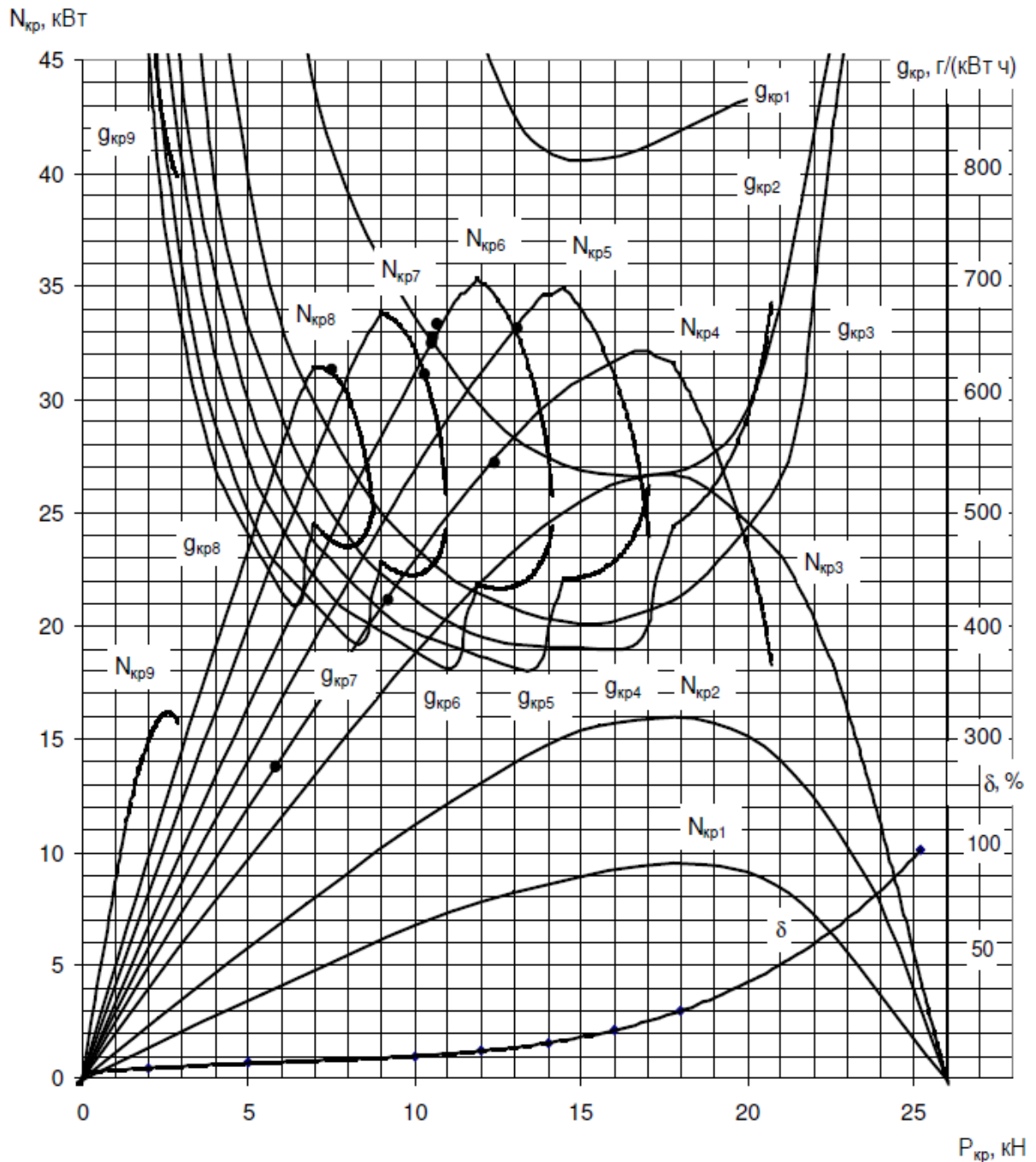
З метою розширення діапазону варіювання факторів і зниження витрат на проведення експериментів було прийнято рішення про використання математичного моделювання, в основу якого лягли дані проведених теоретичних і експериментальних досліджень. Отримані в результаті математичного моделювання тягові характеристики трактора МТЗ-82 зі штатним двигуном 4Ч 11/12,5 і двигуном, оснащеним пристроєм для водної інжекції у впускний колектор, представлені на малюнках 3.17 і 3.18.

При розрахунку тягових характеристик експериментального трактора МТЗ-82 вихідні дані для побудови кривої буксування були отримані, як в процесі проведення основної серії випробувань методом активного експерименту за планом другого порядку Бокса-Бенкіна, так і в процесі проведення додаткової серії експериментів по визначенню максимального тягового зусилля на гаку трактора. Під поняттям «максимальне тягове зусилля» згідно п. 1.2 ДСТУ 30745-2001 (ІСО 789-9 - 90) розумілося «... найбільше горизонтальне зусилля в точці з'єднання зі зчіпним пристроєм, обмеженість ве початком нестійкої роботи двигуна або граничним буксуванням двигителів».

З метою поліпшення наочності впливу водної інжекції у впускний колектор двигуна 4Ч 11/12,5 на тягово-показники потужності трактора МТЗ-82 була побудована поєднана тягова характеристика, яка представлена на рисунку 3.19.

Аналіз представлених тягових характеристик трактора МТЗ-82 показує, що при роботі двигуна трактора на регуляторної гілки зовнішньої швидкісної характеристики криві тягової потужності практично збігаються. Цією обставиною і пояснюються незначні розбіжності результатів польових іспитів посівного агрегату в складі трактора МТЗ-82 і стерньової зернової сівалки СЗС-2,1 зі штатним двигуном і двигуном, забезпеченим пристроєм для водної

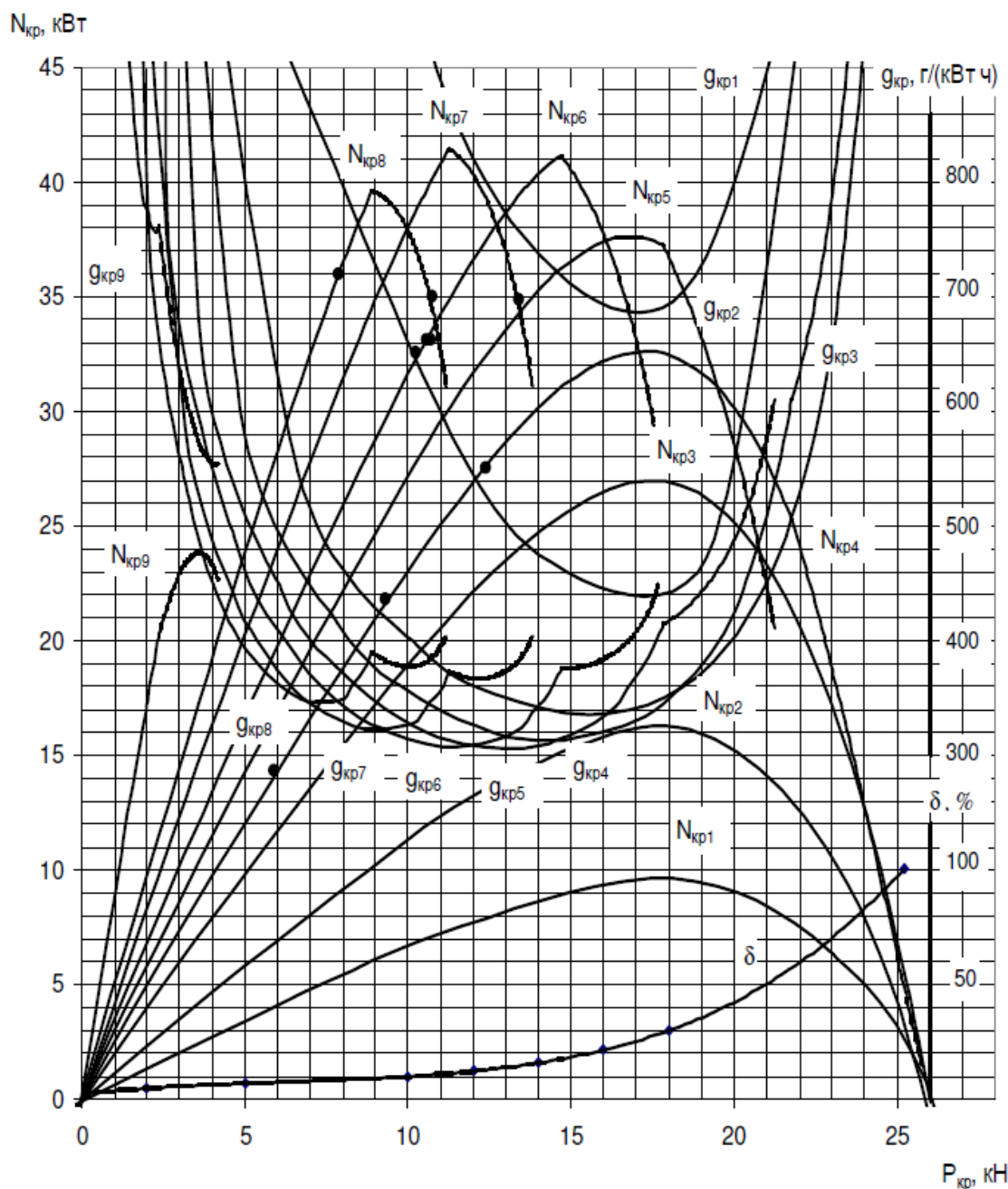
інжекції.



Примітка: 1) точками позначені результати експериментальних досліджень, проведені за планом другого порядку Бокса-Бенкіна; 2) крива буксування побудована за даними додаткової серії експериментів по визначенню максимального тягового зусилля на гаку трактора; 3) ґрунтовий фон - «стерня колосових»

Рисунок 3.17 - Тягова характеристика трактора МТЗ-82 зі штатним

двигуном 4Ч 11/12,5



Примітка: 1) точками позначені результати експериментальних досліджень, проведені за планом другого порядку Бокса-Бенкіна; 2) крива буксування побудована за даними додаткової серії експериментів по визначенню максимального тягового зусилля на гаку трактора; 3) ґрунтовий фон - «стерня колосових»

Рисунок 3.18 - Тягова характеристика трактора МТЗ-82 з двигуном 4С 11/12,5, оснащеним пристроєм для водної інжекції

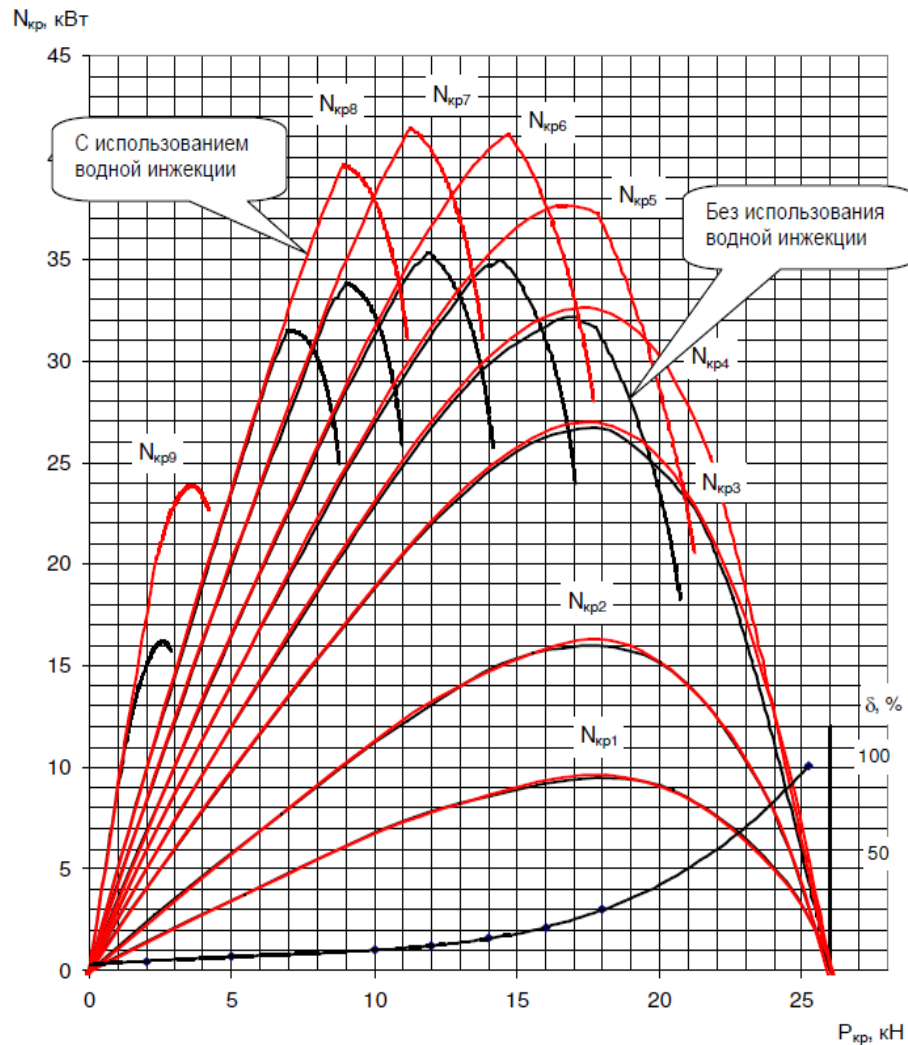


Рисунок 3.19 - Суміщена тягова характеристика трактора МТЗ-82
(на ґрунтовому полі - стерня колосових)

У більшості дослідів посівної агрегат працював з недовантаженням двигуна. У той час як результати експериментальних досліджень показують, що най- більший ефект від застосування водної інжекції у впускний колектор проявляє у режимі номінальної потужності і при роботі двигуна на коректорної гілки зовнішньої швидкісної характеристики. На рисунках 3.20 і 3.21, а також в таблиці 2.6, показано абсолютне і відносне збільшення тягової потужності при використанні водної інжекції у впускний колектор.

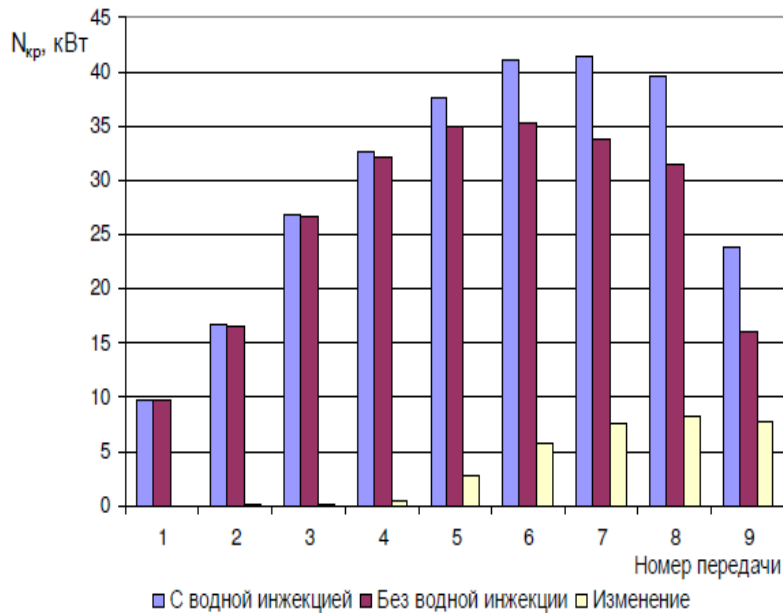


Рисунок 3.20 - Абсолютна зміна тягової потужності трактора МТЗ-82 на різних передачах на ґрунтовому полі «стерня колосових»

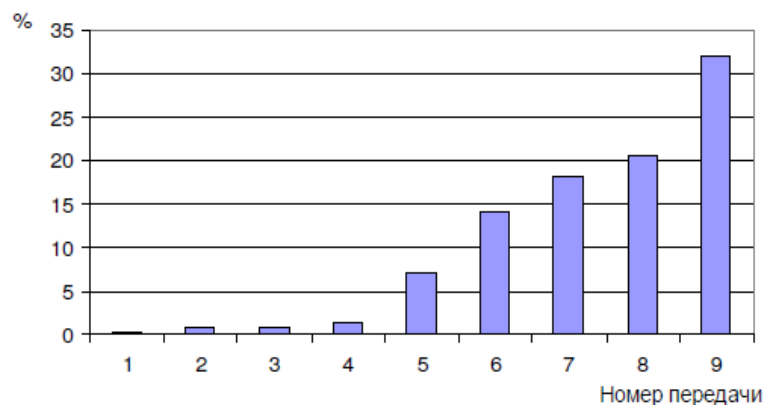


Рисунок 3.21 - Відносне збільшення тягової потужності трактора МТЗ-82 на різних передачах на ґрунтовому полі «стерня колосових»

Аналіз представлених даних показує, що ефект від використання трактора МТЗ-82 при збільшенні потужності двигуна за рахунок використання водної інжекції слід очікувати на підвищених передачах (не нижче 5-ої передачі). Низькі значення відносного збільшення тягової потужності трактора МТЗ-82 на нижчих передачах пояснюються його недостатніми тягово-зчіпними якостями, що не дозволяють трактору реалізувати потужність двигуна в тягове зусилля на гаку.

Таблиця 3.6 - Зміна максимальної тягової потужності трактора МТЗ-82 на різних передачах на ґрунтовому полі «стерня колосових»

показник	номер передачі								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тягова потужність тракувати ра МТЗ-82 зі штатним двигуном, кВт	9,63	16,10	26,70	32,14	34,94	35,32	33,83	31,44	16,17
Тягова потужність тракувати ра МТЗ-82 з модернізованим	9,64	16,20	27,00	32,60	37,61	41,12	41,43	39,60	23,84
Абсолютне збільшення тягової потужності, кВт	0,01	0,10	0,30	0,46	2,67	5,80	7,60	8,16	7,67
Відносне збільшення тягової потужності, %	0,10	0,62	1,11	1,43	7,11	14,11	18,36	20,60	32,17

Разом з тим, ефективність використання трактора в тяговому режимі, як вже було зазначено раніше, слід оцінювати за допомогою умовного тягового ККД. Зміна максимальних значень умовного тягового ККД трактора МТЗ-82 на різних передачах представлено на рисунку 3.22.

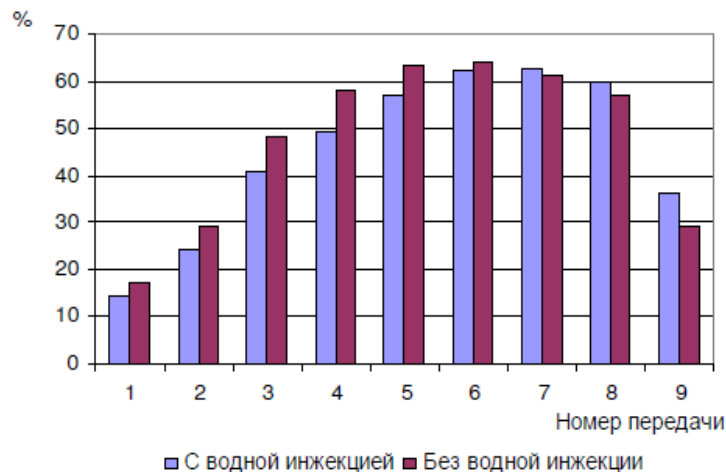


Рисунок 3.22 - Зміна максимальних значень умовного тягового ККД трактора МТЗ-82 (ґрунтовий фон - стерня колосових)

Аналіз рис. 2.22 показує, що значення умовного тягового ККД для трактора МТЗ-82 з двигуном, оснащеним пристроєм для водної інжекції у впускний колектор, на нижчих передачах (до 5-ої передачі включно) виявляються нижчими, ніж у серійного трактора. Даний висновок пояснюється його низькими тягово-зчіпними властивостями. Як шляхів підвищення ефективності його використання можна рекомендувати агрегування з тяговоприводними сільхозмашинами, при використанні яких

частина потужності двигуна трактора реалізується через вал відбору потужності (ВВП).

Висновки до розділу 3

1. Результати індиціювання показали стійке підвищення індикаторного тиску в середньому на 18 ... 22%. Виявлено «пом'якшення» роботи досліджуваного двигуна, яке пояснюється зменшенням швидкості наростання і зниження індикаторного тиску (в середньому на 5 ... 15%), в порівнянні з роботою на дизельному паливі.

2. Експериментально встановлено, що найбільший приріст ефективної потужності дизельного двигуна 4 Ч 11/12,5 спостерігається при подачі води в об'ємі рівному 27 ... 32% від обсягу циклової подачі дизельного палива.

3. При використанні водної інжекції відносна економія дизельного палива досягає 36 г / кВт год ефективної потужності. Крім того, встановлено, що зі збільшенням обсягу води, що подається температура відпрацьованих газів знижується, з середньою інтенсивністю близько 1° С на 1% подачі води, в залежність від режиму роботи двигуна. Найбільше зниження температури відпрацьованих газів відзначено на режимі максимального крутного моменту.

4. В результаті тягових випробувань, проведених на ґрунтовому полі «стерня колосових», максимальна тягова потужність трактора МТЗ-82 з відключеним приводом переднього моста отримана на 6 і 7 передачах - відповідно 41,12 і 41,43 кВт, відносно збільшення - відповідно 14,11 і 18,36%.

5. При застосуванні водної інжекції на номінальному режимі роботи двигуна спостерігається зниження викидів оксиду вуглецю на 0,17 мг / м³ (зниження на 39,30%). Зменшення викидів оксидів азоту на режимі максимального крутного моменту на 2,90 мг / м³ (зниження на 33,30%). Максимальне зниження димності відпрацьованих газів на 0,20% (зниження на 8,33%).

РОЗДІЛ 4

ДИДАКТИЧНИЙ ПРОЄКТ ФАКУЛЬТАТИВНОГО ЗАНЯТТЯ З ТЕМИ «УДОСКОНАЛЕННЯ РОБОТИ ДИЗЕЛЯ НА СУМІШІ ДИЗЕЛЬНОГО ТА БІОДИЗЕЛЬНОГО ПАЛИВ ШЛЯХОМ ДИНАМІЧНОГО РЕГУЛЮВАННЯ» ДЛЯ ПІДГОТОВКИ ФАХІВЦІВ ТРАНСПОРТНОЇ ГАЛУЗІ

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 семінар: «Експлуатація та ремонт транспортних машин», тема: «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання».

4.1 Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)

Оперативні цілі - це проекти чи програми, які забезпечуватимуть досягнення стратегічних цілей. Вони визначають стратегічні цілі кількісно та мають терміни виконання

Відповідно до теорії В.П. Беспалько, існують чотири рівні засвоєння навчального матеріалу. В таблиці 4.1 приведено оперативні цілі з теми.

Постановка цілей факультативного заняття (оперативних цілей)

Цілі факультативного заняття	Цілі формування різних рівнів засвоєння навчального матеріалу	Умови досягнення	Результат у вигляді дій студентів
1	2	3	4
Сформуванню вміння визначати, охарактеризувати та аналізувати технологію удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палива шляхом динамічного регулювання	I рівень. Мати загальне уявлення про дизелі, дизельні та біодизельні палива	Базові знання з дисципліни «Експлуатація та ремонт транспортних машин» стосовно теми	Сформоване уявлення про дизелі, дизельні та біодизельні палива
	II рівень. Уміти охарактеризувати особливості процесу переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палива з динамічним регулюванням	Виконання дій першого рівня	Надано характеристику особливостям процесу переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палива з динамічним регулюванням

1	2	3	4
	<p>III рівень.</p> <p>Аналізувати вплив технології переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням на ефективність та якість роботи дизеля</p>	<p>Виконання дій першого та другого рівнів</p>	<p>Проаналізований вплив технології переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням на ефективність та якість роботи дизеля</p>
	<p>IV рівень</p> <p>Визначати, охарактеризовувати та аналізувати технологію удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання</p>	<p>Виконання дій першого, другого та третього рівнів</p>	<p>Визначена, охарактеризована та проаналізована технологія удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання</p>

4.2 Перелік літературних джерел з теми

Основні рекомендовані джерела

1. Поляков А.П. Алгоритм роботи системи живлення дизельного двигуна автомобіля зі зміною складу суміші дизельного та біодизельного палив / А.П.

Поляков, Д.О. Галушак // Матеріали III-ої міжнародної науково-практичної інтернет-конференції «Сучасні технології та перспективи розвитку автомобільного транспорту»: 14-16 квітня 2015р. – Вінниця: ВНТУ, 2015. – С. 89-91

2. Поляков А.П. Використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив на дизелях транспортних засобів : монографія / А.П. Поляков, О.О. Галушак, Д.О. Галушак. – Вінниця : ВНТУ, 2015. – 92 с.

4.3 Конструювання дидактичних матеріалів: аналіз структури навчального матеріалу факультативного заняття

Далі розробимо план викладення теми та представимо структурно-логічну схему.

План викладення теми: «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання»

1. Аналіз фізико-хімічних властивостей біодизельного палив як палива для дизелів

2. Методика визначення показників автомобіля з дизельним двигуном при використанні системи живлення з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив

3. Технологія розробки математичної моделі системи «двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив»

4. Будова удосконаленої класичної системи живлення дизеля сумішшю дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу

4.1 Паливний бак для дизельного палива

4.2 Фільтр грубої очистки дизельного палива

4.3 Насос низького тиску дизельного палива

4.4 Фільтр тонкої очистки дизельного палива

4.5 Змішувач палив

4.6 Паливний насос високого тиску

- 4.7 Форсунка
- 4.8 Електронний блок керування
- 4.9 Важіль подачі палива
- 4.10 Перепускний клапан
- 4.11 Датчик частоти обертання колінчастого валу двигуна
- 4.12 Датчик температури охолоджуючої рідини
- 4.13 Паливний бак для біодизельного палива
- 4.14 Фільтр грубої очистки біодизельного палива
- 4.15 Насос низького тиску біодизельного палива
- 4.16 Фільтр тонкої очистки біодизельного палива
- 4.17 Додатковий паливний бак
- 4.18 Насос низького тиску з додаткового паливного баку
- 4.19 Електромагнітний клапан
- 4.20 Зворотній клапан
- 4.21 Підігрівачі палив
- 4.22 Датчик рівня палива

5. Оцінка впливу особливостей робочих процесів дизеля при роботі на суміші палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу на техніко-економічні та екологічні показники двигуна та автомобіля

6. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив для дизельних автомобілів

7. Рекомендації щодо використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив для дизелів

8. Результати переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням

8.1 Дозволяє зменшити витрати на паливо та залежність від традиційних нафтових палив,

8.2 Зменшення шкідливих викидів відпрацьованих газів дизеля

8.3 Можливість виробляти біодизельне паливо в об'ємах, необхідних для потреби підприємства

8.4 Дозволяє зменшити витрати на паливо та залежність від традиційних нафтових палив

8.5 Надає автономність підприємству в паливних питаннях.

8.6 Покращує екологічні показники двигуна

8.7 Зменшує рівень шкідливих викидів відпрацьованих газів дизеля

Структурно-логічну схему з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання» представлено на рисунку 4.1.

Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання



Рис. 3.1 Структурно-логічна схема з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання»

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 студенти 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 дії	Назва дисциплін і тем, в яких формуються базові знання і дії	Способи (методи, форми, засоби) перевірки рівня сформованості базових знань і способів дій	Способи актуалізації або поповнення базових знань і способів дій
Дизелі Паливо Види палива Дизельне паливо Біодизельне паливо Динамічні режими регулювання двигуна	Експлуатація та ремонт транспортних машин	Усне фронтальне опитування, за допомогою контрольних питань: 1.Що представляє собою дизель? 2. Які існують види палива? Охарактеризуйте кожен з них, враховуючи особливості застосування 3. Яке паливо називається біодизельним?	Якщо базові знання знаходяться на незадовільному рівні, то необхідно нагадати головні аспекти шляхом нагадування та повторення

4.5 Проктування мотиваційних технологій навчання

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.

Таблиця 4.3

Визначення способів реалізації мотивації

Способи реалізації мотивації	Внутрішня мотивація
1	2
Вступна мотивація Віднесення до ситуації	Сьогодні ми розпочинаємо вивчати тему «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання». Тема має велику важливість, бо одним вартість додаткового обладнання для малооб'ємних і для великооб'ємних дизелів близькі за значенням, але удосконалену систему живлення доцільніше використовувати на двигунах, які мають велику витрату палива, оскільки термін окупності їх переобладнання буде мінімальним. Це можуть бути великооб'ємні дизелі та дизелі, які інтенсивно експлуатуються. На малооб'ємних дизелях також можливо використовувати систему живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу

Способи реалізації мотивації	Внутрішня мотивація
1	2
	<p>суміші дизельного палива та біодизельного палива, проте економічний ефект від цього буде незначним, а термін окупності великим. Тому на мало-об'ємних двигунах удосконалену систему доцільно використовувати тільки з метою зменшення шкідливих викидів відпрацьованих газів дизеля. Удосконалену систему живлення дизеля з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші дизельного палива та біодизельного палива доцільно використовувати на дизелях, якими обладнані, в якості силової установки, мобільні електростанції. В дизельних генераторах, як правило, відсутні різкі перепади навантаження, що нівелює інертність динамічного регулювання відсоткового складу суміші палив. Мобільні електростанції обладнуються дизелями переважно більшої потужності ніж самі генератори і це призводить до того, що при роботі дизельного генератора на режимі максимального навантаження двигун працює на режимі часткового навантаження при частоті обертання колінчастого валу, близькій до номінальної. Відповідно, дизель буде завжди працювати на режимах, за яких доцільно використовувати суміші палив з великим вмістом біодизельного палива, відповідно, ефект від його використання буде максимальний, а динамічне регулювання відсоткового складу суміші палив забезпечить легкий запуск дизеля на дизельного палива навіть за низьких температур та усуне негативні впливи від</p>

Способи реалізації мотивації	Внутрішня мотивація
1	2
	використання біодизельного палива при непрогрітому двигуні. Для підвищення ефективності використання біодизельного

Продовження табл. 4.3

1	2
	палива доцільно створювати на базі великих споживачів палива власні виробництва, що надасть можливість створення нових робочих місць (соціальний ефект) та зменшить залежність від імпортованих енергоносіїв. В Україні є можливість розосередити виробництво біодизельного палива по всі території країни (майже скрізь є сировина для його виробництва), що призведе до зменшення витрати на транспортування біодизельного палива та кількості посередників між виробником та споживачем продукції, – відпадає потреба в розгалуженій системі логістичних центрів. Отже, почнімо, будьте уважні, не відволікайтесь!

4.6 Проектування технології формування орієнтовної основи діяльності на факультативному занятті

Проектування технологій формування орієнтовної основи діяльності (ООД) включає вибір типу навчання, його структурних елементів, а також методів і прийомів їх реалізації.

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

Способи формування ООД на факультативному занятті

Рівні засвоєння навчального матеріалу теми заняття	Форми	Методи	Засоби
I-IV	Фронтальна	Розповідь-пояснення, ілюстрація презентаційних слайдів з теми: «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання»	Презентаційні слайди з теми

4.7 Проєктування технології формування виконавчих дій на факультативному занятті

Після того, як у студентів сформовані необхідні уявлення про об'єкти, що вивчаються, процеси або явища навколишній дійсності, настає етап формування умінь, навиків або, по-іншому, виконавчих дій.

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
I-IV рівні	Фронтальна	Бесіда-обговорення переваг та сутності процесу переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням	<p>Питання бесіди:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. З яких елементів складається удосконалена класична система живлення дизеля сумішшю дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу? Охарактеризуйте кожен з елементів 2. Поясніть технологію проведення оцінки впливу особливостей робочих процесів дизеля при роботі на суміші палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу на техніко-економічні та екологічні показники двигуна та автомобіля

4.8 Проектування контрольних дій з теми

Проектування системи контролю є одним з важливих видів діяльності викладача. Контроль дає можливість визначити, наскільки чітко досягнута мета навчання, які недоліки процесу навчання і що слід зробити, щоб застосувати нові технології навчання

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
I-IV	Фронтальне	Письмова контрольна робота	<p>Запитання:</p> <p>Дайте ґрунтовну, повну відповідь на питання.</p> <p>Як Ви вважаєте, удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання, це необхідність або економічно обґрунтований процес? І яких результатів можна досягнути після введення цього процесу?</p>

4.9 Розробка сценарію факультативного заняття

Сценарій навчання з теми заняття на тему: «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання» наведено в таблиці 4.7.

Сценарій навчання з теми заняття

№ п/п	Структурні елементи заняття	Зміст структурних елементів
1	2	3
1	Організаційний момент	Вітання, фіксація присутніх, перевірка зовнішньої обстановки в аудиторії. Вітання викладача. Студенти підтверджують присутності у момент переклички
2	Повідомлення теми і мети заняття	Викладач повідомляє тему заняття: «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання» та мету: сформуванню вміння визначати, охарактеризовувати та аналізувати технологію удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання. Студенти фіксують тему, сприймають цілі, формують уявлення щодо результатів засвоєння матеріалу теми даного заняття
3	Мотивація мети	Повідомлення важливості вивчення даної теми (повний текст представлений в таблиці 3.3). Студенти слухають викладача, сприймають інформацію.
4	Актуалізація базових знань	Проведення усного фронтального опитування, за допомогою усних питань. Якщо студенти не можуть відповісти на питання, стисло нагадуємо основні моменти по базовому матеріалу. Студенти слухають питання, відповідають на них. Доповнюють відповіді друг друга
5	Формування ООД	Викладач викладає новий матеріал за планом: 1. Аналіз фізико-хімічних властивостей біодизельного палив як палива для дизелів

1	2	3
		<p>1. Методика визначення показників автомобіля з дизельним двигуном при використанні системи живлення з динамічним регулюванням відсоткового складу суміші палив</p> <p>2. Технологія розробки математичної моделі системи «двигун – система живлення сумішшю дизельного та біодизельного палив»</p> <p>3. Будова удосконаленої класичної системи живлення дизеля сумішшю дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу</p> <p>4. Оцінка впливу особливостей робочих процесів дизеля при роботі на суміші палив з динамічним регулюванням її відсоткового складу на техніко-економічні та екологічні показники двигуна та автомобіля</p> <p>5. Техніко-економічне обґрунтування доцільності використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив для дизельних автомобілів</p> <p>6. Рекомендації щодо використання динамічного регулювання відсоткового складу суміші дизельного та біодизельного палив для дизелів</p> <p>Результати переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням</p>

1	2	3
		В ході викладу використано наступні методи та засоби: метод лекції з елементами пояснення, розповідь, ілюстрація презентаційних слайдів. Дії студентів: сприйняття нової інформації, співвідношення її з наявними знаннями, розуміння, запам'ятовування, ведення конспекту.
6	Формування ВД	Обговорення та аналіз особливостей процесу переведення дизеля на роботу на суміші дизельного та біодизельного палив з динамічним регулюванням
7	Формування КД	Викладач задиктовує письмове питання. Студенти відповідають.
8	Підбиття підсумків	Узагальнення засвоєного шляхом нагадування в узагальненому вигляді основних питань, розглянутих на занятті Відновлення в пам'яті основних моментів матеріалу заняття. Виставлення балів за контрольну роботу (які будуть досумовані до загальної оцінки за вивчення курсу, як додаткові).

Висновки до розділу 4

В цьому розділі було розроблено дидактичний проєкт факультативного заняття з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання» 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 «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив

шляхом динамічного регулювання», проаналізовані базові поняття, визначені способи перевірки та формування базових знань, розроблена характеристика 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.

ВИСНОВОК

У роботі визначено, описано, теоретично обґрунтовано та проаналізувано процес професійної підготовки фахівців транспортної галузі, розроблено дидактичний проект факультативного заняття з теми «Удосконалення роботи дизеля на суміші дизельного та біодизельного палив шляхом динамічного регулювання». На підставі результатів проведених досліджень можна зробити наступні основні висновки:

1. Розроблена експериментальна установка дозволила провести індиціювання повномасштабного дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 при застосуванні водної інжекції. Результати індиціювання показали стійке підвищення індикаторного тиску в середньому на 18 ... 22%. Виявлено «пом'якшення» роботи досліджуваного двигуна, яке пояснюється зменшенням швидкості наростання і зниження індикаторного тиску (в середньому на 5 ... 15%), в порівнянні з роботою на дизельному паливі.

2. Експериментально встановлено, що найбільший приріст ефективної потужності дизельного двигуна 4Ч 11/12,5 спостерігається при подачі води в об'ємі рівному 27 ... 32 % від обсягу циклової подачі дизельного палива. При застосуванні водної інжекції відносна економія дизельного палива досягає 36 г/кВт · год ефективної потужності. Крім того, встановлено, що зі збільшенням обсягу води, що подається температура відпрацьованих газів знижується, з середньою інтенсивністю близько 1° С на 1% подачі води, в залежності від режиму роботи двигуна. Найбільше зниження температури відпрацьованих газів відзначено на режимі максимального крутного моменту.

3. При застосуванні водної інжекції на номінальному режимі роботи двигуна спостерігається зниження викидів оксиду вуглецю на 0,17 мг/м³ (зниження на 39,30%). Зменшення викидів оксидів азоту на режимі максимального крутного моменту на 2,90 мг/м³ (зниження на 33,30%). Максимальне зниження димності відпрацьованих газів на 0,20% (зниження на 8,33%).

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>
Всеосвіта – освітня платформа для професійного зростання педагогічних працівників та підвищення їх педагогічної майстерності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://vseosvita.ua/>

15. Вознесенский, В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях [Текст] / В.А. Вознесенский. – М.: Фи- нансы и статистика, 1981. – 263 с.:ил.

16. Паровий фантом палива: 6-тактний двигун Кроуера [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.porpmech.ru/article/3378-parovoy-fantom-topliva/photo/18829/#foto>

17. Авдудевский, В.С. Снижение выбросов окислов азота от энергетических установок путем ввода воды в зону горения факела [Текст] / В.С. Авдудевский, У.Г. Пирумов, А.И. Папуша, В.А. Григорьев, Э.П. Волков, В.И. Кормилицын // Труды Московского энергетического института (МЭИ). – 1984. – №50. – С. 3 – 19