

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

Факультет інженерії та енергетики

Кафедра процесів, машин і обладнання в агроінженерії

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Андрійчук Анатолій Олександрович

УДК 631.31

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

**Підвищення ефективності використання машинно-
тракторних агрегатів**

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня магістр кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело

_____ А.О. Андрійчук

Керівник роботи

Р.С. Грудовий

к.т.н., ст. викладач

Житомир – 2021

АНОТАЦІЯ

Андрійчук Анатолій Олександрович. Підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів. – Кваліфікаційна робота на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2021.

В магістерській роботі встановлено, що застосування палива з модифікатором ВРІ у концентрації 0,02 % від масової частки дизельного палива здатне забезпечити досягнення встановленої потужності двигуна сільськогосподарського трактора. Застосування цієї присадки в комплексі з регулюванням паливної апаратури забезпечує продовження терміну експлуатації не менше 125 мото-годин за показником встановленої потужності.

Застосування розроблених рекомендацій під час проведення посівних робіт дозволило забезпечити збільшення тягової потужності на 10,7 % та паливної економічності на 12,49 %, при цьому підвищення умовного тягового ККД трактора МТЗ-82 становило 0,026. Розрахунками встановлено збільшення змінної продуктивності з допомогою збільшення робочої швидкості машинно-тракторного агрегату на 11,12 %. Експлуатаційні дослідження проведені на тракторно-транспортному агрегаті забезпечили підвищення паливної економічності до 20,3 %. Забезпечено підвищення ритмічності закладки сінажної траншеї, що дозволило збільшити добову закладку сінажу на 13,2...25,6 %.

Ключові слова: машино-тракторний агрегат, двигун, модифікатор палива, потужність, економічність.

ANNOTATION

Andriychuk Anatoliy Oleksandrovysh. Improving the efficiency of machine-tractor units. – *Qualification work on the rights of the manuscript.*

Qualifying work for a master's degree in specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissya National University, Zhytomyr, 2021.

In the master's thesis it is established that the use of fuel with BPI modifier at a concentration of 0.02% by weight of diesel fuel is able to ensure the achievement of the installed engine power of the agricultural tractor. The use of this additive in combination with the regulation of fuel equipment provides an extension of the service life of at least 125 moto-hours in terms of installed capacity.

The application of the developed recommendations during sowing allowed to increase the traction power by 10.7% and fuel efficiency by 12.49%, while increasing the conditional traction efficiency of the MT3-82 tractor was 0.026. The calculations show an increase in variable productivity by increasing the working speed of the machine-tractor unit by 11.12%. Operational researches carried out on the tractor-transport unit provided increase of fuel economy to 20,3%. An increase in the rhythm of haymaking trench was provided, which allowed to increase the daily haylage by 13.2... 25.6%.

Key words: machine-tractor unit, engine, fuel modifier, power, economy.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	20
РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	31
ВИСНОВКИ.....	37
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	38

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Актуальність теми. Підвищення ефективності використання потенційних можливостей сільськогосподарських енергетичних засобів є важливим науково-технічним завданням у галузі механізації сільського господарства. В результаті проведених досліджень встановлено, що в умовах рядової експлуатації сільськогосподарських тракторів показники встановленої потужності їх двигунів відрізняються від заявленої нормативно-технічної документації (НТД) у менший бік. Близько 80 ... 85% дизелів тракторів не розвиває встановленої потужності і має підвищену витрату палива. Подібний стан справ характерний не тільки для агропромислового комплексу (АПК) Житомирської області, але й для всього всієї України. Це призводить до зниження продуктивності машинно-тракторних агрегатів (МТА) та наднормативної витрати палива при виконанні робіт у рослинництві.

Одним із рішень цього завдання є застосування модифікованого дизельного палива, що дозволяє підвищити потужнісні параметри двигунів тракторів та покращити ефективність використання потенційних можливостей енергетичних установок сільськогосподарських МТА. Під модифікованим паливом розуміється моторне паливо із зміненими характеристиками. Зміна цих характеристик досягається шляхом уведення до складу стандартного палива різних присадок. У зв'язку з цим пошук шляхів та методів підвищення ефективності використання сільськогосподарських МТА шляхом підтримки встановленої потужності енергетичних установок за рахунок застосування модифікованого палива є актуальною науковою проблемою, а розробка засобів підвищення потужності показників дизельних двигунів, а також засобів технічного обслуговування їх паливної апаратури є практично значущим науково-інженерним завданням.

Ступінь розробленості теми. Аналіз відомих наукових досліджень у галузі забезпечення потужних показників тракторного парку в АПК показав наявність

суттєвої теоретичної та експериментальної бази. Проте застосування модифікованого палива, як засобу забезпечення працездатності двигунів сільськогосподарських тракторів шляхом підтримки встановленої потужності, одержало недостатнє освітлення. Це викликає необхідність проведення досліджень щодо впливу зазначеного палива на потужнісні показники тракторних двигунів. Проте існуюча нормативно-технічна документація (НТД) не враховує можливості застосування модифікованого палива та пов'язані з цим можливі зміни регулювання паливної апаратури. У цьому зв'язку необхідно досліджувати вплив використання модифікованого палива на потужнісні та паливно-економічні показники двигуна трактора, а також на продуктивність сільськогосподарських машинно-тракторних агрегатів.

Мета та завдання дослідження Мета роботи підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів шляхом забезпечення працездатності двигунів сільськогосподарських тракторів за рахунок застосування модифікованого палива.

Завдання досліджень:

1. Обґрунтувати вибір модифікатора та його концентрацію, які забезпечують працездатність двигунів сільськогосподарських тракторів шляхом підтримання їх потужних показників. Розкрити механізм дії модифікатора та його вплив на робочий процес двигуна;

2. Розробити експериментальну установку та провести комплекс лабораторних випробувань двигуна при застосуванні палива з модифікатором, внести необхідні зміни до регулювальних показників паливної апаратури.

3. Провести польові випробування та виробничу перевірку основних результатів досліджень, оцінити ефективність застосування модифікованого палива у сільському господарстві.

Об'єкт дослідження – процес зміни потужних показників двигунів сільськогосподарських тракторів під час використання палива з модифікатором.

Предмет дослідження – закономірності, що визначають взаємозв'язок ефективності використання машинно-тракторних агрегатів із забезпеченням працездатності двигунів сільськогосподарських тракторів тягового класу 1,4 шляхом підтримання їхньої встановленої потужності за рахунок застосування модифікованого палива.

Методи дослідження. При виконанні магістерської роботи використано методи структурного аналізу, натурального та математичного моделювання виробничих процесів за участю машинно-тракторних агрегатів, сукупність яких відповідає цілям та завданням проведеного дослідження. Експериментальні дослідження проводилися в лабораторних та польових умовах на стандартному обладнанні відповідно до вимог державних стандартів та методів планування багатофакторних експериментів. Результати експериментів оброблялися з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel та Statistica.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. **Андрійчук А.О.** Методика експериментальних досліджень ефективності машино-тракторного агрегату. Збірник тез *VI-ї* всеукраїнської науково-практичної конференції «*Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь*» 30-31 квітня 2020 року. Житомир : ЖАТК. С. 239-243.

2. **Андрійчук А.О.** Дослідження ефективності використання машинно-тракторного агрегату. Збірник тез *VII-ї* всеукраїнської науково-практичної конференції «*Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь*» 31 березня 2021 року. Житомир : ЖАТК. С. 195-199.

3. Грудовий Р.С., **Андрійчук А.О.** Аналіз шляхів поліпшення техніко-економічних та екологічних показників тракторних двигунів. Матеріали МНПК «Сучасна інженерія агропромислових і харчових виробництв» Харків : ДБТУ, 2021. С. 181-184.

Практичне значення одержаних результатів. Практичний інтерес для сільськогосподарських підприємств представляє розроблена установка для випробування, регулювання та ремонту паливної апаратури дизелів двигуна при застосуванні модифікованого палива.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 15 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 39 сторінок комп'ютерного тексту, містить 12 рисунків та 6 таблиць.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

Вирішення проблеми підвищення ефективності роботи двигунів внутрішнього згорання, а разом з цим і ефективності використання наявного машинно-тракторного парку в цілому, може бути досягнуто за рахунок впровадження нових підходів для підтримки працездатного стану машин і обладнання. Одним із шляхів досягнення цієї мети є використання хімотологічних підходів, тобто підтримка працездатності двигунів шляхом модифікування моторних палив та мастильних матеріалів з використанням засобів контролю всіх технічних рідин.

Використовуючи досвід, накопичений як зарубіжними, так і вітчизняними вченими, в галузі підвищення ефективності роботи двигунів внутрішнього згорання, за допомогою модифікування мастильних матеріалів нафтового походження, висунута гіпотеза про використання аналогічного підходу та для моторного палива. На наш погляд, принципи поліпшення властивостей технічних рідин, які застосовуються в рамках хімотологічного підходу, для змащувальних матеріалів можуть бути використані і для палива. На базі цих суджень була розроблена класифікація цілей модифікування паливо-мастильних матеріалів (рис. 1.1).

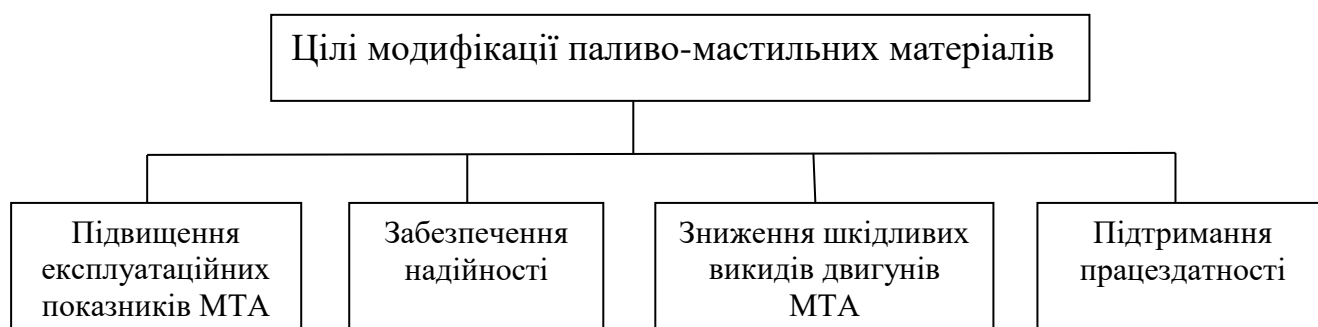


Рис. 1.1. Класифікація цілей модифікації паливо-мастильних матеріалів

Перші три цілі модифікування палива добре відомі та описані у науковій літературі. Проте, мета використання модифікованого палива як засіб підтримки працездатності є новою та недостатньо вивченою.

В рамках досягнення цієї мети можна сказати, що застосування модифікованого палива дозволить підтримати працездатний стан тракторного двигуна за критерієм встановленої потужності та віддалити настання граничного стану на певний час. Обґрунтований вибір та застосування способів модифікування палива здатне, з одного боку, підвищувати потужнісні та паливно-економічні показники, а з іншого покращувати властивості самого палива порівняно зі стандартним (депресорні властивості, здатність змащувати тощо). Відповідно до класифікації для модифікування дизельного палива є великий вибір різноманітних присадок (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Класифікація присадок і добавок в паливо.

Оскільки причиною зниження потужності двигуна є зниження ефективного тиску циклу тому необхідно шляхом модифікування палива досягти інтенсифікації процесу горіння в циліндрі двигуна. Для реалізації цієї мети слід використовувати підклас присадок-модифікаторів.

Присадкою-модифікатором палива називають хімічні сполуки на основі промоторів горіння в концентраціях 0,001...0,01%.

Аналіз літературних джерел показав, що застосування альтернативних та модифікованих палив у сільськогосподарському виробництві проводиться з метою підвищення екологічної безпеки та покращення паливної економічності дизельних двигунів. До теперішнього часу залишається не вирішеною задача застосування альтернативних палив без змішування з паливами нафтового

походження. Наприклад, одним з варіантів вирішення зазначеної проблеми є використання газодизельних установок з різними горючими газами.

Як зазначалося раніше, експлуатація МТА зі зниженою потужністю двигуна призводить до втрати продуктивності і як наслідок, затягування термінів проведення технологічних операцій. Проведення капітального ремонту для відновлення показників потужності двигуна також призводить до виникнення простоїв тракторів, які особливо не бажані в напружені періоди роботи (посів, збирання тощо). Згідно з ДСТУ граничним станом об'єкта називається стан, в якому його подальша експлуатація неприпустима або недоцільна, або відновлення його працездатного стану неможливе або недоцільне. У зв'язку з цим, як критерій доцільності можуть виступати не лише технічні, а й економічні критерії. Зокрема, за результатами досліджень у рослинництві в період напружених робіт застосування капітального ремонту двигуна для відновлення показників потужності або введення в експлуатацію трактора зі зниженими показниками потужності понад 5...7% є недоцільним.

Таким чином, виконання технологічних операцій у встановлений термін у рослинництві вимагає забезпечення встановленої потужності тракторного двигуна. Для двигуна, що перебуває в приграничному стані, ця умова, без застосування ремонтних впливів, ми пропонуємо забезпечити проведенням додаткового комплексу заходів технічного обслуговування:

1. Коригуванням циклової подачі палива на коректорній гілці швидкісної характеристики, за рахунок зміни налаштування коректора всережимного регулятора.

2. Застосування модифікатора до палива.

Пропонований комплекс заходів технічного обслуговування заснований на використанні хімотологічного підходу, який передбачає розгляд двигуна та палива як єдиної системи, що функціонує в умовах взаємовпливу якісних характеристик палива на показники робочого процесу двигуна, та його технічний стан та навпаки.

Блок-схема застосування запропонованого комплексу заходів технічного обслуговування підтримки встановленої потужності двигуна в експлуатації представлена рис. 1.3.

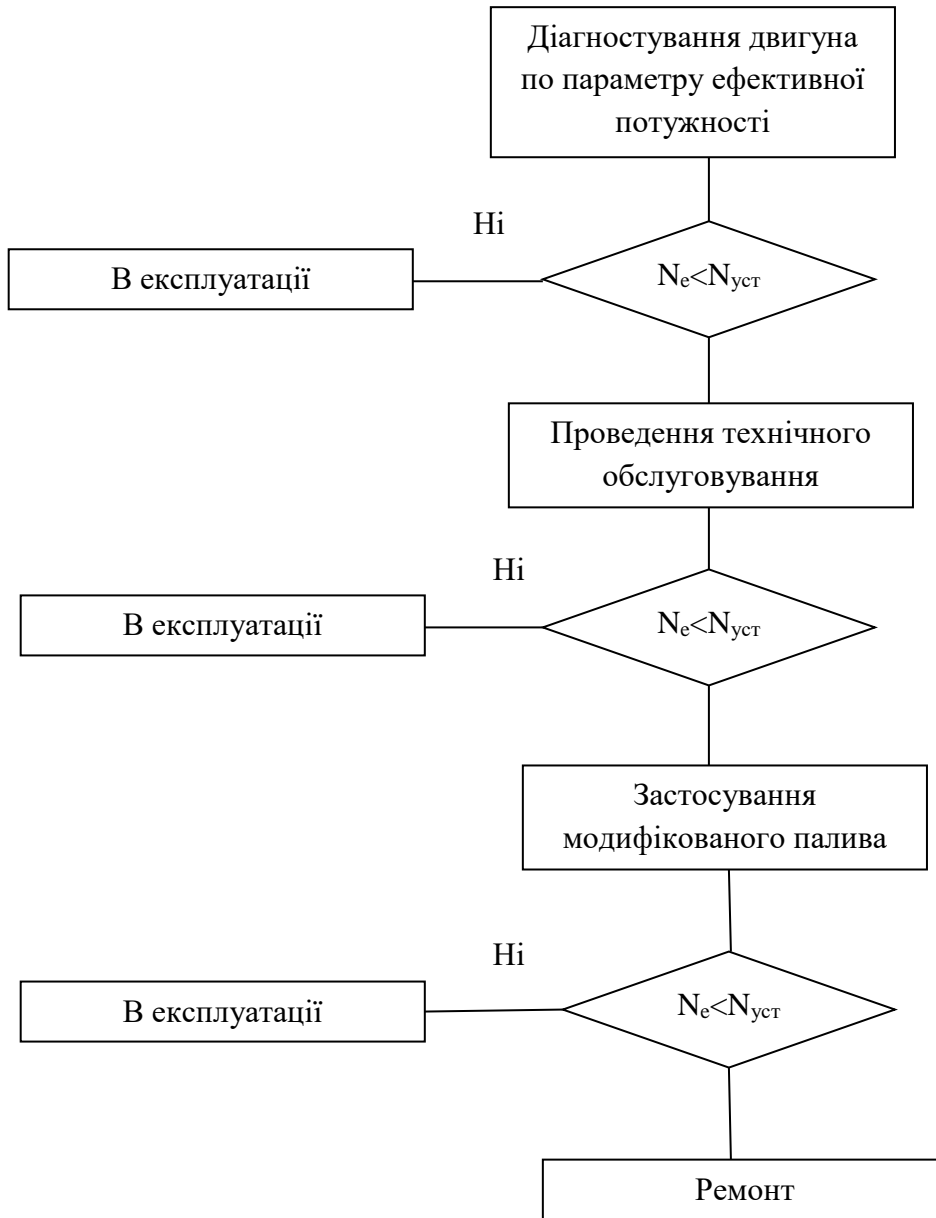


Рис. 1.3. Блок-схема застосування модифікованого палива для підтримання встановленої потужності двигуна в експлуатації

Якщо за результатами проведення діагностики в експлуатації виявляється, що двигун не має необхідної величини встановленої потужності, проводиться технічне обслуговування. Після проведення технічного обслуговування діагностичні показники, перевіряються знову. Якщо ж при цьому не вдається

забезпечити встановлену потужність, то обґрунтовано застосування модифікованого палива. Передбачається використання даної методики у разі виявлення у процесі діагностування граничних зносів циліндро-поршневої групи двигуна на обґрунтований період напрацювання.

Виходячи з цього – застосування модифікування дизельного палива для підвищення потужності показників тракторного двигуна буде виправдано тільки в тому випадку, якщо в результаті операцій технічного обслуговування буде усунуто всі несправності та відмови паливної апаратури, оскільки було доведено вирішальний вплив її показників роботи на потужнісні, паливо- економічні та екологічні показники роботи двигуна.

Відповідно до класифікації, запропонованої Докіним Б.Д. існує чотири напрями, якими можливе підвищення ефективності використання техніки у сільському господарстві при механізації робіт у рослинництві. До цих напрямів (факторів) відносять організаційно-технологічні, технічні, організаційно-технічні та організаційно-економічні (рис. 1.4). На мою думку в рамках роботи одним з основних виробничих факторів, що впливають на ефективність використання техніки в рослинництві, є технічний напрямок, фактор – «Параметри МТА та режими їх роботи». Дотримання потрібних параметрів роботи МТА забезпечують працездатність.

Відповідно до ДСТУ під працездатністю розуміється стан об'єкта, в якому він здатний виконувати необхідні функції. Відомо, що існує два способи забезпечення працездатності за найменших сумарних матеріальних, трудових витрат і втрат часу:

- 1) підтримання працездатності, що називається технічним обслуговуванням (ТО);
- 2) відновлення працездатності, яке називається ремонтом.

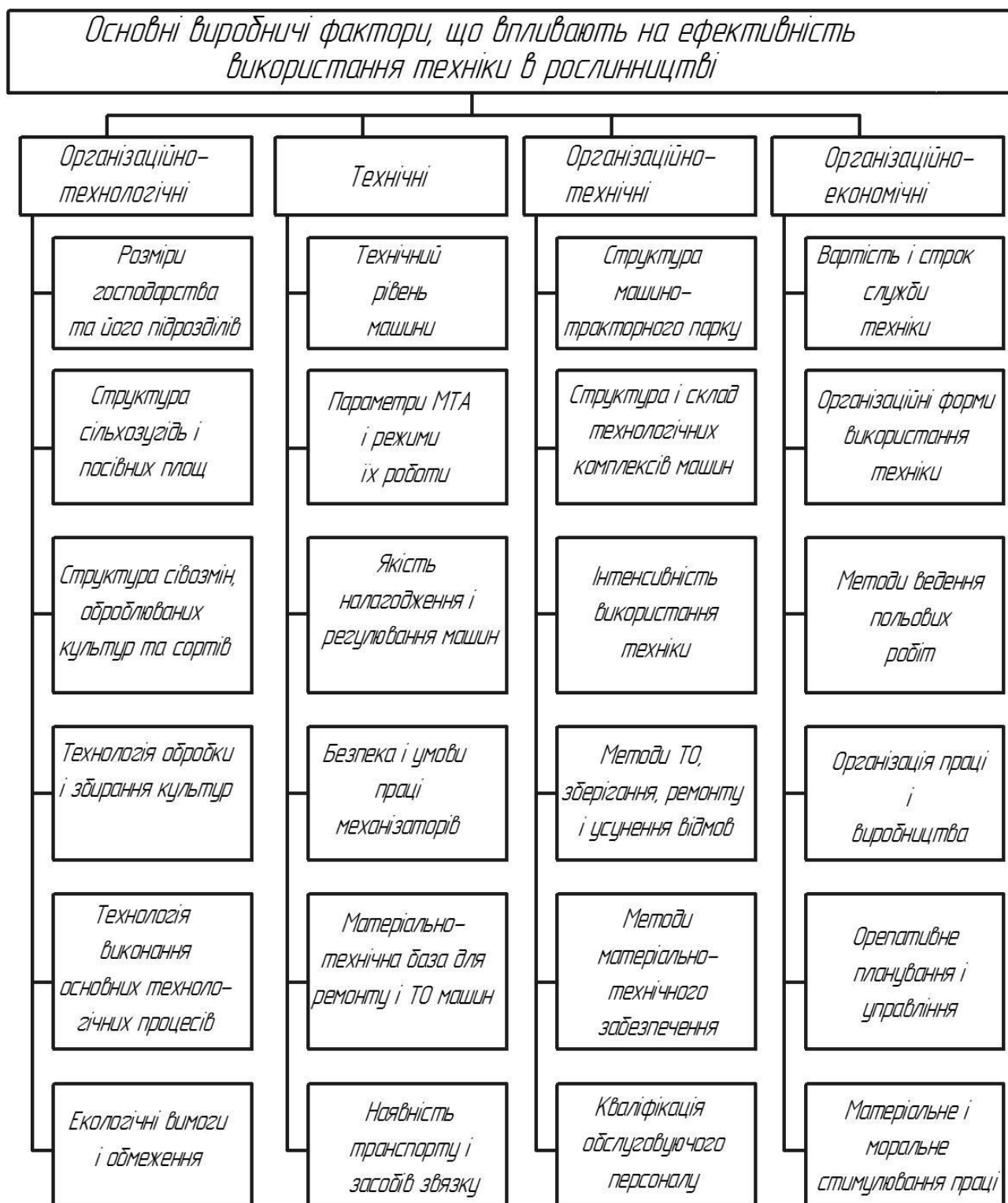


Рис. 1.4. Класифікація факторів, що впливають на ефективне використання техніки у рослинництві.

ТО – це сукупність обов'язкових операцій з перевірки, очищення, мащення, підтягування кріплень, регулювання, відновлення та заміни деталей та вузлів, метою якого є попередити передчасні зноси, появи несправностей та поломок,

забезпечити працездатний стан машин. Основою побудови технічного обслуговування в сільському господарстві є планово-попереджувальна система, що представляє собою комплекс взаємопов'язаних положень та норм, що визначають організацію та порядок проведення робіт у заданих умовах експлуатації відповідно до передбаченої нормативно-технічної документації. Обслуговування техніки планується, з урахуванням зональних особливостей, за кількістю витраченого палива або по напрацюванню (у мото-годинах або еталонних гектарах).

ТО належить до найбільш трудомістких робіт з підтримки працездатності машини, від якісного проведення якого залежить її безвідмовність, довговічність та продуктивність. ТО №1 (ТО-1) для тракторів МТЗ проводиться через 125 мото-годин роботи трактора, ТО № 2 (ТО-2) - 500 мото-годин, ТО № 3 (ТО-3) - через 1000 мото-годин. З метою збільшення чистого часу зміни механізatori нерідко скорочують час, необхідний на підготовку машин, що у результаті знижує ефективність використання техніки. Час простоїв з технічних причин досягає 25...30% від загального робочого часу, а технічна готовність тракторів знижується до 60...70%, подовжуються терміни польових робіт та відповідно збільшуються втрати сільськогосподарської продукції. Правильна організація щоденного, періодичного, сезонного, обкатувального та інших видів технічного обслуговування є основою забезпечення високої технічної надійності машин.

При попередніх дослідженнях розглядали питання проведення технічного обслуговування на основі діагностування та періодичного або безперервного контролю, а також систему засобів технічного обслуговування та діагностування (ТОД) та ремонту. При цьому при розробці проектів пунктів ТО враховуються умови, необхідні для підтримки техніки у працездатному стані під час експлуатації (ремонт, технічне обслуговування, діагностування, зберігання, заправка, матеріально-технічне забезпечення та інших). У свою чергу, тривалість обслуговування залежить від технічного стану трактора та прийнятих форм та засобів обслуговування. А технічний стан здебільшого визначається

конструктивно-технологічними його показниками, природно-виробничими умовами, обсягом та видом робіт при використанні трактора, дотриманням правил експлуатації, кваліфікацією тракториста, пристосованістю до проведення ТО тощо. Вагомий внесок у розвиток науки з ремонту та технічного обслуговування машин сільськогосподарського призначення зробили Алілуєв В.А., Бараш А.С., Веденяпін Г.В., Ленський А.В., Лівшиць В.М., Міхлін В.М., Пасічніков Н.С., Селіванов А.І., Федоров С.П., Черепанов С.С. та інші вчені країни.

Селіванов А.І. присвятив свої роботи теоретичним основам закономірностей старіння машин. Він розглянув вплив процесу старіння машин на використання та обслуговування техніки, обґрунтував періодичність та систему засобів ТО з урахуванням номенклатури та кількості машин, що обслуговуються. Ним створено основи теорії зносу деталей, вузлів та агрегатів машин у процесі експлуатації та розроблено науково-обґрунтовані рекомендації з технічного обслуговування та ремонту техніки у сільськогосподарському виробництві.

Бараш Х.Г., Гальперін А.С., Черепанов С.С. присвятили свої роботи вдосконаленню технічного обслуговування, матеріально-технічного забезпечення обслуговування та ремонту машин.

Алілуєвим В.А., Ананьїним А.Д., Міхліним В.М. розроблено технологію технічного обслуговування тракторів і машин, в основу якої покладено наступні п'ять принципів:

1) ТО та ремонт машин проводять у тому обсязі, в якому це необхідно за їх технічним станом з метою попередження несправностей та відмов, мінімум до чергового ТО;

2) поділ та спеціалізація праці, що забезпечує підвищення продуктивності та якості робіт з обслуговування техніки;

3) певна послідовність виконання робіт при ТО;

4) механізація та автоматизація робіт з обслуговування на основі поділу та спеціалізації праці;

5) удосконалення управління процесом ТО.

Зазначені принципи є фундаментом ресурсозберігаючої політики, основними важелями технічного прогресу у сфері ТО та ремонту машин.

При виконанні досліджень, що належать до технології ТО тракторів, дедалі більше уваги приділяється обліку фактичних умов їх використання. Цими питаннями займалися: Криков А.М., Кулієв М.К., Лівшиць В.М., Пасічніков Н.С., Плаксін А.М., Терських І.П., Уткін А.П., Філатов Л.С., Хабардін І.П., Черепанов С.С. Внаслідок аналізу використання тракторів А.П. Уткін дійшов висновку, що підвищене навантаження на спеціалізовану службу ТО в напружені періоди сільськогосподарських робіт, великі відстані до об'єктів обслуговування, часто важкопрохідні дороги в польових умовах, специфічні природно-кліматичні умови ускладнюють виконання запропонованих правил роботи з технічного обслуговування в строк, в повному обсязі та з належною якістю. Гараніним Г.В. та Сатаровим К.У. було запропоновано поєднання ТО-3 із сезонним обслуговуванням.

Альт В.В. розглядає інформаційне та приладне забезпечення як фактор, що сприяє розвитку інноваційної діяльності та забезпечує технічний і технологічний процес у сільськогосподарському виробництві. На основі аналізу потоків інформації для складових МТА (двигуна, трансмісії та сільгоспмашини) їм запропоновано та розроблено низку інформаційних моделей машинно-тракторних агрегатів (МТА). Ці моделі були використані при створенні експертних систем діагностування технічного стану тракторних двигунів.

На сьогоднішній день однією з провідних організацій, що виконують наукові дослідження, присвячені ТО та операціям діагностування паливної апаратури дизелів, як класичних, так і сучасних акумуляторних систем упорскування, здійснюються в Башкирському ГАУ. Цими питаннями займалися: Грехов Л.В., Габітов І.І., Баширов Р.М., Неговор А.В. та ін.

В організації технічного обслуговування та ремонту машин визначають та реалізують основні напрямки науково-технічного прогресу на тривалу перспективу, а також оптимальну структуру ремонтно-обслуговуючих робіт, технічно обґрунтованих нормативів, на основі яких створюється ремонтна база, плануються трудові та матеріальні ресурси.

Оскільки до системи технічного обслуговування, крім виконавців та документації, входять і засоби проведення, то іншою важливою проблемою є забезпечення процесу необхідним обладнанням, пристроями та інструментом.

При експлуатації автотракторної техніки досить гостро постає питання проведення технічного обслуговування та ремонту паливної апаратури дизелів безпосередньо на місці проведення робіт (у польових умовах). Відомо, що для проведення операцій з ТО паливної апаратури необхідне спеціальне технологічне обладнання, без якого проведення регулювальних операцій стає нездійсненним завданням. При роботі тракторів в умовах рядової експлуатації виконання операцій з випробування та регулювання утруднене, оскільки практично відсутнє обладнання для виконання таких операцій.

У таких випадках виникає потреба у проведенні ТО вузлів паливної апаратури шляхом розробки спеціальних мобільних установок та адаптованих технологій обслуговування. Питання проведення ТО у польових умовах висвітлено у роботах Бельських В.І., Бетіна В.М., Неговора А.В., Кривенка П.М., Меднікова І.М. З аналізу даних робіт видно, що питанням технічного обслуговування паливної апаратури приділяється недостатня увага. Водночас відомо, що незадовільний технічний стан паливної апаратури є основною причиною падіння потужності автотракторних двигунів в експлуатації.

Спостерігається гостра потреба у обладнанні для технічного обслуговування на підприємствах АПК, що експлуатують автотракторну техніку. За даними Шекіхачова Х.П. в Україні 32% підприємств АПК не мають матеріально-технічної бази обслуговування та ремонту машин. Забезпеченість

ремонтних підприємств та господарств засобами ремонтно-технічного обслуговування на стендах для випробувань вузлів та агрегатів – 38 %.

За даними Ягодіна Р.В. особливо гостро проблема ТО та ремонту ПНВТ стоїть для сільськогосподарських підприємств, які розташовані в малонаселених районах з нерозвиненою інфраструктурою. Мати свій стенд економічно недоцільно, а робити ремонт неефективно. Причому фінансові втрати від простою техніки під час сезонних робіт (посівна, збиральна) можуть суттєво перевищувати вартість самого ремонту. Можливим вирішенням цих проблем може бути розробка спеціального обладнання, що має ряд властивостей, пов'язаних зі специфікою застосування, і мати такі якості як:

- можливість виконання основних операцій ТО та діагностування;
- забезпечення перевірки та регулювання всіх вузлів паливної апаратури;
- мобільність – обладнання повинно мати вагу та габарити, що дозволяють перевозити його автомобілем.

Висновки по розділу

Як показує практика, сучасним сільськогосподарським підприємствам і фермерським господарствам, недоступне обладнання для перевірки та контролю паливної апаратури через його високу вартість, оскільки вони мають обмежений за чисельністю парк техніки і необхідну кількість обслуговувань паливної апаратури на рік.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для проведення польових експериментальних досліджень нами було обрано посівний машинно-тракторний агрегат у складі трактора МТЗ-82 тягового класу 1,4 та зернової сівалки СЗ-5,4. Як транспортний тракторний агрегат був використаний агрегат у складі трактора МТЗ-82 та причепа 2ПТС-4. Вибір представлених МТА та ТТА був обґрунтований тим, що трактори виробництва Мінського тракторного заводу є основою сучасного тракторного парку Житомирської області.

Детальні технічні характеристики двигуна Д-240, трактора МТЗ-82, причепа 2ПТС-4 та сівалки СЗ-5,4 наведені у літературних джерелах.

Лабораторні випробування двигуна Д-240 та комплектів паливної апаратури проводилися на стендах КІ-5543, КІ-2210 та КІ-562. Випробування двигуна включали зняття зовнішніх швидкісних і регуляторних характеристик на стандартному паливі і паливі з модифікатором. Випробування комплектів паливної апаратури проводилися на зовнішній регуляторній характеристиці.

При виконанні польових досліджень оцінка технічного стану двигуна трактора проводилася за допомогою компресометра, приладу ІМД-ЦМ, вимірювання витрати палива здійснювалося витратоміром ЛУQ-1, тягове зусилля на гаку трактора проводилось динамометром В.П. Горячкіна.

Дослідження, які проводяться на посівному агрегаті, проводилися за методикою активного повнофакторного експерименту.

Лабораторні дослідження характеристик двигуна Д-240 під час роботи на модифікованому паливі було проведено на базі Поліського національного університету. Випробування проводилися на стенді КІ-5543 у лабораторії технічного обслуговування та ремонту машин.

Дослідження проводилися у два етапи:

- 1) випробування двигуна на стандартному дизельному паливі;

2) випробування двигуна на дизельному паливі із модифікатором.

Дослідження характеристик двигуна Д-240 та комплектів паливної апаратури для нього проводилося відповідно до вимог ДСТУ.

Експериментальні дослідження в польових умовах проводилися з урахуванням вимог стандартних методик призначених для експлуатації та випробувань сільськогосподарської техніки.

Лабораторні випробування двигуна проводилися на обкаточно-гальмівному стенді КІ-5543 (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Загальний вигляд обкаточно-гальмівного стенду КІ-5543

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики стенду КІ-5543.

№ п/п	Технічна характеристика	Параметр
1	Потужність електричної машини в режимі двигуна, кВт, до	55
2	Потужність електричної машини в режимі гальма, кВт/к.с., до	125/170
3	Діапазон регулювання частоти обертання електричної машини, мін^{-1}	650...1450
4	Діапазон частоти обертання електричної машини при роботі в режимі гальма, мін^{-1}	1650...3000
5	Діапазон вимірювання частоти обертання, мін^{-1} - магнітоіндукційним тахометром - електронним тахометром	до 3000
6	Діапазон вимірювання тиску масла, кгс/см^2	0...10
7	Діапазон вимірювання температури масла та охолоджуючої рідини, $^{\circ}\text{C}$	40...120
8	Маса стенду, кг	1600
9	Займана площа, м^2 , не більше	15

Реостат заправляється 10%-ним розчином кальцинованої соди, дозволяє плавно регулювати частоту обертання валу двигуна при холодній обкатці та регулювати гальмівну потужність електромашини при гарячій обкатці. При холодній обкатці електромашини працює в режимі двигуна, гарячій обкатці - в режимі генератора з рекуперацією електроенергії в мережу.

У таблиці 2.2 представлені параметри роботи двигуна і перелік вимірювального обладнання, яке було використане в процесі проведення експериментальних досліджень.

Всі засоби вимірювань відповідали вимогам ДСТУ за точності і допустимою похибкою. Стандартні засоби вимірювань пройшли планову метрологічну перевірку з підтвердження своїх характеристик. Нестандартні засоби вимірювання були протаровані за допомогою раніше повірених стандартних засобів вимірювань та обладнання.

Таблиця 2.2 – Прилади, що використовуються під час проведення експериментальних досліджень.

Вимірювана величина	Обладнання	Клас точності	Межі вимірів
Час виміру, с	Механічний секундомір "Агат"	2	0-3600
Частота обертання колінчастого валу двигуна, мін^{-1}	Електронний цифровий тахометр типу «ТЭСА»	0,5	600-3000
Тиск мастила, МПа (кгс/см^2)	Манометр МТП-160	1,5	0-1 (0-10)
Температура навколишнього повітря, $^{\circ}\text{C}$	Термометр комнатний П-5	1,5	-20...50
Атмосферний тиск, кПа	Барометр-анероїд БР-52	2	95,6-104,4
Витрата палива за час експерименту, г	Ваги, тип ВНЦ	2	0-1000
Навантаження на гальмі, Н(кгс)	Вагова голівка стенду марки КІ-5543	-	0-588 (0-60)
Відносна вологість повітря, %	Гігрометр психрометричний ВІТ-1	5	20...90
Щільність палива кг/м^3	Ареометр АНТ-2	1,5	830...890

Під час проведення експериментальних досліджень показники атмосферних умов та щільності палива варіювалися у наступних діапазонах:

- атмосферний тиск 740...760 мм рт. ст.;
- температура повітря 18...20 ° С;
- відносна вологість повітря 50%;
- щільність палива 834 кг/м³.

Розрахунок показників двигуна проводився за стандартними формулами, зазначеними у ДСТУ.

Весь обсяг випробувань був поділений на цикли:

1. Цикл прогрівання двигуна.
2. Стандартний цикл навантаження.
3. Цикл зняття показників двигуна.

Цикл прогрівання двигуна. Пуск двигуна здійснювався за допомогою стенду КИ-5543. Потім протягом 8...15 хв двигун працював на холостому ходу при частоті обертання 1000...1200 хв⁻¹ із закритою шторкою радіатора. При цьому досягалася температура рубашки охолодження близько 60°С.

Після завершення циклу прогріву двигун переводили на цикл стандартного навантаження. Оскільки при роботі двигуна на коректорній гілці при частоті обертання колінчастого валу, що відповідає максимальному крутному моменту, забезпечується найбільші величини середнього індикаторного і найбільшого тиску циклу даний режим був обраний як стандартний.

Стандартний цикл навантаження:

Частота обертання колінчастого валу - 1620 ... 1640 хв⁻¹;

Показання силовиміррювального пристрою – 25...26 кгс;

Температура охолоджувальної рідини, – 80...90°С;

Тиск у системі мащення двигуна – 0,29...0,33 МПа (2,8...3,2 кгс/см²).

У стандартному циклі навантаження, випробуваний двигун працював основну частку напруцювання. При заявлених параметрах потужність і крутний момент, що розвиваються дизелем, склали 29,8...31,3 кВт (40,5...42,5 к.с.) і

175...182 Н·м відповідно, що відповідає приблизно 70 % завантаження двигуна даному швидкісному режимі, що відповідає коефіцієнту використання потужності двигуна трактора при роботі на сівбі.

Цикл зняття параметрів передбачав зняття з двигуна зовнішньої швидкісної та регуляторної характеристики за ДСТУ.

Зовнішні швидкісні та регуляторні характеристики двигуна знімалися при температурі охолоджуючої рідини, що дорівнює 80...90°C, та тиск у системі мастила – 0,29...0,33 МПа (2,8...3,2 кгс/см²). На підставі даних, отриманих при знятті зазначених характеристик, будувалися залежності потужності, моменту, і питомої ефективної витрати палива від частоти обертання колінчастого валу.

Загальне напрацювання двигуна фіксувалось за лічильником мото-годин, встановленого на двигун. За час лабораторних випробувань загальний наробіток склав 60 мото-годин.

Перерахунок характеристик двигуна в систему СІ із системи вимірювання приладів стенду системи МКГСС проводився за такими формулами:

– крутний момент, Н·м

$$M_k = 7,023 \cdot P, \quad (2.1)$$

де P – показання вагової головки гальма, кгс.

- ефективна потужність, кВт

$$N_e = 0,7353 \cdot P_n, \quad (2.2)$$

де n – частота обертання колінчастого валу двигуна, хв⁻¹.

Оскільки годинна витрата палива вимірювалася ваговим способом, формула для його визначення має наступний вигляд, кг/год.

$$G_T = 3,6 \frac{\Delta G}{\tau}, \quad (2.3)$$

де ΔG – масова витрата палива за час дослід, год (час виміру не менше 30 с);

τ – час виміру витрати палива.

– питома ефективна витрата палива, г/(кВт·год)

$$g_e = \frac{1000G_T}{N_e}, \quad (2.4)$$

На першому етапі експериментальних досліджень було знято характеристики двигуна під час роботи на стандартному дизельному паливі.

На другому етапі експериментальних досліджень було знято аналогічні характеристики, але при роботі двигуна на модифікованому паливі. Модифікація стандартного дизельного палива проводилася шляхом насичення його модифікатором ВРІ у концентраціях 0,1 та 0,2 г/л.

За результатами випробувань двигуна на стандартному дизельному паливі було отримано суміщену швидкісну та регуляторну характеристику, яка представлена на рисунку 2.2. Для порівняння на рисунку 2.2 представлено характеристику справного двигуна.

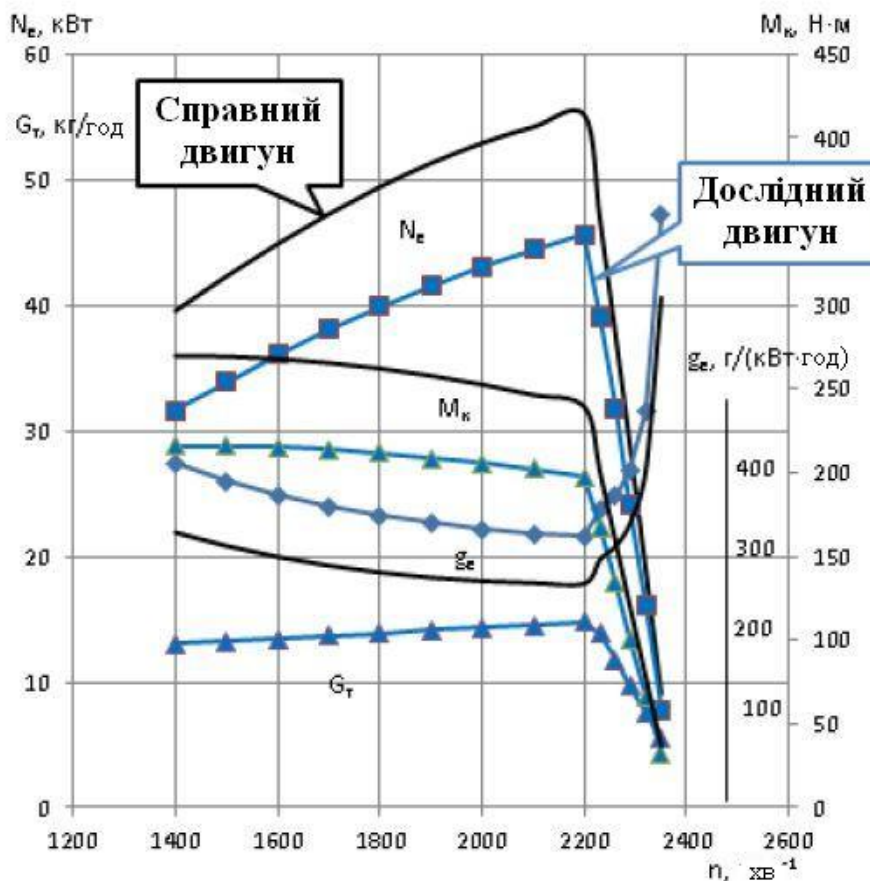


Рис. 2.2. Поєднана регуляторна зовнішня швидкісна характеристика двигуна

Аналізуючи залежності рис. 2.2 видно, що значення потужності при номінальній частоті обертання становить 45,6 кВт. З урахуванням даних, втрати ефективної потужності на номінальному режимі склали 9,55 кВт, що нижче за величину встановленої потужності на 17,3 %. На режимі максимального моменту, що крутить, втрати крутного моменту складають 54 Н·м, тобто більше 20 % від встановленого. Іншими словами, на випробуваному двигуні коефіцієнта запасу моменту, що крутить, склав 1,09 замість 1,12 у стандартного двигуна. Крім того, випробуваний двигун працював із перевищенням межі димлення.

У ході випробувань палива з модифікатором передбачалося зміна налаштувань ПНВТ. Відповідно до ДСТУ у процесі проведення експериментальних досліджень реєструвалися такі параметри ПНВТ: середня циклова подача паливного насоса на режимах номінальної потужності, холостого ходу, максимального моменту, і пускового режиму; початок нагнітання палива; частота обертання кулачкового валу насоса, що відповідає початку дії регулятора та автоматичному вимкненню подачі палива.

Стендові випробування виконані на базі стендів КИ-22210-02МС та КИ-562. Комплекти паливної апаратури були відрегульовані при температурі дизельного палива 35...40 °С відповідно до технічних вимог, наведених у табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Технічні вимоги до основних регулювальних показників паливної апаратури двигуна.

Форсунка		Номинальний режим				Режим максимального крутного моменту		
тип	Тиск початку уприскування, кгс/см ²	циклова подача, мм ³ /цикл	частота обертання, мін ⁻¹	число циклів	подача, см ³	частота обертання, мін ⁻¹	число циклів	подача, см ³
ФД-22	175 ⁺⁵	69	1100	1000	69±1	850±5	1000	79-83
Максимальна частота обертання холостого ходу			Пусковий режим					
частота обертання, хв ⁻¹	число циклів	Подача не більше, см ³	частота обертання, хв ⁻¹	число циклів	подача не менше, см ³	Початок дії регулятора, хв ⁻¹	Повне вимкнення подачі, хв ⁻¹	Кут початку нагнітання, град
1160±10	1000	не більше 27	100-150	100	14	1115	1210	57°

Нерівномірність подачі палива за секціями δ , %, визначалася за формулою:

$$\delta = \frac{2(Q_{max} - Q_{min})}{(Q_{max} + Q_{min})} \cdot 100\%, \quad (2.5)$$

де Q_{max} - найбільша подача однієї з секцій, см³; Q_{min} - найменша подача однієї із секцій, см³.

Експлуатаційні випробування проводились на тракторно-транспортному та посівному агрегатах. Дослідження тракторно-транспортного агрегату проводилися на території Житомирського агротехнічного фахового коледжу у період заготівлі сінажу. Облік сумарної витрати палива здійснювався за

допомогою витратоміра JYQ-1. Вимірювання витрати палива приладом реєструється у літрах, похибка вимірювань $\pm 0,5\%$ (рис. 2.3).



Рис. 2.3. Об'ємний витратомір палива JYQ-1. Загальний вигляд.

Випробування проводилися на агрегаті у складі трактора МТЗ-82 з причепом 2ПТС-4 під час його роботи протягом 7 днів у 2021 році на перевезенні сінажу з полів до сінажної траншеї. Перед закладкою сінажу проводилося зважування причепа. На двигуні Д-240 було проведено операції технічного обслуговування, згідно з розробленою технологією технічного обслуговування паливної апаратури. Витратомір був встановлений між фільтром грубої очистки палива і паливопідкачуючим насосом. Для обліку палива, що повертається в бак, на випробуваному тракторі кінець зливної магістралі було виведено окрему ємність.

Польові дослідження посівного агрегату проводились за методикою активного повнофакторного експерименту за дворівневим планом другого порядку Бокса-Бенкіна. Досліди проводилися у два етапи. На першому етапі використовувався трактор МТЗ-82, що працює на стандартному дизельному паливі. На другому етапі використовувався трактор МТЗ-82, що працює на модифікованому паливі з концентрацією присадки 0,2 г/л і паливною апаратурою зі зміненою настройкою.

Як вимірювальні прилади використовувалися механічний динамометр В.П. Горячкіна та об'ємний витратомір ЛУQ-1. Для визначення середньої швидкості руху трактора на контрольній ділянці використовувалися контрольні гони, відстанню 300 м. Час фіксувався секундоміром «Агат».

Випробування проводилися на агрофоні "Поле, підготовлене під посів", згідно з ГОСТ 30745-2001. Передпосівна обробка передбачала боронування середніми боронами БЗСС-1,0 з подальшою культивацією МТА у складі МТЗ-82 з КПС-4,0.

Обробка експериментальних даних проводилася виходячи з методів математичної статистики. В результаті обробки експериментальних даних визначалися такі статистичні показники:

– математичне очікування випадкової величини:

$$M(x) = \frac{\sum x_i m_i}{\sum m_i}, \quad (2.6)$$

де x_i – числове значення середини інтервалу; m_i – частота попадання показника в даний інтервал.

- дисперсія випадкової величини:

$$D(x) = \frac{\sum [(x_i - M(x))^2 m_i]}{\sum m_i}, \quad (2.7)$$

- середньоквадратичне відхилення випадкової величини:

$$\sigma(x) = \sqrt{D(x)}, \quad (2.8)$$

- коефіцієнт варіації:

$$v = \frac{\sigma(x)}{M(x)}, \quad (2.9)$$

- помилка вибіркової середньої:

$$\Delta = \sqrt{\frac{D(x)}{\sum m_i}}, \quad (2.10)$$

- відносна помилка вибіркової середньої:

$$\varepsilon = \frac{\Delta}{M(x)}, \quad (2.11)$$

– максимально можлива статистична помилка:

$$\Delta_c = \pm \frac{3\sigma(x)}{M(x)}, \quad (2.12)$$

– асиметрія:

$$A_c = \frac{\sum[(x_i - M(x))^3 m_i]}{\sigma(x)^3 \sum m_i}, \quad (2.13)$$

- ексцес:

$$E_k = \frac{\sum[(x_i - M(x))^4 m_i]}{\sigma(x)^4 \sum m_i} - 3, \quad (2.13)$$

Статистична обробка даних, отриманих в результаті експериментальних досліджень проводилася з використанням пакета прикладних програм Microsoft Excel і Statistica.

Висновки по розділу

В другому розділі представлено обладнання яке використовували в процесі досліджень, розроблена методика та методи проведення досліджень.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Експлуатаційні випробування проводилися на машинно-тракторному агрегаті МТЗ-82 у складі причепа 2ПТС-4 при перевезенні сінажу з полів до сінажної траншеї. На двигуні було проведено операції ТО, згідно з розробленою технологією технічного обслуговування паливної апаратури. Випробування проводились у навчально-виробничому господарстві Житомирського агротехнічного фахового коледжу м. Житомир в період заготівлі сінажу у 2021 р. з 15.07 по 21.07. Спеціалізація – рослинницьке господарство та молочна ферма. Загальна посівна площа 298 га. Склад МТП: 3 МТЗ-82; МТЗ-1025; ДП-75М; ХТЗ-17221; зернозбиральні комбайни Єнісей-1200НМ та Єнісей 958; кормозбиральний комбайн КСК-600 "Полісся".

Перед проведенням експериментів оцінили технічний стан двигуна за допомогою компресометра. Виміри компресії показали, що величина тиску кінця стиснення циліндрів змінюється в межах від 22 до 24 одиниць, що знаходиться в межах допустимих величин.

У зазначений період у м. Житомир спостерігалася мінлива хмарність із переважанням східного та південно-східного вітру, середня денна температура становила 25...33 °С. Перевезення сінажу проводилося з поля, засіяного багаторічними травами. Скошування проводилося кормоприбиральним комбайном КСК-600 із подачею зеленої маси у причіп. Контроль напрацювання тракторно-транспортного агрегату проводився за штатним лічильником мотогодин, витрата палива за об'ємним витратоміром ЛУQ-1. Контроль перевезеної маси проводився на ваговому пункті господарства. Для отримання даних про вихідну економіку палива при роботі в перший день експериментів тракторно-транспортний агрегат працював на стандартному паливі. Зведені дані експерименту представлені у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати випробувань тракторно-транспортного агрегату

Дата / концентрація	Маса перевезеного вантажу, т	Напрацювання, мото-години	Витрата палива, л	Питома витрата, л/мото-годину
15.07 / -	40,3	12,1	135,4	11,19
16.07 / 0,2 г/л	45,6	11,8	105,2	8,92
17.07 / 0,2 г/л	53,2	11,0	100,8	9,16
18.07 / 0,2 г/л	55,6	11,5	97,3	8,46
19.07 / 0,1 г/л	45,5	18,3	100,1	10,21
20.07 / 0,1 г/л	43,2	9,2	89,9	9,77
21.07 / 0,1 г/л	50,6	9,7	98,6	10,16

З аналізу даних таблиці 3.1 випливає, що загальне напрацювання протягом експерименту становило понад 125 мото-годин, загальна витрата палива – 724 л, маса перевезеного вантажу становила 334 т.

Середня витрата палива в період роботи трактора на модифікованому паливі з концентрацією присадки 0,2 г/л становила 8,84 л/мото-годину; при концентрації присадки 0,1 г/л середня витрата склала 10,05 л/мото-годину. В результаті збільшення паливної економічності тракторно-транспортного агрегату склало 20% при роботі на паливі з концентрацією присадки 0,2 г/л та 10,2% при роботі на паливі з концентрацією присадки 0,1 г/л.

На рисунку 3.1 показаний графік закладки сінажної маси в траншею по днях, починаючи з 15.07.2021 до 21.07.2021. Відповідно, 15.07 позначений як перший день, 21.07 як сьомий день експерименту.

Аналізуючи дані рисунка 3.1 видно, що після застосування модифікованого палива підвищилася ритмічність закладки сінажної траншеї та збільшилася добова доставка кормів порівняно з маючим досвідом, що був на 13,2...25,6 %.

На рис. 3.2 відображено зміни питомих параметрів за днями проведення експерименту: питомої витрати палива в л/мото-годину та питомої витрати в л/т перевезеного вантажу.

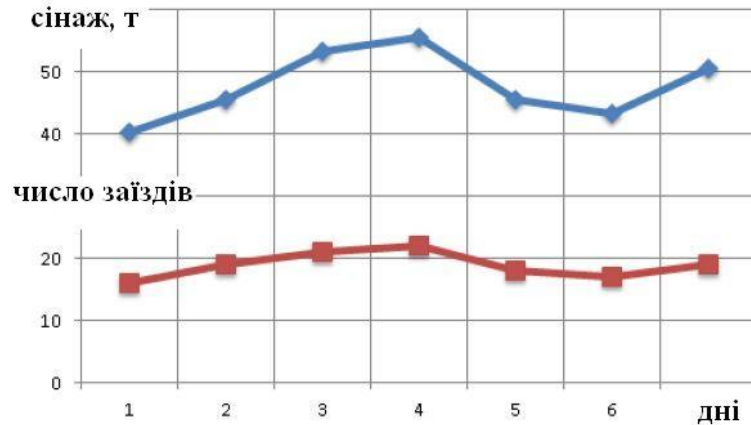


Рис. 3.1. Динаміка закладки сінажної маси та числа заїздів

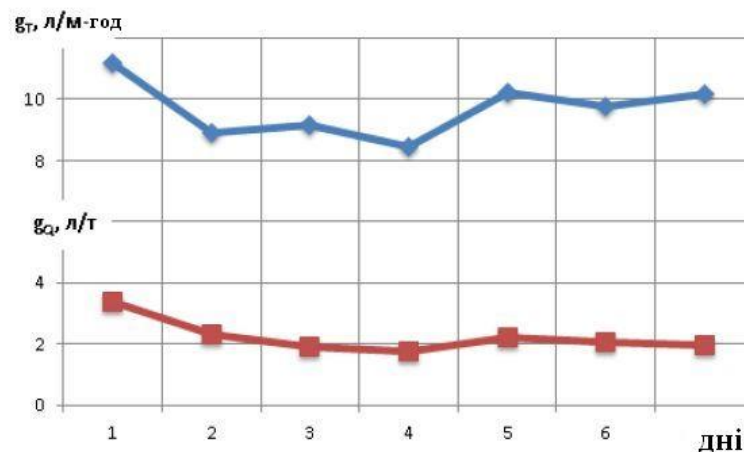


Рис. 3.2. Динаміка зміни питомих витрат пального.

Аналізуючи представлені на рисунку 3.2 залежності видно, що питомі величини добре корелюються між собою, причому за зміною показника g_Q найбільш помітно простежується зниження величини питомої витрати палива.

У ході досліджень проводилася виробнича перевірка досліджень на посівному агрегаті у складі трактора МТЗ-82 із сівалкою СЗ-5,4.

Дослідження проводилися на агрофоні «Поле підготовлене під посів», згідно з ДСТУ. Передпосівна обробка полягала у обробці культиватором у складі агрегату трактора МТЗ-82 з культиватором КПС-4,0. Як вимірювальні прилади використовувалися механічний динамометр В.П. Горячкіна та об'ємний

витратомір ЛУQ-1. Для визначення середньої швидкості руху трактора на контрольній ділянці використовувалися контрольні гони, відстанню 300 м. Час фіксувався секундоміром «Агат». Облік буксування рушія трактора здійснювався з допомогою підрахунку оборотів контрольної мітки на колесі з порівнянням з величиною розрахункової швидкості.

Результати проведених випробувань представлені у таблицях 3.2 та 3.3. Величини приросту за функціями тягової потужності та абсолютної витрати пального на різних передачах представлені на рис. 3.3 та 3.4.

Таблиця 3.2 – Результати випробувань посівного агрегату.

Рівень варіювання факторів		Параметри, що змінюються			
		X ₁ – швидкість руху агрегату, м/с		X ₂ – тягове зусилля на гаку трактора, кН	
Нижній рівень (-)		(-) – V передача		(-) – глибина висіву 4 см	
Основний рівень (0)		(0) – VI передача		(0) – глибина висіву 8 см	
Верхній рівень (+)		(+) – VII передача		(+) – глибина висіву 12 см	
Номер дослідів	N _{кр} , кВт	v _{ср} , м/с		P _{кр} , кН	
Стандартне паливо					
1	25,11	+	2,79*	+	9*
2	19,296	-	2,68	-	7,2
3	24,346	+	3,29	-	7,4
4	20,944	-	2,38	+	8,8
5	24,338	+	2,83	0	8,6
6	20,746	-	2,53	0	8,2
7	24,464	0	2,78	0	8,8
8	24,464	0	2,78	0	8,8
9	24,288	0	2,76	0	8,8
Паливо із модифікатором (0,2 г/л)					
1	27,45	+	3,05	+	9
2	19,81	-	2,83	-	7
3	26,064	+	3,62	-	7,2
4	22,176	-	2,52	+	8,8
5	27,142	+	3,31	0	8,2
6	21,484	-	2,62	0	8,2
7	26,136	0	2,97	0	8,8
8	26,048	0	2,96	0	8,8
9	25,96	0	2,95	0	8,8

Примітка * – дані отримані на 6-й передачі через недостатнє тягове зусилля на сьомій передачі.

Таблиця 3.3 – Результати випробувань посівного агрегату.

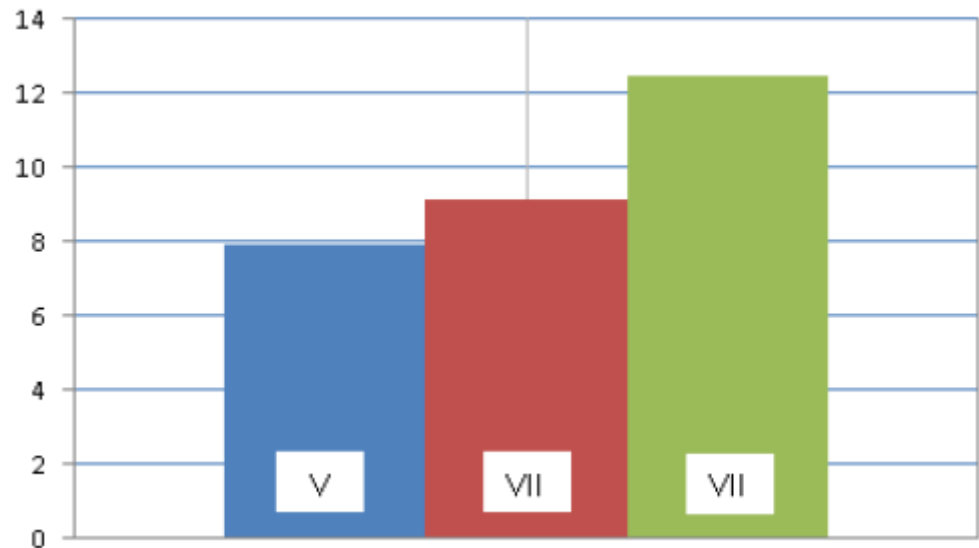
Стандартне паливо									
Номер досліджу	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Час досліджу, с	107,4	111,8	91,1	126,1	105,9	118,5	107,9	107,8	108,7
Витрата палива, л	0,413	0,5612	0,3421	0,6201	0,351	0,6027	0,4383	0,4382	0,4395
Паливо із модифікатором (0,2 г/л)									
Номер досліджу	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Час досліджу, с	98,3	106	82,8	119,1	90,53	114,4	101,1	101,4	101,6
Витрата палива, л	0,361	0,5248	0,3001	0,5709	0,3123	0,5574	0,3983	0,3989	0,3994



Рис. 3.3. Відносне збільшення тягової потужності трактора МТЗ-82 в агрегаті з сівалкою СЗ-5,4 під час роботи на модифікованому паливі на полі підготовленому під посів.

Для подальшої оцінки підвищення продуктивності МТА при використанні модифікованого палива було здійснено розрахунки умовного тягового ККД трактора.

Зниження
абсолютної
витрати
палива, %



Номер передачі

Рис. 3.4. Відносне збільшення паливної економічності трактора МТЗ-82 в агрегаті з сівалкою СЗ-5,4 під час роботи на модифікованому паливі на полі підготовленому під посів.

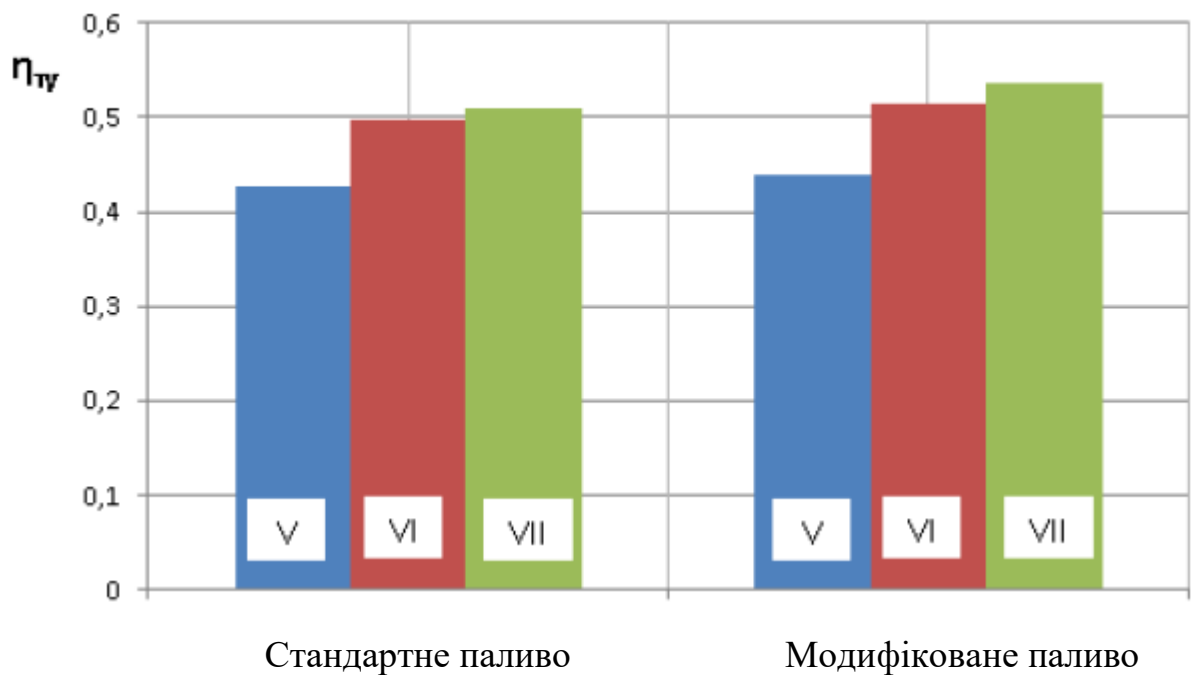


Рис. 3.5 Результати розрахунку максимальних тягових ККД трактора МТЗ-82 на різних передачах в агрегаті з сівалкою СЗ-5,4 під час роботи на стандартному та модифікованому паливі на полі підготовленому під посів.

Максимальний приріст умовного тягового ККД трактора забезпечується на 7-й передачі і становить 2,58 % (0,0258).

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішено задачу підвищення ефективності використання машинно-тракторних агрегатів шляхом підтримання встановленої потужності за рахунок застосування модифікованого палива. На підставі проведених досліджень можна зробити такі висновки:

В результаті досліджень встановлено, що застосування палива з модифікатором ВРІ у концентрації 0,02 % від масової частки дизельного палива здатне забезпечити досягнення встановленої потужності двигуна сільськогосподарського трактора. Застосування цієї присадки в комплексі з регулюванням паливної апаратури забезпечує продовження терміну експлуатації не менше 125 мото-годин за показником встановленої потужності.

Внаслідок стендових випробувань двигуна досягнуто підвищення ефективної потужності на 13,4 %, отримано зниження питомої ефективної витрати пального на 13,8 %. Досягнуто зниження димності на 36,4%, зниження викидів вуглеводнів до 5 разів; зниження викидів оксиду вуглецю до 4 разів. Обґрунтовано внесення змін до налаштування паливної апаратури у зв'язку із застосуванням модифікованого палива.

Застосування розроблених рекомендацій під час проведення посівних робіт дозволило забезпечити збільшення тягової потужності на 10,7 % та паливної економічності на 12,49 %, при цьому підвищення умовного тягового ККД трактора МТЗ-82 становило 0,026. Розрахунками встановлено збільшення змінної продуктивності з допомогою збільшення робочої швидкості машинно-тракторного агрегату на 11,12 %. Експлуатаційні дослідження проведені на тракторно-транспортному агрегаті забезпечили підвищення паливної економічності до 20,3 %. Забезпечено підвищення ритмічності закладки сінажної траншеї, що дозволило збільшити добову закладку сінажу на 13,2...25,6 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калетнік Г. М., Войтюк В. Д., Бондар С. М., Скорук О. П. Управління інженерною діяльністю виробничих і сервісних підприємств АПК. Київ : Хай-Тек Прес. 2010. 345 с.
2. Варбанец, Р. А. Диагностический контроль рабочего процесса судовых дизелей в эксплуатации: дис. д-ра техн. наук: 05.05.03 / Одес. нац. мор. ун-т. Одеса, 2010. 280 с.
3. Кириченко Г. І. Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами: дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Держ. ун-т інфрастр. та техн. Київ. 2021. 310 с.
4. Антонюк О. П. Покращення процесу забезпечення запасними частинами рухомого складу автотранспортного підприємства: дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Вінниц. нац. техн. ун-т. Вінниця. 2021. 240 с.
5. Слободянюк М. Е. Розвиток теоретичних основ підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту в складних виробничих системах: дис. д-р техн. наук: 05.22.20 / Держ. ун-т інфрастр. та техн. Київ, 2020. 260с.
6. Маулевич В. О. Визначення основних діагностичних параметрів робочого процесу транспортних дизелів в експлуатації: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Одес. нац. морс. ун-т. Одеса. 2020. 249 с.
7. Шульга Е.Ф., Щукина В.Н. Мониторинг качества движения и технического состояния транспортных средств. Вестник МГАУ им.В.П.Гарячкина. Техника и технологии АПК. 2015. № 2.
8. Полянський О.С. Формування властивостей надійності автотракторних двигунів у гарантійний і післягарантійний періоди експлуатації: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / Харківський нац. авт.-дор. університет. Харків. 2004. 239 с.

9. Груздов Г.Н. Аналитические исследования эксплуатации автотранспортных средств: монография. Москва : РУСАЙНС. 2015. 146 с.
10. Залож В. І. Підвищення ефективності контролю технічного стану транспортних дизелів шляхом використання методу аналітичної синхронізації даних моніторингу: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Нац. ун-т "Одес. морс. ак-я". Одеса. 2020. 238 с.
11. Голубев И.Г., Фадеев А.Ю., Макуев В.А. Оценка качества технического сервиса тракторов. *Техника и оборудование для села*. 2010. №7. С. 56-61.
12. Дидманидзе О.Н., Варнаков Д.В. Прогнозирование параметрической надежности двигателей автотранспортных средств в нормальном и специальном эксплуатационных режимах. *Международный технико-экономический журнал*. 2013. №3. С. 34-41.
13. Успенский И.А., Безруков Д.В. , Николотов И.Н. Роль диагностирования тормозных систем в повышении безопасности движения и эффективности технической эксплуатации. *Фундаментальные и прикладные проблемы совершенствования поршневых двигателей. XII Международная научно-практическая конференция*. Владимир : ВГТУ. 2010. С. 48-50.
14. Дубінін, Є. О., Клец, Д. М., Холодов, А. П., Слинченко, І. В. Мобільний реєстраційно-вимірювальний комплекс для оцінювання та підвищення експлуатаційних властивостей колісних машин. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. Вип. 2(88). 2020. С. 132-135.
15. Ярушев, С. А., Аверкин, А. Н., Павлов, В. Ю. Когнитивные гибридные системы поддержки принятия решений и прогнозирования. *Программные продукты и системы*. 2017. Вип. 30(4). С. 37-51.