

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра надійності і ремонту машин

П о я с н ю в а л ь н а з а п и с к а

до дипломної роботи
освітнього ступеня "Магістр"
на тему:

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
АГРЕГАТІВ МОБІЛЬНИХ МАШИН ШЛЯХОМ БЕЗРОЗБІРНОГО ЇХ
ВІДНОВЛЕННЯ**

Виконала: студентка 2 курсу, групи МгМ-2-19
за спеціальністю 208 "Агроінженерія"

_____ Грачова Вікторія Миколаївна

Керівник: _____ Дирда Віталій Ілларіонович

Рецензент: _____

Дніпро 2020

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра: Надійності і ремонту машин

Освітній ступінь: "Магістр"

Спеціальність: 208 "Агроінженерія"

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

НРМ

(назва кафедри)

д.т.н. профе-

сор

(вчене звання)

Дирда В.І.

(підпис)

(прізвище, ініціали)

„ 1 ” 10 2020 р.

**З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ СТУДЕНТКИ**

Грачової Вікторії Миколаївни

1. Тема роботи: Удосконалення технології технічного сервісу агрегатів мобільних машин шляхом безрозбірного їх відновлення

керівник роботи д.т.н., проф.. Дирда В.І.

затверджені наказом вищого навчального закладу від "8" жовтня 2020 року № 2556

2. Строк подання студентом роботи до 1.12.2020

3. Вихідні дані до роботи Існуючі методи покращення якості мастил, зменшення тертя та покращення трибологічних властивостей. Вузли тертя та ступіні їх зносу. Показники стану охорони парці в базовому підприємстві. Техніко-економічні показники роботи базового господарства.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Стан питання та задачі досліджень. 2. Розрахунково-теоретичний аналіз ефективності застосування безрозбірного відновлення. 3. Методика проведення експериментальних досліджень та їх результати 4. Охорона праці та захист у надзвичайних ситуаціях. 5. Техніко-економічні показники роботи. Загальні висновки та пропозиції. Список літератури. Додатки

РЕФЕРАТ

В даній дипломній роботі розглянуті питання підвищення робото здатності вузлів тертя автомобільних двигунів за рахунок додавання антифрикційних присадок до оливо та безрозбірного відновлення зношених вузлів.

В дипломній роботі були розглянуті існуючі присадки, які представлені на ринку автохімії та мають ліцензії і сертифікати. Розглянуто можливість зменшення коефіцієнта тертя в підшипниках колінчастого валу додаванням до моторних оливо присадки РВС ІІІ.

Розроблено методику та алгоритм проведення досліджень. Надано рекомендації, щодо застосування присадок.

Дипломна робота включає в себе пояснювальну записку обсягом 77 сторінок, а також 12 слайдів демонстраційного матеріалу.

Ключові слова - ЕКСПЛУАТАЦІЯ, РОБОТОЗДАТНІСТЬ, АВТОТРАКТОРНІ ДВИГУНИ, КОЛІНЧАСТИЙ ВАЛ, ОЛИВИ, ПРИСАДКА, КОЕФІЦІЄНТ ТЕРТЯ, ВИПРОБУВАННЯ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 РОЗДІЛ. СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	9
1.1. Загальні відомості про ПП "Спешл Парте Дніпро"	9
1.2. Загальна характеристика ремонтної бази	11
1.3. Структура та стан машино-тракторного парку Дніпропетровської області	13
1.4. Види й характеристики присадок у систему мащення двигуна.....	18
1.5. Висновки й завдання дослідження.....	23
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗРОЗБІРНОГО ВІДНОВЛЕННЯ.....	24
2.1. Деякі питання теорії тертя.....	24
2.2. Дослідження впливу присадок у оливу на роботу пар тертя.....	28
2.3. Висновок.....	36
РОЗДІЛ 3. МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ.....	37
3.1. Характеристика масел та присадок до них.....	37
3.2. Установка для випробувань.....	39
3.3. Результати досліджень.....	44
3.4. Висновки.....	50
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	51

4.1. Загальні відомості про охорону праці в ПП "Спешл Партс Дніпро".....	51
4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на дільниці ТО та діагностування машин і агрегатів.....	53
4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів.....	55
4.4. Правила безпечного виконання робіт при машенні автомобіля на дільниці ТО та діагностування.....	57
4.5. Дії у разі настання надзвичайної ситуації.....	60
4.6. Висновок.....	61
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	72
ДОДАТКИ.....	77

ВСТУП

Сільськогосподарське виробництво в Україні сьогодні можна охарактеризувати як недостатньо ефективне [1]. Однією із причин цього є незадовільний технічний стан експлуатованих машин і механізмів [2]. У структурі машинно-тракторного парку України переважає вітчизняна, виробництва країн СНД та імпортна автотракторна техніка з великим напрацюванням, пробігом і терміном служби [3]. У значній мірі це стосується автотракторних двигунів внутрішнього згорання (ДВЗ) з великим наробітком. При цьому навіть нова техніка, що випускається вітчизняними підприємствами, уступає світовим вимогам по експлуатаційних характеристиках, у тому числі по надійності, економічності, екологічній безпеці [4].

Експлуатація такої техніки приводить до росту витрат на її утримання: підвищенню витрати палива й мастильних матеріалів, збільшенню обсягів ремонтних і регулювальних робіт. У міру збільшення зношування деталей і з'єднань зростає кількість шкідливих викидів [5, 6].

Традиційні способи відновлення й поліпшення експлуатаційних характеристик ДВЗ передбачають повне розбирання двигуна, відновлення форми зношених деталей або заміну їх на нові. Дані технології характеризуються трудомісткістю, енергоємністю й металоємністю, що підвищує вартість ремонту двигунів і витрати власників техніки. Поганий технічний стан і характеристики автотракторних двигунів є, найчастіше, наслідками нестачі засобів на обслуговування й ремонт за традиційною технологією [7].

Таким чином, дослідження, спрямовані на вивчення, розробку й удосконалювання способів безрозбірного поліпшення експлуатаційних характеристик автотракторних двигунів шляхом застосування хімічних ремонтно-відновлювальних препаратів (РВП), є актуальним завданням, що має значення, як для агропромислового комплексу, так і в цілому для економіки України. Впровадження ремонтно-відновлюючих хімічних технологій здатне знизити прямі матеріальні витрати на ремонти двигунів та інших агрегатів; ви-

являти непрямі позитивні економічні ефекти, зв'язані зі зниженням часу простою машин і механізмів, а також більш комфортними умовами праці при експлуатації автотракторної техніки [8, 9].

Метою досліджень є поліпшення експлуатаційних характеристик автотракторних двигунів застосуванням ремонтно-відновлюючих препаратів у процесі експлуатації.

Об'єкт досліджень - експлуатаційні характеристики автотракторних двигунів сільськогосподарської техніки; їхньої зміни при застосуванні присадок і РВП, обумовлені складом, властивостями й особливостями механізмів дії даних хімічних засобів.

Предмет досліджень - зміна кількісних і якісних показників, характеризуючи роботу автотракторних ДВЗ при застосуванні присадок і РВП, а також сукупність трибохімічних процесів, що відбуваються у ДВЗ, що приводять до зміни, їх експлуатаційних характеристик. У зв'язку із цим, проводилися дослідження в умовах лабораторних і експлуатаційних експериментів з автомобільними й тракторними ДВЗ.

Апробація роботи: Пат. № 144310 Україна, G01N 3/56 (2006.01) Машина тертя / Калганков Євген Васильович (UA); Грачова Вікторія Миколаївна (UA); Косенко Анна Вадимівна (UA) - u202001408; заявл. 20.03.2020; опубл. 25.09.2020, бюл. № 18; 4 с.

1 РОЗДІЛ

СТАН ПИТАННЯ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Загальні відомості про ПП "Спешл Парте Дніпро"

ПП "Спешл Парте Дніпро" відносно молода компанія але вона є правоприємницею ТОВ "Реммаш". Історія ТОВ «Реммаш» починається в 1929 році з організації МТС, що була насичена тракторами 25-тисячниками, спрямованих на роботу в сільському господарстві і десяти п'ятнадцятисильних тракторів «Фордзон» і «Форд-Путиловец».

У зв'язку з поставкою в колгоспи і радгоспи більш досконалої та складної техніки з'являється необхідність більш кваліфікованої її експлуатації та технічного обслуговування. На підставі Постанови Радміну у 1958 році Нікопольська МТС реорганізовується в ремонтно-технічну станцію (РТС), яка оснащується новими металообробними верстатами, автотранспортом, спец. обладнанням і машинами, в пристосованому приміщенні встановлюються вагранки для відливання запасних частин до сільськогосподарської техніки. Протягом багатьох років запасні частини, виготовлені в РТС, використовуються не тільки в районі, області та Україні, а і в інших республіках колишнього Союзу. Тут зосереджується весь необхідний комплекс для повного матеріально-технічного забезпечення сільського господарства району, дозбирання і передпродажна підготовка техніки.

У 1961 році, виходячи з нових завдань, що вирішуються сільським господарством, і можливостей РТС, вона реорганізовується в районне відділення «Сільгосптехніка». За період з 1961 по 1978 рік значно розширюється виробнича база підприємства: будуються станції технічного обслуговування тракторів, гараж, склад мінеральних добрив, цех ремонту техніки, реконструюється складальний і ливарний цехи, придбається високопродуктивне верстатне обладнання.

В ремонті широко впроваджується вібродугове наплавлення під шаром флюсу, в середовищі вуглекислого газу, приварювання стрічки, використовується штампування. Виробництво чавунного лиття доводиться до 2000 т у рік, капітальний ремонт тракторів до 500 од., двигунів до 800 од. Крім того, обслуговується близько 400 комбайнів, 1250 зрошувальних установок, іншої техніки. Зміцнюється кадрова дисципліна, у виробництві зайнято 700 чоловік, з них 120 ІТР, всі вони мають вищу та середньо-спеціальну освіту.

У 1995 році підприємство реорганізовується у відкрите акціонерне товариство «Нікопольська районна Агропромтехніка». Розширюється номенклатура виробів, виробництво пристосовується до нових економічних відносин, поступово задовольняючи попит підприємств трубної, металургійної та переробної промисловості. Модернізується цех по виготовленню нестандартних металоконструкцій, вводиться в експлуатацію цех по ремонту електродвигунів та трансформаторів.

В травні 2000 року на базі підприємства "Агропромтехніка" створюється ТОВ «Реммаш». Але підприємство мало не велику кількість замовлень і поступово банкрутувало тому в 2013 році на базі ТОВ "Реммаш" (після його банкрутування) утворюється приватне підприємство "Спешл Партс Дніпро" як окреме виробництво, яке займає вигідне географічне положення так як навколо м. Нікополь зосереджена велика кількість автомобілів, тракторів та сільськогосподарських машин. Відстань до обласного центру м. Дніпропетровськ 120 км, через м. Нікополь проходять залізничні шляхи відстань до найближчої станції від товариства складає 1 км.

ПП "Спешл Партс Дніпро" має декілька напрямків роботи це: ремонти та сервісне обслуговування, продаж запасних частин, надання консультативних послуг. Структура підприємства наведена на рис. 1.1.

За останні роки через зниження кількості машино-тракторного парку в господарствах знизилась і об'єми ремонтних робіт на підприємстві, тому підприємство постійно розширює марочність об'єктів ремонту. Сьогодні товариство проводить ремонт коробок передач Т-150К, К-701, К-702, ремонт

двигунів ЯМЗ, СМД, Д-65, Д-144, Д-240, ГАЗ-53, ЗІЛ-130, ремонт тракторів К-701, К-702, Т-150К, МТЗ, ЮМЗ, Т-25, Т-16, Т-40, ремонт вантажних автомобілів.

Ремонти агрегатів виробництва країн СНД проводяться на площах філії в м. Нікополь. Підприємство також виконує ремонти агрегатів імпортової техніки але в якості посередника між власником техніки і компанією ТОВ "Торент Трейд", ТОВ "Автодизель сервіс" та іншими.

Один із напрямків діяльності це продаж присадок до масел та мащень.

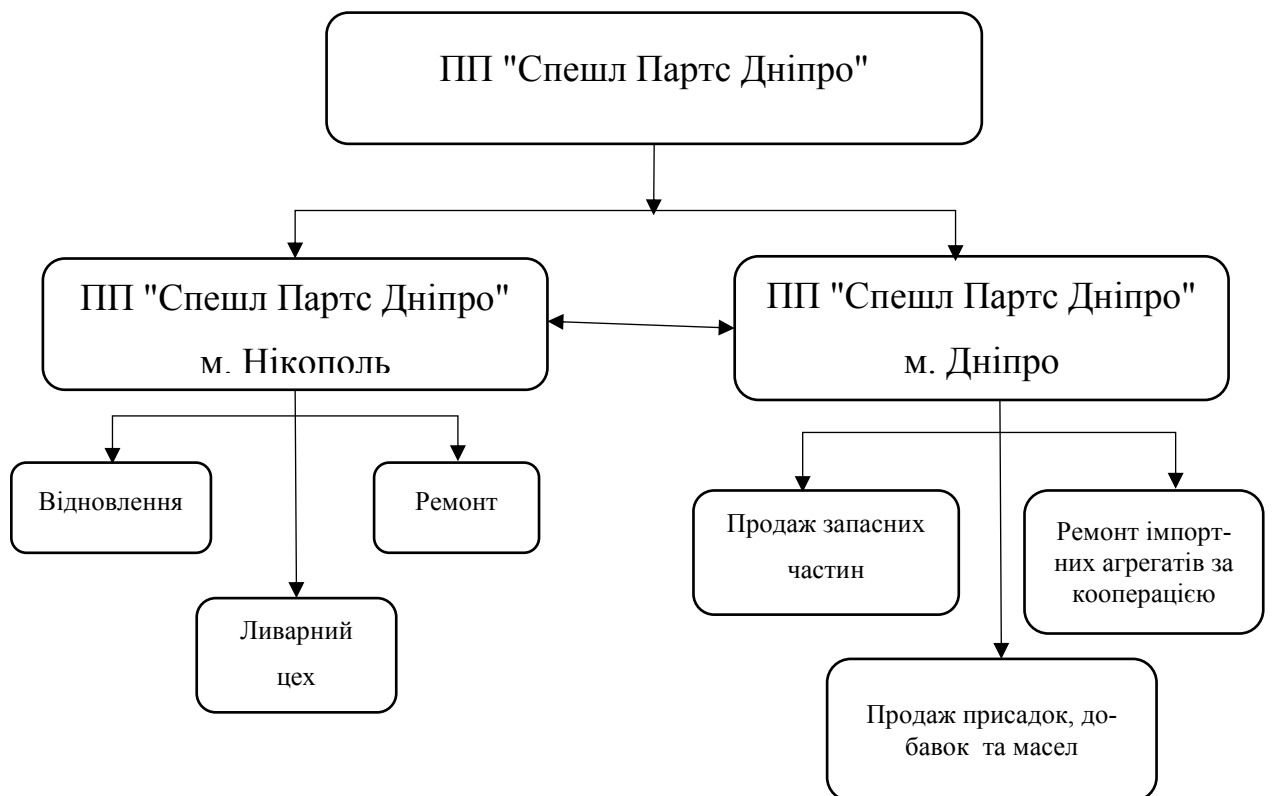


Рис. 1.1. Структура компанії ПП "Спешл Партс Дніпро"

1.2. Загальна характеристика ремонтної бази

Ремонтна база знаходиться в м. Нікополь, а в м. Дніпро тільки офіс та склад запасних частин.

Виробничі приміщення, площа яких складає 1350 м², мають всі необхідні комунікації для проведення ремонтно-обслуговуючих робіт з забезпеченням всіх необхідних санітарно-побутових вимог. В них на даний момент

функціонують наступні відділення: ремонту автотракторних двигунів, ремонту коробок передач, зварювальне, механічне та ливарне. Всі відділення відокремлені між собою глухими стінами і мають технологічний зв'язок.

В механічному відділенні знаходиться весь перелік обладнання і інструменту необхідного для проведення таких механічних операцій як: токарні, фрезерні, шліфувальні, свердлильні.

В зварювальному відділенні проводять ручне газове і електродугове зварювання, вібродугове наплавлення під шаром флюсу і електроконтактне приварювання стрічки.

Ливарний цех обладнаний для проведення литва чавуну і алюмінію для виготовлення різноманітних деталей та заготовок.

В відділення з ремонту коробок передач проводять капітальний ремонт коробок передач різних марок тракторів і автомобілів. Відділення оснащене підйомно-транспортним обладнанням, розбирально-складальним обладнанням, мийними ваннами та установкою для обкатки та випробування коробок передач власного виготовлення.

Відділення з ремонту двигунів розмірами 12×18 м займає площу 216 м². У відділенні проводяться капітальні ремонти двигунів, на сьогодні виробнича програма складає 150 двигунів на рік. Відділення оснащене підйомно-транспортним обладнанням, розбирально-складальними стендами, мийними ваннами, робочими місцями дефектувальника, слюсаря, комплектувальника, та проведення обкаточно-випробувальних робіт.

Крім основного обладнання всі відділення оснащені різноманітними пристроями та пристосуваннями, які виготовлені на підприємстві з метою підвищення продуктивності праці та зниження травмування під час роботи.

Колектив відділення з ремонту двигунів на даний момент складає 8 чоловік – це спеціалісти високої кваліфікації, які самостійно вирішуються складні питання, пов'язані з відновленням роботоздатності техніки.

Аналізуючи перелік обладнання яке використовується на підприємстві, можна зробити висновок, що відділення майстерні не в повній мірі забез-

печені необхідним обладнанням, яке в свою чергу в основному було придбано в період з 80-90 роках. Більша частина обладнання вже морально і фізично застаріла, яке необхідно оновлювати. За останні роки підприємство придбало лише декілька одиниць сучасного розбирально-складального обладнання та деяку оснастку, але цього недостатньо для виконання повного комплексу робіт щодо відновлення двигунів, коробок передач та інших складових частин тракторів та автомобілів.

Аналіз компонування ділянок і планування робочих місць в майстерні показує, що в майстерні не витримані норми проходів, проїздів та відстаней між обладнанням і елементами будівлі, що призводить до порушення техніки безпеки та збільшення трудомісткості проведення технологічних операцій. Не вистачає ділянок які могли б зробити замкнений цикл ремонту агрегатів так на підприємстві є відділення з ремонту двигунів, а ділянки з ремонту турбокомпресорів не має. Точніше ремонт турбокомпресорів виконують на посту у відділенні з ремонту двигунів.

Стосовно філії в м. Дніпро то тут великим попитом користуються продажі ремонтів агрегатів до імпортової техніки але підприємство виступає в ролі посередника і продажі масел та присадок. Саме продаж присадок сьогодні досить активно розвивається.

1.3. Структура та стан машино-тракторного парку Дніпропетровської області

Сільськогосподарське виробництво в Україні, незважаючи на всі заходи, що вживаються й зусилля, як і раніше, можна охарактеризувати як низько ефективне [1]. Однією із причин цього є незадовільний технічний стан автомобілів, тракторів, сільськогосподарських машин, що перебувають в експлуатації [2, 3, 4, 5, 6].

У структурі машинно-тракторного парку Дніпропетровської області (ситуація в цілому по країні не краща), представленої на рис. 1.1, переважає

техніка з великим пробігом і терміном служби [5, 6, 7]. За даними Держкомстату України та даних головного управління сільського господарства та продовольства Дніпропетровської області 71% тракторів, 64% зернозбиральних комбайнів і більш ніж 62% вантажних автомобілів мають вік понад 10 років [10].

Данні по вікових категоріях наведені в таблиці 1.1. та на діаграмах рис. 1.2, 1.3, 1.4.

Таблиця 1.1 – Розподіл техніки за віком

Вікова категорія	Трактори	Комбайни	Автомобілі
до 5 років	8	12	16
5 – 10 років	21	24	22
більше 10 років	71	64	62

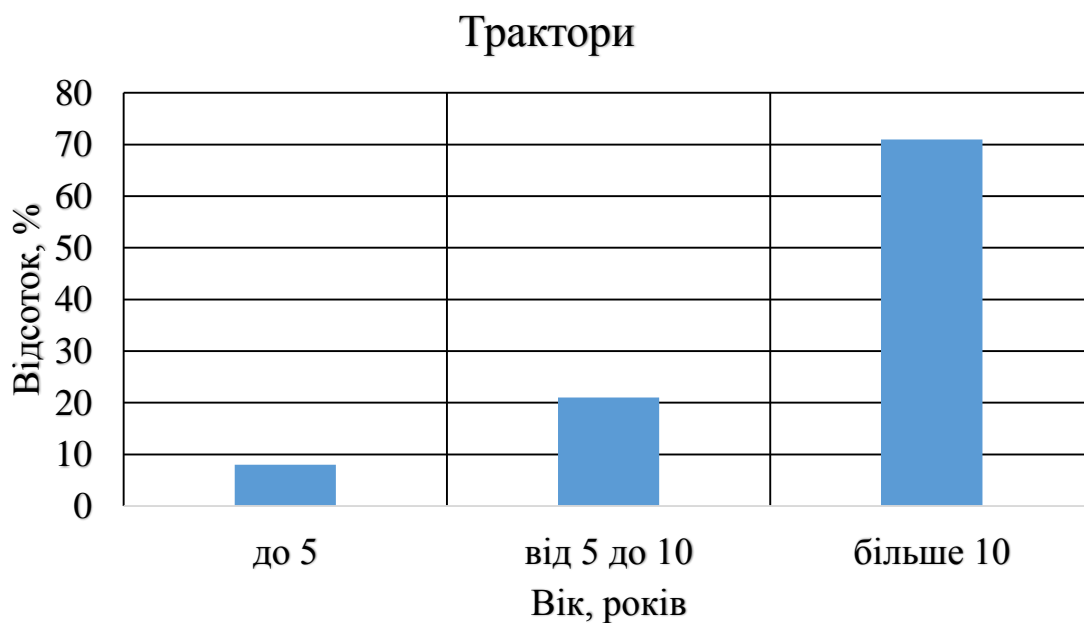


Рис. 1.2. Розподіл за віком тракторів

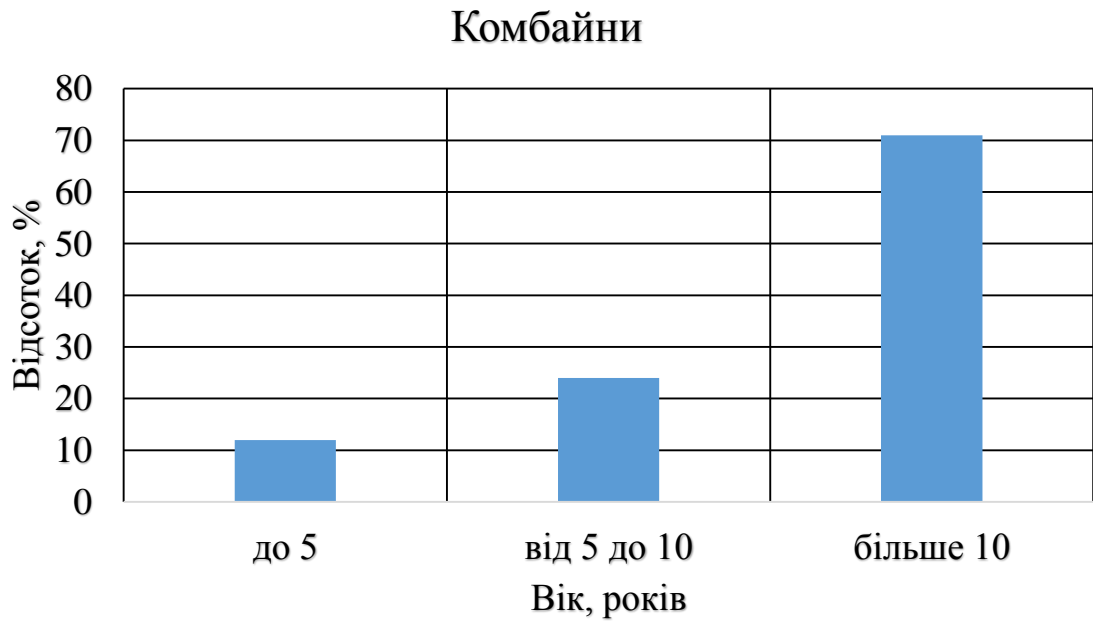


Рис. 1.3. Розподіл за віком комбайнів

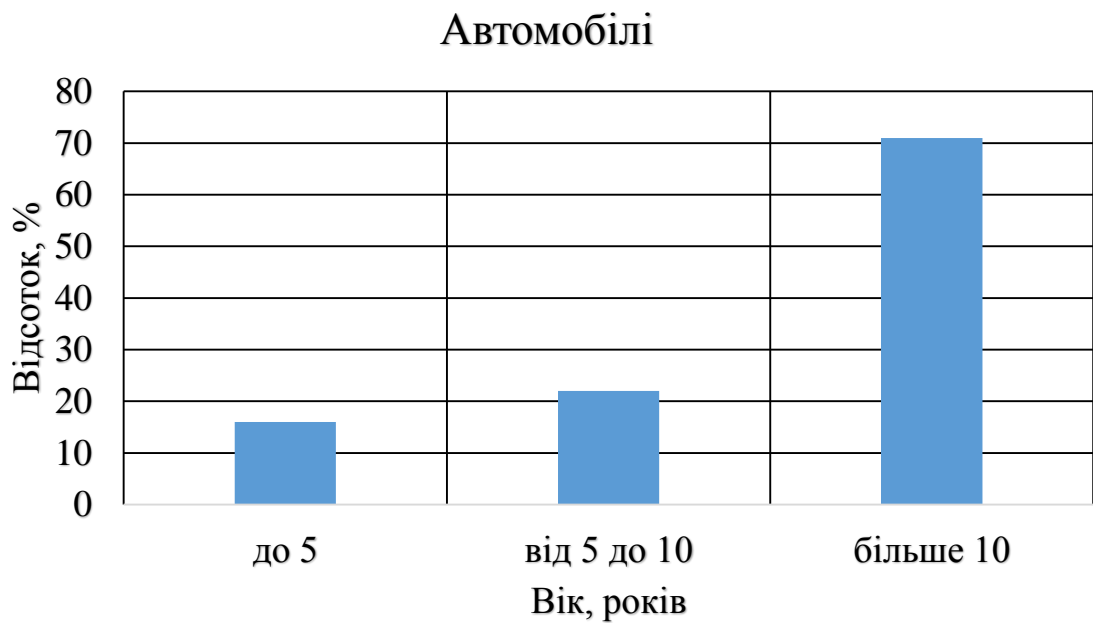


Рис. 1.4. Розподіл за віком вантажних автомобілів

На відміну від умов експлуатації в промисловості, робота машин і механізмів у сільському господарстві характеризується наступними особливостями:

- 1) Техніка переміщається до оброблюваного об'єкта, а не матеріал, що підлягає обробці, до машини. Це приводить до того, що сільськогоспо-

дарська техніка перебуває під постійним впливом атмосферних, ґрунтових і інших негативних зовнішніх факторів;

2) Машини й механізми взаємодіють із живим середовищем і організмами, стан яких постійно змінюється під впливом біологічних процесів і ґрунтово-кліматичних умов;

3) Усі роботи в сільському господарстві проводяться в певні й стислі строки, обумовлені фазами розвитку сільськогосподарських культур, кліматичними й ґрунтовими умовами [9];

4) Сезонність виконання польових робіт. Для деяких видів техніки зайнятість становить порядку 150 - 300 годин інтенсивної експлуатації в рік. У решта час техніка перебуває на зберіганні, переважно на відкритих майданчиках, піддаючись впливу атмосферних факторів у вигляді опадів, пилу, сонячній радіації, вітрових і снігових навантажень [9].

Таким чином, умови використання техніки в сільському господарстві споконвічно висувають високі вимоги до характеристик тракторів і автомобілів, а також, у цілому, до рівня експлуатації машинно-тракторного парку.

Перераховані особливості умов роботи сільгосптехніки приводять до прискореного її зношування й старіння, до швидкого погіршення експлуатаційних характеристик [11]. Наприклад, Н. Е. Зимінін установлено, що внаслідок вищевикладеного, після десятого року використання тракторів спостерігається збільшення простоїв на 14%, зниження річного напрацювання на 16,4%, подвоєння витрат на ремонти й ТО в порівнянні із другим роком експлуатації [12].

Враховуючи вік і стан автомобілів і тракторів, зайнятих у сільському господарстві, багато вчених-дослідників й фахівців з ЕМТП указують на необхідність вживання заходів по прискореному відновленню машинно-тракторного парку або, щонайменше, по поліпшенню експлуатаційних якостей техніки [7, 8, 9, 13].

Сьогодні структура машинно-тракторного парку виглядає в такий спосіб (рис. 1.5). Від 70 до 80% МТП становить вітчизняна техніка старше п'яти

років, 15...20% припадає на техніку виробництва СНД молодше 5 років, 5...10% становить імпортна техніка всіх вікових категорій [10, 13].

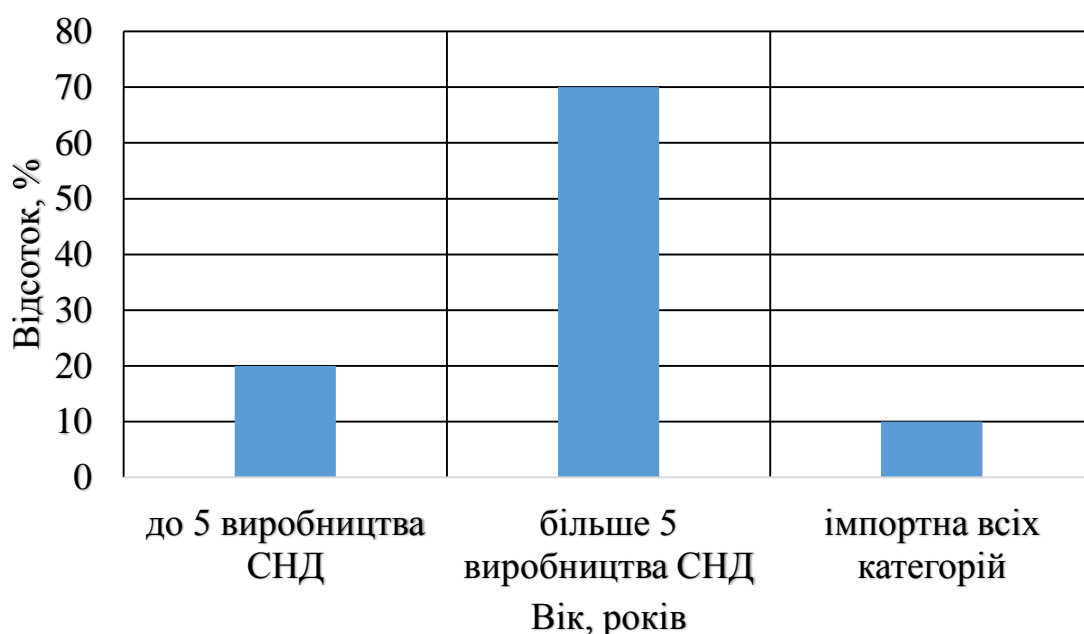


Рис. 1.5. Розподіл за віком тракторів

В умовах, що склалися, можна було б припускати, що основне навантаження по підтримці працездатності сільськогосподарської техніки буде лежати на ремонтно-обслуговуючій базі АПК. Однак виробничі потужності ремонтних підприємств завантажені на 10-15%. Капітальний ремонт повнокомплектних машин на спеціалізованих підприємствах зменшився в десятки раз, двигунів - у два рази [10].

Причин такого положення не багато. Одна з них - недостатня якість ремонтів. Порівняння нових і відремонтованих тракторів, проведене Н. Е. Зиміним [12], показало: середній річний і змінний напрацювання відремонтованих тракторів становлять 85-93% у порівнянні з новими; витрати на ремонт і ТО розраховуючи на умовний еталонний гектар виконаних робіт вище на 20-47%. Капітальний ремонт дозволяє знизити рівень витрат на підтримку працездатності в 1,8-2, 4 рази, але тільки в початковий період експлуатації відремонтованих тракторів.

Інша причина, на яку вказують багато дослідників - висока метало-, енерго- і трудомісткість ремонтів, виконаних на ремонтних підприємствах по традиційних технологіях, що передбачають повне розбирання, відновлення й складання вузлів і агрегатів. Перераховані недоліки в комплексі з високими вимогами до кваліфікації й свідомості персоналу, зайнятого в ремонтному виробництві, роблять традиційні методи ремонту, відновлення й поліпшення експлуатаційних характеристик сільськогосподарської техніки дорогими.

Наступна причина різкого зменшення кількості ремонтів сільгосптехніки на спеціалізованих ремонтних підприємствах АПК впливає з названих, це – нехватка коштів у сільгосппідприємств на ремонти, відновлення й поліпшення експлуатаційних характеристик автотракторної техніки. Витрати виявляються занадто високими й, у ряді випадків, економічно не виправданими.

1.4. Види й характеристики присадок у систему мащення двигуна

Існуючі на даний момент присадки по своїй структурі й властивостям основних активних елементів, що впливають на двигун, можна підрозділити на наступні групи рис. 1.6. [14, 15]:

- реметалізатори поверхонь тертя;
- полімерні антифрикційні препарати;
- епіламні (епіламоподібні) і металоорганічні антифрикційні сполуки, що відновлюють;
- кондиціонери й рекондиціонери металу;
- ремонтно - відновлюючі препарати на базі мінеральних порошків.
- шаруваті модифікатора тертя.

Зупинимося більш докладно на кожній із зазначених груп.

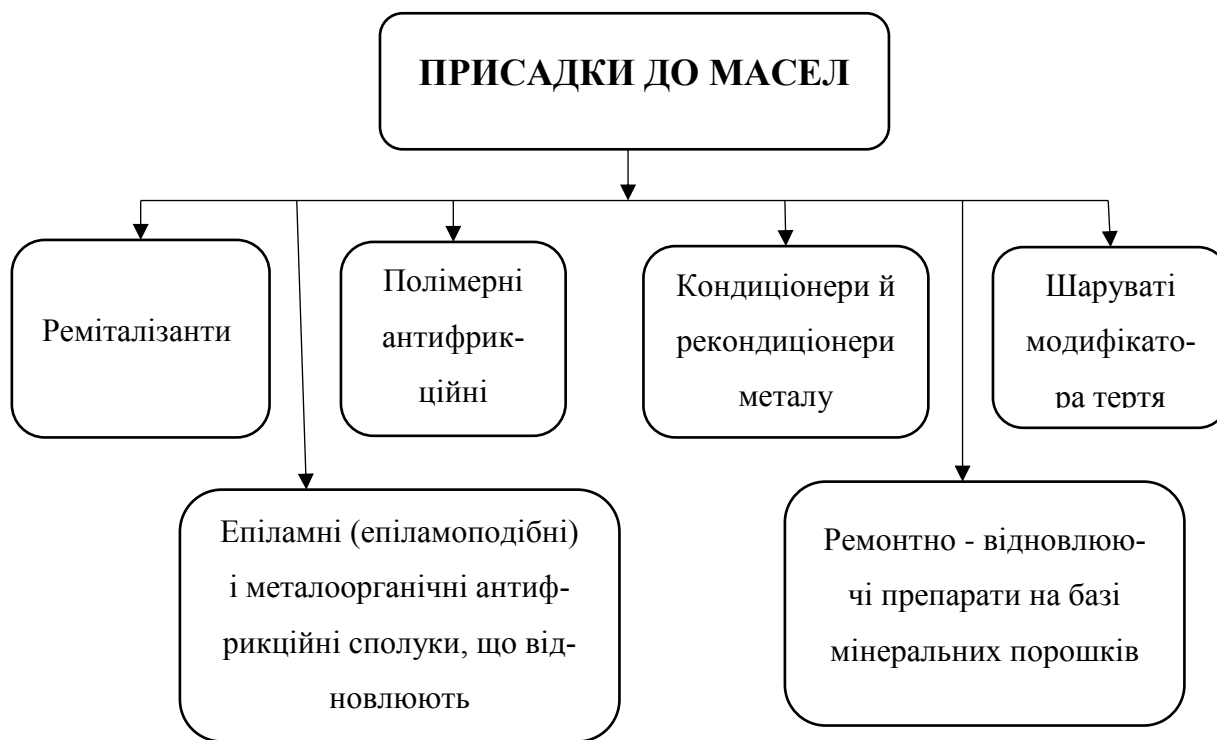


Рис. 1.6. Класифікація присадок

Реметалізатори поверхонь тертя. Сполуки, у яких у нейтральному носії, повністю розчинному в оливі, утримуються з'єднання або іони м'яких металів. Ці іони, потрапляючи в зону тертя, заповнюють мікронерівності й створюють плакуючий шар, що відновлює поверхню [16]. Його з'єднання з основним металом відбувається на механічному рівні. Поверхнева твердість і зносостійкість шару істотно нижче відповідних параметрів сталі або чавуну, з яких виготовлені основні деталі двигуна, тому для існування шару необхідна постійна присутність реметалізатора в оливі. Заміна оливи в цьому випадку швидко зводить до нуля ефект від початкової обробки. Більше того, навіть короткочасна відсутність препарату в масляній системі приводить до «зістругування» захисного шару з поверхні циліндрів поршневыми кільцями, особливо в пускових режимах. Тому нерідко спостерігаються випадки заклинювання двигуна після обробки такими препаратами.

Марки: Lubrifilm Metal, Римет, Римет-Т, Motor Healer, СуперМЕТ, Ресурс, Remetall, Renom, М-Пульс 200.

Полімерні антифрикційні препарати. Полімерні антифрикційні препарати з'явилися раніше інших. Ці препарати створювалися фахівцями оборон-

ної промисловості й споконвічно мали вузьке призначення - забезпечити короточасне збереження рухливості бойової техніки у випадку серйозного ушкодження масляної системи. Довга робота препарату в масляній системі двигуна звичайного автомобіля була досліджена слабо. Видимий ефект від використання полімерних антифрикційних препаратів зводився до росту потужності мотора й зниженню витрати палива. У зношеного двигуна на малих обертах гаснула контрольна лампа тиску оливи, із чого робився висновок про відновну дію препарату. Однак ефект зниження витрати палива швидко пропадав, а причина збільшення тиску оливи з усією очевидністю розкривалася при розбиранні двигуна: прийомний грибок масляного насоса й масляних каналів «заростали» полімером, перерізи каналів зменшувалися, що й призводило до росту тиску. Зменшення витрати оливи, природно, негативно позначалося на роботі підшипників двигуна. Поки діяв полімерний захист поверхонь тертя, це було не дуже помітно, але, як тільки вона пропадала, зношування двигуна й витрата палива різко зростали, а потужність падала.

Досить висока концентрація препарату в оливі, за даними розроблювачів, близько 4 % макс., може також приводити до зміни фізико-хімічних властивостей базового мастила [17, 18].

Марки: Аспект-Модифікатор, PMF-200, Slider-2000, Форум, Універсальний модифікатор, Супер Форум, Slik-50R.

Епіламні й металоорганічні антифрикційні відновні сполуки. Дія епіламних (епіламноподібні) антифрикційних препаратів побудовано на базі формування т. зв. епіламних шарів на всіх поверхнях тертя двигуна. У зоні тертя під впливом високих контактних тисків і температур реалізується механізм локальних поверхневих реакцій, при якому «з'їдаються» виступи шорсткостей. Продуктами реакції - з'єднаннями металів - заповнюються западини шорсткостей і дефекти поверхні, що утворилися в процесі експлуатації силового агрегату. Випробування показали, що чистота поверхні після формування зміцненого шару на 60 - 80% вище, ніж до обробки, при цьому різко зростають поверхнева твердість і зносостійкість покриття [14, 19].

Кондиціонери й рекондиціонери металів. В окрему групу препаратів варто винести кондиціонери й рекондиціонери металу. Власно, зміст словосполучення «кондиціонер металу» стосовно до автохімії можна інтерпретувати, як речовина й механізм впливу на метал, що дозволяють відновити структуру (сполука) металу, на який він впливає, за допомогою доставки необхідних компонентів (середовища або енергії) від зовнішніх джерел. Механізм дії препаратів даної групи (STP (з XER2), Energy release (США), FENOM (Росія) і ін.) заснований на взаємодії (адсорбції) їхніх поверхнево-активних компонентів, наприклад, з'єднань на основі фторокарбоната (смоли) кварцу, естерів (продукту спеціальної переробки копри кокосового горіха, а також смол ряду хвойних дерев) або інших ПАВ з поверхнями тертя.

Це дозволяє істотно знизити втрати на тертя в рухомих з'єднаннях і інтенсивність їхнього зношування, у тому числі при пуску, розгоні, режимах перевантажень [20, 21].

Марки: Energy release, FENOM, SMT2, STP.

Ремонтно - відновлюючі препарати на базі мінеральних порошків (геомодифікатори тертя - ГТМ). Самий перспективний на даний момент клас присадок у систему мащення автомобіля для підвищення надійності ДВЗ. Дія ремонтно-відбудовчих сполук (РВС), що містять мінеральні присадки, базується на унікальних властивостях порошку серпантивіту (змійовика), відкритого в СРСР при бурінні надглибоких скважин на Кольському півострові [22].

На сьогоднішній день серпентиніт як ГМТ є найбільш вивченим мінералом, тому впровадження на виробництвах проводиться з його використанням. По хімічному й фазовому складу присадки, розроблені на його основі, являють собою суміш класичного магнезійно - залізного силікату (серпентин $Mg_6\{Si_4O_{10}\}(OH)_8$), що є формою цілого ряду мінеральних руд класу олівінів), кінцевими фазами якого є форстерит (Mg_2Si_4) і фаяліт (Fe_2Si_4), а також у незначних кількостях кремнезему (SiO_2) і доломіти $CaMg(CO_3)_2$. Найчастіше модифікатори виготовляються із сировини родовищ Кольського півострова, Південного Уралу, Грузії [23].

Геомодифікатори, потрапляючи в зону тертя, вносять структурні зміни в поверхню тертя й здатні модифікувати її в триботехнічно вигідному напрямку. Принципова відмінність ГМТ від інших присадок полягає в тому, що в триботехнічну систему вноситься речовина, що ініціює процеси, що самоорганізуються.

Звичайно стаціонарний стан прикордонного шару трибологічного вузла відповідає динамічній рівновазі процесів руйнування й відновлення фізичних зв'язків. Зношена деталь перебуває в циклічному стані процесів розпушення, диспергування й ротаційного руху часток зношування. Додавання тонкодисперсного порошку ГМТ у штатний мастильний матеріал двигуна в кількості 0,01...3 мас % приводить до порушення зазначеної динамічної рівноваги у бік відновлення фізичних зв'язків [23]. Самоорганізація полягає в спадкоємній «пам'яті» матеріалу. Вхідні до складу порошку Al і Fe є каталізаторами утворення піролітичного вуглецю по границях зерен до підповерхневого шару, а основний склад ГМТ модифікує граничний шар з високим ступенем зворотних зв'язків, що приєднують «загублений» матеріал з дисперсного середовища.

Незважаючи на унікальні властивості геомодифікаторів тертя вони не є панацеєю від механічних лих. Є кілька причин, по яких ці препарати не знаходять широкого застосування.

Марки: PBC, Живий метал, Motor Doctor, Forsan, Supro, Хадо, Ceramic Gear Treatment.

Шаруваті модифікатори тертя. Присадки, віднесені до даної групи, включають елементи з низьким зусиллям зрушення між шарами, наприклад дисульфід молібдену (MoS_2), трисульфід молібдену (MoS_3), диселеніт молібдену (MoSe_2), дисульфід вольфраму (WS_2), тантал (TaS_2), графіт і деякі інші.

У кристалічних решітках графіту (дисульфиду молібдену) атоми вуглецю розташовані в паралельних площинах, що стоять друг від друга не більше ніж на 0,34 нм, а в кожному шарі вони розміщені у вершинах правильних шестикутників з довжиною сторони 0,14 нм. Тому що сила взаємного притяган-

ня між атомами тим менше, чим більше відстань між ними, то атомні зв'язки в шарах значно більше, ніж між шарами. Це дозволяє графіту при терті без особливих зусиль зміщатися уздовж шарів, розділяючи тертьові поверхні від безпосереднього контакту.

Препарати даної групи на сьогодні рідко застосовуються як присадки в моторну оливу ДВЗ.

Марки: Oil Additiv, Motor Protect, Getriebeoil Additiv.



Рис. 1.7. Асортимент присадок та добавок до масла, що реалізуються підприємством

1.5. Висновки й завдання дослідження

Виходячи із представленої інформації, можна зробити наступні висновки:

- проблема підвищення зносної довговічності робочих поверхонь тертя автотракторних двигунів є актуальною дотепер;

- дослідження процесів впливу антифрикційних препаратів на сполучення «шийка - вкладиш» колінчастого вала вивчено недостатньо;

У зв'язку із цим у представленій роботі поставлені наступні завдання:

- вивчити трибологічні процеси, що відбуваються при роботі сполучення «шийка - вкладиш» колінчастого вала автотракторних двигунів;

- розглянути можливість застосування антифрикційних присадок у моторну оливу, як один з методів підвищення працездатності вкладишів колінчастого вала автотракторних двигунів.

- Розробити заходи з охорони праці та захисту у надзвичайних ситуаціях.

- Провести техніко-економічну оцінку роботи.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО-ТЕОРЕТИЧНИЙ АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ БЕЗРОЗБІРНОГО ВІДНОВЛЕННЯ

2.1. Деякі питання теорії тертя

Проблемі тертя й зношування твердих тіл присвячена численна література. У різні часи цими проблемами займалися: Леонардо да Вінчі і Ломоносов, Амонтон і Кулон, Петров і Ейлер, Менделєєв і Рейнальдс, А. Зоммерфельд, А. Паран, Л. Ейлер, Д. Леслі, Л. Гюмбель, І. Дезагюльє, М. Бріллюен, В. Гарді, Р. Томлінсон, Б. Дерягін. І. В. Крагельський, М. М. Резніковський, М. М. Хрущов та інші вчені [24-28].

Роботи пов'язані з вивченням тертя, умовно можна розділити на п'ять основних теорій тертя: механічна, молекулярна, молекулярно-механічна, гідродинамічна та енергетична.

Так механічна теорія тертя була запропонована Гільйомом Амонтоном в 1699 році і описувала закон тертя при контакті тіл без мащення тобто сухого тертя:

$$F = f \cdot N, \quad (2.1)$$

де F - сила тертя,

f - коефіцієнт тертя,

N - нормальне до площини тертя навантаження.

Амонтон пояснював виникнення тертя між поверхнями, зачепленням нерівностей і підйому по них одного тіла відносно іншого з силою нормальної реакції, що діє на тіло з боку поверхні.

Молекулярна теорія базується на роботі Ш. Кулона (1775 р) який перший пояснив різницю між тертям покою та тертям руху, довівши, що тривалість контакту тіл впливає на силу тертя. Вивівши формулу тертя яка врахо-

увала тангенційний опір, що залежить і не залежить від зовнішнього навантаження врахувавши молекулярні зв'язки між поверхнями.

$$F = A + f \cdot N, \quad (2.2)$$

де A - характеристика молекулярного зчеплення.

Молекулярна теорія розроблена у 18 столітті У.Б. Харді була сформульована і розвинена вченими Г.А. Томлінсоном (1929 р) ці вчені розглядали процес тертя як результат молекулярної взаємодії контактуючих поверхонь. Згідно молекулярної теорії при зближенні мікронерівностей поверхонь тіл тертя виникають міжмолекулярні відталкуючі сили, а при віддаленні притягуючі, таким чином руйнування цих зав'язків утворює тертя.

$$F = f \cdot P + p \cdot S, \quad (2.3)$$

де p - додатковий тиск викликаний силами іонно-атомного притягіння.

S - площа контакту.

Б.В. Дерягін (1934 р) запропонував свій варіант молекулярної теорії в якій довів вплив молекулярного притягування тіл по площі їх фактичного контакту.

$$f = f_0 \cdot \left(\frac{1 + S_0 \cdot P_0}{N} \right), \quad (2.4)$$

де f_0 - значення коефіцієнта тертя при $P_0 = 0$;

S_0 - площа фактичного контакту;

P_0 - питома сила молекулярного притягання.

Молекулярно-механічна теорія була запропонована І.В. Крагельським (1946 р) суть якої полягає в тому, що процес тертя представляється як ре-

зультат контактуючих мікронерівностей та молекулярної взаємодії матеріалів на пятнах фактичного контакту.

Згідно молекулярно-механічної теорії сила тертя визначається як:

$$F = F_{\text{мех}} \cdot F_{\text{мол}}, \quad (2.5)$$

а коефіцієнт тертя як:

$$f = \frac{F_{\text{мех}} + F_{\text{мол}}}{N} = f_{\text{мех}} + f_{\text{мол}}, \quad (2.6)$$

де $F_{\text{мех}}, F_{\text{мол}}$ - механічна та молекулярна складові сили тертя;

$f_{\text{мех}}, f_{\text{мол}}$ - механічна та молекулярна складові коефіцієнту тертя.

Основоположником гідродинамічної теорії тертя є російський вчений Н.А. Петров який у 1883 році відкрив закон тертя при мащенні і започаткував основи математичної теорії мащення.

Суть теорії полягає в тому, що при мащенні ("рідинному терті") сили тертя насамперед визначаються в'язким опором мастильного шару і у відповідності з законом Ньютона пропорційні першій ступені швидкості.

$$F = \frac{Q \cdot U}{\delta + \frac{\mu}{\lambda_1} + \frac{\mu}{\lambda_2}}, \quad (2.7)$$

де Q – поверхня тертя;

U – відносна швидкість переміщення поверхонь тертя;

μ - абсолютна в'язкість мастильної рідини;

λ - коефіцієнт зовнішнього тертя на межах з шипом і підшипником;

δ - відстань між поверхнями шипа і підшипника.

В подальшому теорія Н.П. Петрова була розвинена Н.Е. Жуковським і С.А. Чаплигіним.

Майже одночасно з Н.П. Петровим над тертям при мащенні займались закордонні вчені такі як: О. Рейнольдс, А. Кінгсбері, Герсі та інші.

Енергетична теорія тертя А.Д. Дубініна (1952 р) стверджує, що робота яка витрачається на пластичне деформування, переходить в енергію пружної деформації в тепло та потенційну енергію наклепаного стану.

$$F \cdot s = W , \quad (2.8)$$

де s - шлях тертя;

W - робота, що витрачається на подолання сил тертя.

Пізніше теорія була розвинена А. Троссом та Г.К. Фляйшером.

Наведені дані показують, що зношування деталей по механічній теорії тертя в значній мірі визначається коефіцієнтом тертя.

2.2. Дослідження впливу присадок у оливу на роботу пар тертя

Основними причинами утворення зносів деталей автотракторних двигунів є тертя й утома металу. Зношування від тертя виникає у процесі експлуатації сполучених поверхонь деталей. Під впливом різних процесів, що виникають у плямах контакту (мікрорізання, пружне й пластичне деформування, схоплювання окисних плівок і чистих металів) відбувається руйнування металу, змінюється форма й розміри деталей. розмірне зношування визначається мікрометражем за допомогою вимірювального інструмента, що забезпечує точність виміру від 0,002 до 0,010 мм. На підставі даних, отриманих при вимірах, розраховуємо фактичні знос, швидкості зношування й терміни служби деталей, а також ресурси машин.

Для прикладу розглянемо процес зношування колінчатого валу двигуна John Deere RE20585.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані для розрахунків діаметра зношеної шийки колінчатого вала двигуна John Deere RE20585

Марка дизеля	Діаметр шийки, мм	Ресурс до серед- нього ремонту T, тис. г.	Напрацювання t, тис. г.
John Deere RE20585	Корінна $d_p = 79.730$	18	20

Радіальне зношування шийки колінчатого вала за час напрацювання t :

$$W = \frac{d_H - d_1}{2}, \text{ мм} \quad (2.9)$$

де d_H – номінальний діаметр шийки колінчатого вала, мм;

d_1 – діаметр шийки після напрацювання t , мм.

При аналізі зносів деталей автотракторних двигунів розрізняють фактичну, середню й нормативну швидкість зношування, які визначають по наступних формулах [29]:

фактична швидкість зношування:

$$\xi_{\phi} = \frac{W}{t}, \text{ мм / тис.г.} \quad (2.10)$$

середня швидкість зношування:

$$\xi_{CP} = \sum_{i=1}^N \xi_{\phi_i} / N, \text{ мм / тис.г.} \quad (2.11)$$

де N – число вимірюваних деталей (шийок).

Розрахунки ведемо за допомогою програми Microsoft Excel, а результати заносимо до таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 - Розрахунки середньої швидкості зношування

№	d_p , мм	d_1 , мм	W , мм	$\xi_{\phi} \cdot 10^3$, мм/т. г.	ξ_{CP} , мм/т. г.
1	79,730	79,637	0,0465	2,3	$3,36 \cdot 10^{-3}$
2		,635	0,0475	2,4	
3		,626	0,052	2,6	
4		,625	0,0525	2,6	
5		,614	0,058	2,9	
6		,617	0,0565	2,8	
7		616	0,057	2,85	
8		,615	0,0575	2,88	
9		,615	0,0575	2,88	
10		,607	0,0615	3,07	
11		,603	0,0635	3,18	
12		,605	0,0625	3,13	
13		,604	0,0630	3,15	
14		,606	0,0620	3,10	
15		,604	0,0630	3,15	
16		,606	0,0620	3,10	
17		,60	0,0650	3,25	
18		,605	0,0625	3,13	
19		,594	0,0680	3,40	
20		,594	0,0680	3,40	
21		,597	0,0665	3,33	
22		,597	0,0665	3,33	
23		,596	0,0670	3,35	
24		,596	0,0670	3,35	
25		,596	0,0670	3,35	

26		,595	0,0675	3,38	
27		,595	0,0675	3,38	
28		,595	0,0675	3,38	
29		,586	0,0720	3,75	
30		,587	0,0715	3,58	
31		,585	0,0725	3,63	
32		,584	0,0730	3,65	
33		,584	0,0730	3,65	
34		,587	0,0715	3,58	
35		,586	0,0720	3,60	
36		,585	0,0725	3,63	
37		,585	0,0725	3,63	
38		,573	0,0785	3,93	
39		,574	0,0780	3,90	
40		,577	0,0765	3,83	
41		,576	0,0770	3,85	
42		,575	0,0775	3,88	
43		,564	0,083	4,15	
44		,565	0,0825	4,13	
45		79,555	0,0875	4,3	

Таблиця 2.3 - Результати статичної обробки швидкостей зношування шийок колінчатого вала двигуна John Deere RE20585

№ інтервалу	$\xi_{n_{\min}}=2,3 \cdot 10^{-3}$ мм/т.г. $\xi_{n_{\max}}=4,3 \cdot 10^{-3}$ мм/т.г. $\Delta \xi_{10}=0,2 \cdot 10^{-3}$ мм/т.г.				
	Швидкість зношування, мм/тис. г.			Кількість значень швидкостей зношування $n_{\xi i}$	Імовірність появи значень швидкостей зношування в кожному інтервалі p_i
	Найменша $\xi_{i \min} \cdot 10^{-3}$	Найбільша $\xi_{i \max} \cdot 10^{-3}$	Середня $\xi_{i \text{ср}} \cdot 10^{-3}$		
1	2,3	2,5	2,4	2	0,044
2	2,51	2,71	2,61	2	0,044
3	2,72	2,92	2,82	5	0,111
4	2,93	3,13	3,03	5	0,111
5	3,14	3,34	3,24	6	0,133
6	3,35	3,55	3,45	8	0,177
7	3,56	3,76	3,66	9	0,200
8	3,77	3,97	3,87	5	0,111
9	3,98	4,18	4,08	2	0,044
10	4,19	4,39	4,29	1	0,022

Для визначення середнього квадратичного відхилення σ_{ξ} робимо (табл. 2.3.) статистичну обробку швидкостей зношування N деталей у наступному порядку:

- по масиву отриманих розрахунками швидкостей зношування вибираємо найменше $\xi_{n_{\min}}$ і найбільше $\xi_{n_{\max}}$ їх значення;
- визначаємо полігон розсіювання значень швидкостей зношування;

$$R = \xi_{\max}^N - \xi_{\min}^N = 2,3 \cdot 10^{-3} - 4,3 \cdot 10^{-3} = 2 \cdot 10^{-3} \text{ мм / тис.г}; \quad (2.12)$$

- розбиваємо полігон розсіювання швидкостей зношування на десять рівних інтервалів $\Delta\xi_{10}$;

- обчислюємо середні значення швидкостей зношування в кожному інтервалі $\xi_{срi}$ і кількість значень швидкостей n_{ξ_i} , що попадають у кожний інтервал;

- для кожного інтервалу швидкостей зношування розраховуємо ймовірність p_i появи значень швидкостей зношування даного інтервалу в загальній сукупності N по формулі:

$$p_i = \frac{n_{\xi_i}}{N}, \quad (2.13)$$

Розрахунки основних параметрів розподілу робимо по наступних формулах:

Математичне очікування:

$$M_{\xi} = \frac{\sum_{i=1}^{10} \xi_{ср}^i \cdot n_{\xi_i}}{N}, \quad (2.14)$$

середнє квадратичне відхилення:

$$\sigma_{\xi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{10} [\xi_{ср}^i - M_{\xi}]^2 \cdot n_{\xi_i}}{N - 1}}, \quad (2.15)$$

Усі обчислення зручно робити в табличній формі (табл. 2.4.) за допомогою Microsoft Excel.

$$M_{\xi} = \frac{4,6 + 5,2 + 13,6 + 14,65 + 18,84 + 28,4 + 32,04 + 18,85 + 7,96 + 4,19 \cdot 10^{-3}}{45} = 3,2 \cdot 10^{-3}, \quad (2.16)$$

$$\sigma_{\xi} = \sqrt{\frac{1,62 + 0,952 + 1,152 + 0,365 + 0,021 + 0,18 + 1,166 + 1,624 + 1,216 + 0,98 \cdot 10^{-6}}{45 - 1}} =$$

$$= 0,459 \cdot 10^{-3} \quad (2.17)$$

Параметр розподілу швидкостей зношування обчислюється по формулі:

$$m = \left(\frac{\xi_{CP} - \xi_{\min}}{\sigma_{\xi}} \right)^2 + 0,5 = \left(\frac{3,36 \cdot 10^{-3} - 2,3 \cdot 10^{-3}}{0,459 \cdot 10^{-3}} \right)^2 + 0,5 = 5,8, \quad (2.18)$$

ухвалюємо $m=6$.

Таблиця 2.4 - Розрахунки математичного очікування й середнього квадратичного відхилення

№ інте- рвалу	$\xi_{i_{cp}} \cdot 10^3$	$n\xi_i$	$\xi_{i_{cp}} \cdot n\xi_i$	$\xi_{i_{cp}} - m(\xi)$	$[\xi_{i_{cp}} - m(\xi)]^2$	$[\xi_{i_{cp}} - m(\xi)]^2 \cdot n\xi_i$
1	2,3	2	$4,6 \cdot 10^{-3}$	$-0,9 \cdot 10^{-3}$	$0,81 \cdot 10^{-6}$	$1,620 \cdot 10^{-6}$
2	2,51	2	$5,2 \cdot 10^{-3}$	$-0,69 \cdot 10^{-3}$	$0,476 \cdot 10^{-6}$	$0,952 \cdot 10^{-6}$
3	2,72	5	$13,6 \cdot 10^{-3}$	$-0,48 \cdot 10^{-3}$	$0,230 \cdot 10^{-6}$	$1,150 \cdot 10^{-6}$
4	2,93	5	$14,65 \cdot 10^{-3}$	$-0,27 \cdot 10^{-3}$	$0,073 \cdot 10^{-6}$	$0,365 \cdot 10^{-6}$
5	3,14	6	$18,84 \cdot 10^{-3}$	$-0,06 \cdot 10^{-3}$	$0,003 \cdot 10^{-6}$	$0,018 \cdot 10^{-6}$
6	3,35	8	$28,4 \cdot 10^{-3}$	$0,15 \cdot 10^{-3}$	$0,022 \cdot 10^{-6}$	$0,176 \cdot 10^{-6}$
7	3,56	9	$32,04 \cdot 10^{-3}$	$0,36 \cdot 10^{-3}$	$0,130 \cdot 10^{-6}$	$1,170 \cdot 10^{-6}$
8	3,77	5	$18,85 \cdot 10^{-3}$	$0,57 \cdot 10^{-3}$	$0,325 \cdot 10^{-6}$	$1,625 \cdot 10^{-6}$
9	3,98	2	$7,96 \cdot 10^{-3}$	$0,78 \cdot 10^{-3}$	$0,608 \cdot 10^{-6}$	$1,216 \cdot 10^{-6}$
10	4,19	1	$4,19 \cdot 10^{-3}$	$0,99 \cdot 10^{-3}$	$0,980 \cdot 10^{-6}$	$0,980 \cdot 10^{-6}$

Нормативна (гранична) швидкість зношування:

$$\xi_H = \frac{\xi_{CP} - \xi_{\min} \cdot k_{80} + 2 \cdot m \cdot \xi_{\min}}{2 \cdot m}, \quad (2.19)$$

де ξ_{\min} – мінімальна швидкість зношування в партії контрольованих деталей, мм/тис. г.;

k_{80} – коефіцієнт функції розподілу швидкостей зношування, ухва-люємо залежно від m з [29] $K_{80} = 15,8$.

$$\xi_H = \frac{3,36 \cdot 10^{-3} - 2,3 \cdot 10^{-3} \cdot 15,8 + 2 \cdot 6 \cdot 2,3 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 6} = 3,69 \cdot 10^{-3} \quad \text{мм / тис. г.} \quad (2.20)$$

Діаметр шийки колінчатого вала, що підлягає відновленню до номінального розміру:

$$d_{розр} = d_p - 2 \cdot \xi_H \cdot t = 79,730 - 2 \cdot 3,36 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 79,596 \quad \text{мм.} \quad (2.21)$$

Моделюючи процес зношування з використання присадки в масло швидкість зношування складає $2,85 \cdot 10^{-3}$ мм/т. г. тоді діаметр шийки колінчатого вала, що підлягає відновленню до номінального розміру складе:

$$d_{розр}^{прис} = d_p - 2 \cdot \xi_{Hприс} \cdot t = 79,730 - 2 \cdot 2,85 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 79,616 \quad \text{мм.}$$

Визначимо запас ресурсу:

$$T_{рес} = d_{розр}^{прис} - d_{розр} = 79,616 - 79,596 = 0,02 \quad \text{мм.}$$

Таким чином видно, що використання присадок дає можливість заоща-дити 0,02 мм ресурсу колінчатого валу, що у відсотках становить 15 %.

2.3. Висновок

Результати розрахунків показують, що застосування антифрикційних присадок у оливу дозволяє знизити інтенсивність зношування шийок колінчастого вала на 15-20%, вкладишів - на 61%, тобто без розбирання вузла ми подовжуємо термін роботи вузла.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ЇХ РЕЗУЛЬТАТИ

3.1. Характеристика масел та присадок до них

В роботі проведено дослідження присадки ХАДО яка додавалась в масло Castrol MAGNATEC 10W-40 A3/B4.

Посилена високотехнологічна присадка Xado (Хадо) Revitalizant EX120 + 12% (рис. 3.1) розроблена для ефективного відновного ремонту та надійного протизношувального захисту деталей бензинових двигунів і LPG моторів, що працюють на зрідженому природному газі.

Ревіталізант рекомендується використовувати для всіх газових і бензинових двигунів, включаючи форсовані мотори і двигуни з турбонаддувом. Дієвість присадки полягає в формуванні спеціального металокерамічного покриття на поверхнях робочих механізмів двигуна. Дане покриття дозволяє відновити і захистити від зносу деталі циліндропоршневої групи, газорозподільного і кривошипно-шатунного механізмів [30].

Застосування продукту.

Етап 1. Прогріти мотор до робочої температури. Потім ввести вміст присадки в маслозаливний отвір, дотримуючись зазначеного дозування. Забезпечити роботу двигуна на холостому ході (приблизно 5-10 хвилин). Після обробки експлуатувати машину в штатному режимі;

Етап 2. Провести аналогічну обробку через 100-250 км пробігу;

Етап 3. Провести аналогічну обробку через 100-250 км пробігу.

Рекомендоване дозування наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1-Дозування присадки ХАДО

Об'єм маслосистеми двигуна, л	3-10	11-20	21-30
Кіл-ть ревіталізатора (9 мл), шт	3	6	9
Схема поетапної обробки	1+1+1	2+2+2	3+3+3
Кіл-ть ревіталізатора для нових двигунів, шт	2	4	6



Рис. 3.1. Присадка Хадо

Масло Castrol MAGNATEC 10W-40 A3/B4 рис. 3.2.

Опис продукту. Castrol Magnatec 10W40 A3 B4 є напівсинтетичним засобом, виготовлене із сировини високої якості. В процесі експлуатації молекули масла покривають металеві поверхні захисним шаром, який з'єднується на тривалий час. При зупинці двигуна плівка не стікає надійно зберігає деталі від корозії [30].



Рис. 3.2. Масло Castrol MAGNATEC 10W-40 A3/B4

Скорочує знос в моменти запуску техніки, тим самим продовжуючи термін служби. Запобігає утворенню нагару і сажі в основній своїй масі. Збері-

гає свої властивості при низьких і критично високих температурах, а також підвищених навантаженнях.

Галузь застосування. Castrol Magnatec 10W40 A3 B4 призначене для використання в автомобільній техніці, що працює в особливих умовах. Запобігає несправності в результаті застосування неякісного палива, а також може забезпечувати запуск в зимовий період. Застосовують в двигунах авто в режимі «старт-стоп», при частих зупинках і запусках в пробках мегаполісів.

Підходить для двигунів внутрішнього згорання, що працюють на основі бензинового і дизельного палива. Однак споживачам необхідно враховувати, що забороняється використовувати засіб в агрегатах мають додаткову систему очищення вихлопних газів. Схвалено виробниками європейської автомобільної техніки, основні показники наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2-Показники масла Castrol MAGNATEC 10W-40 A3/B4

Показник	Метод перевірки	Значення
Щільність при 15°C	ASTM D4052	0,869 г/мл
Кінематична в'язкість при 100°C	ASTM D445	14,2 мм ² /с
Кінематична в'язкість при 40°C	ASTM D445	96,2 мм ² /с
Індекс в'язкості	ASTM D2270	151
Динамічна в'язкість, CCS при -25°C	ASTM D5293	6000 мПа*с (сП)
Температура застигання	ASTM D97	-42°C
Температура спалаху (PMCC)	ASTM D93	205°C
Сульфатна зольність	ASTM D874	1,2 % масс.

3.2. Установка для випробувань

Випробування проводились на лабораторних установках: машині тертя МТ-4, та модернізованій машині тертя Тимкена та на автомобілі ВАЗ 21099.

Трибометр МТ-4 призначений для випробування фрикційних, антифрикційних і мастильних матеріалів на тертя і знос в широкому діапазоні ре-

жимів. Великий набір змінних пристосувань дозволяє виконувати різні схеми випробувань, які моделюють роботу трибоспряжень в вузлах тертя.

Установка може імітувати кочення, ковзання і кочення і ковзання комбіновані руху під певним тиском контакту для завершення точки, лінії і площини моделювання випробувань. Вона може бути використана для оцінки тертя та знос ефективність мастила, металу, пластмаси, покриття, гуми, кераміки і т. д. Може застосовуватися з урахуванням потреб традиційних нафтохімічної промисловості і також для досліджень, розробки і перевірки стійкості до тертя з гідравлічним маслом, моторним маслом, трансмісійним маслом, при горінні моторного масла і трансмісійного масла. Також пара тертя може проходити випробування у сухому стані без антифрикційних добавок. Все це дозволяє повністю задовольнити потреби моделювання та оцінки при розробці нових матеріалів і проведенні нових технологічних досліджень. Технічна характеристика установки наведена в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3- Технічна характеристика машини тертя МІ-4

Діапазон навантаження	10 ~ 1000Н (безступінчате)
Відносна похибка навантаження	± 1%
Момент тертя	2,5 Н*м
Похибка моменту тертя	± 2%
Швидкість обертання шпинделя	1 ~ 2000об/хв,
Випробувальне середовище	масло, вода, суспензії, абразивні рідини і т. д.
Діапазон регулювання температури	до 200 ° С
Максимальна відстань між шпінделем верстату і нижньої платформи фрикційної муфти	> 75 мм
Час випробування	10сек ~ 9999хв

Машина тертя Тимкена складеться з електродвигуна, ролика та навантажувального механізму (рис. 3.3). Модифікація машини Тимкена полягала в заміні сталевого блоку квадратного перетину на сталевий циліндр довжиною 24 мм і діаметром 8 мм.

Таким чином, відбувається тертя сталевого кільця по сталевому роликові. Заміна блоку квадратного перетину на циліндричний дозволяє, за рахунок зменшення розмірів (площі) плями контакту, добитися більшого значення тиску в зоні тертя.

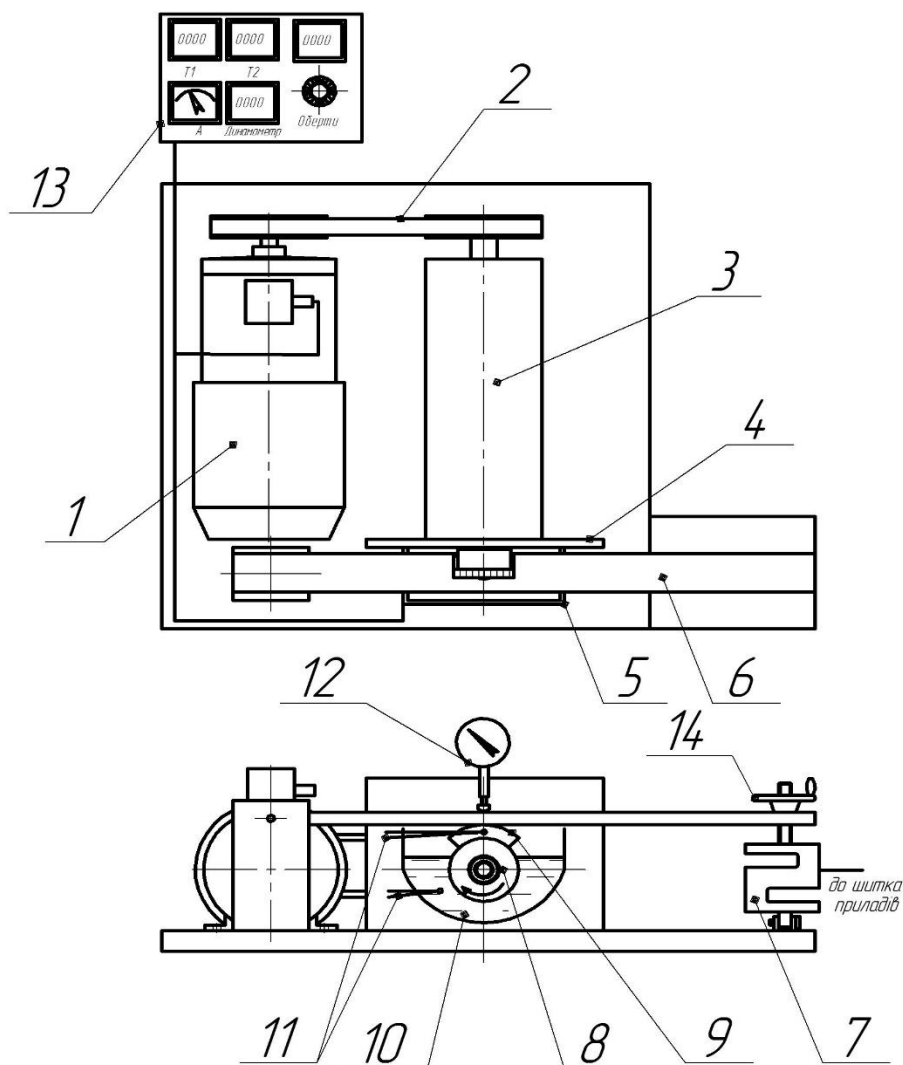


Рис. 3.3. Установка для випробування присадок

1 – електродвигун, 2 – пасова передача, 3 – підшипниковий блок, 4 – плита, 5 – чаша, 6 – навантажувальний важіль, 7 – динамометр, 8 – дисковий контр зразок, 9 – зразок, 10 – рідина, 11 – датчики температури, 12 – індикатор годинникового типу, 13 – вимірювальний блок, 14 – маховик.

Пристрій працює наступним чином. Попередньо підготовлений зразок 9 встановлюється у тримач навантажувального важеля 6 і опирається на дисковий контр зразок 8 який встановлений на вал підшипникового блоку 3, до зразка 9 і у чашу 5 встановлено датчики температури 11, за необхідності чаша 5 заповнюється рідиною 10 потім вмикається електродвигун 1 і обертає вал підшипникового блоку 3 за допомогою пасової передачі.

Далі зразок 9 притискається до дискового контр зразка 8, зусилля притискання регулюється обертанням маховика 14, а контролюється динамометром 7, далі знімаються показники експерименту за допомогою вимірювального блоку 13. Вимірювальний блок 13 містить табло контролю температури, регулятор обертів електродвигуна 1, а також табло яке показує прикладене навантаження. Контроль лінійного зносу відбувається за допомогою індикатора годинникового типу 12.

На установці можливе випробування зразків як на суху так і з зануренням у рідину.

Машина тертя вдало пройшла випробування на кафедрі "Надійності і ремонту машин" Дніпровського державного аграрно-економічного університету. Також на машину тертя отримано патент № 144310 рис. 3.4.



Рис. 3.4. Патент на корисну модель "машина тертя"



Рис. 3.5. Машина тертя

До машини тертя також додані системи реєстрації даних температури й виміру електричної потужності, що споживається електродвигуном машини тертя. Значення температури в зоні тертя й електричної потужності, прямо пропорційної витраті потужності на подолання роботи сил тертя, є важливими додатковими параметрами. Така конструкція є більш вдалою установкою, і результати випробувань несуть найбільш інформативний характер.

3.3. Результати досліджень

На чотири кульковій машині тертя МТ-4 досліджувалась зміна моменту тертя у з'єднанні рис.3.6.

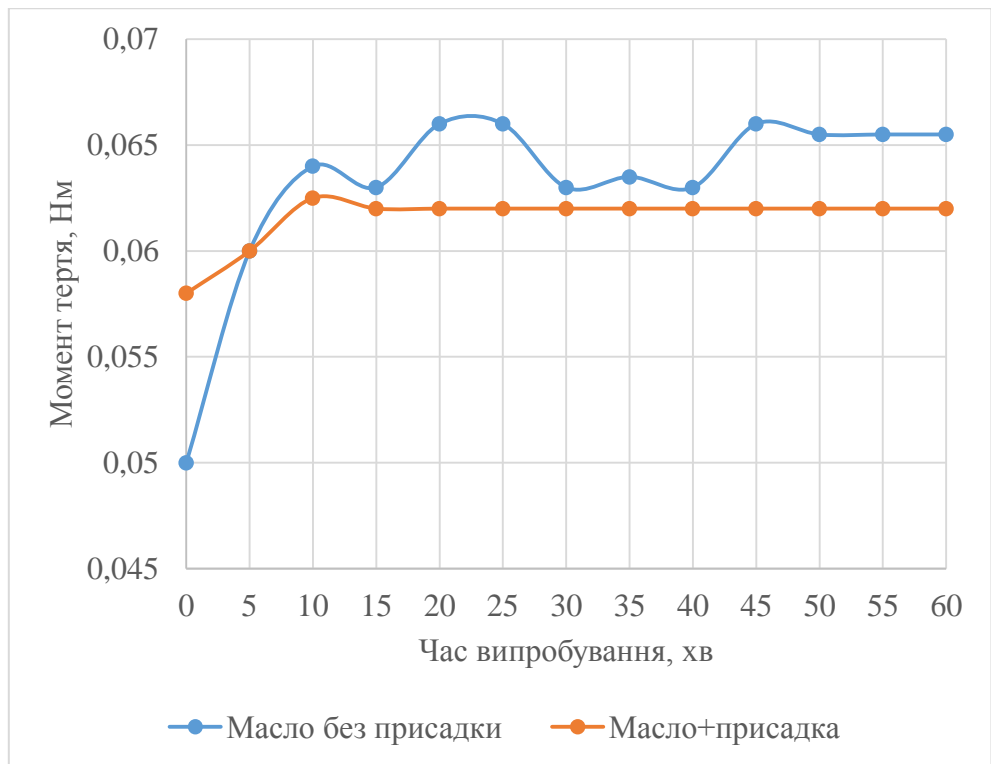


Рис. 3.6. Залежність моменту тертя від часу роботи з'єднання

Також було проведено дослідження інтенсивності зношування деталей пари тертя. Дослідження проводились ваговим методом, шляхом зважування зразків до і після проведення випробувань (рис. 3.7, 3.8).

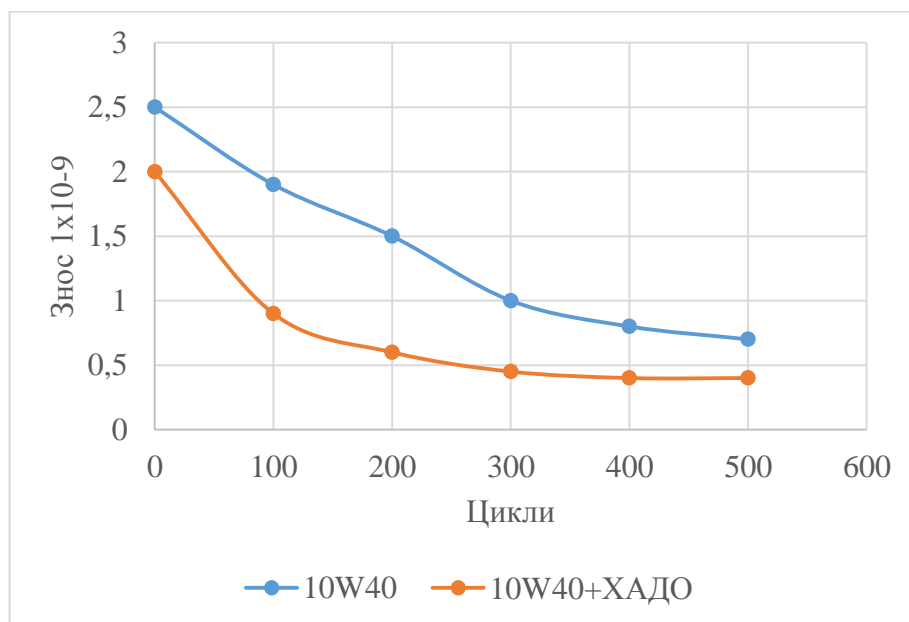


Рис. 3.7. Інтенсивність зношування зразків з чавуну СЧ

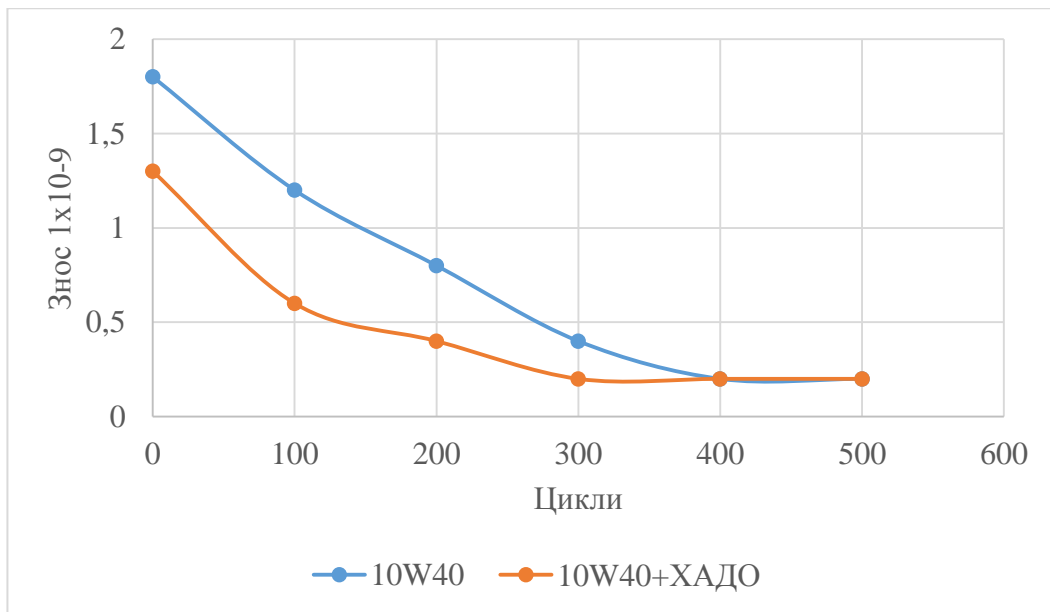


Рис. 3.8. Інтенсивність зношування зразків зі сталі 45

На машині тертя було досліджено зміну коефіцієнта тертя у парі тертя. Випробування проводились на чистому маслі і на маслі з додаванням присадки ХАДО.

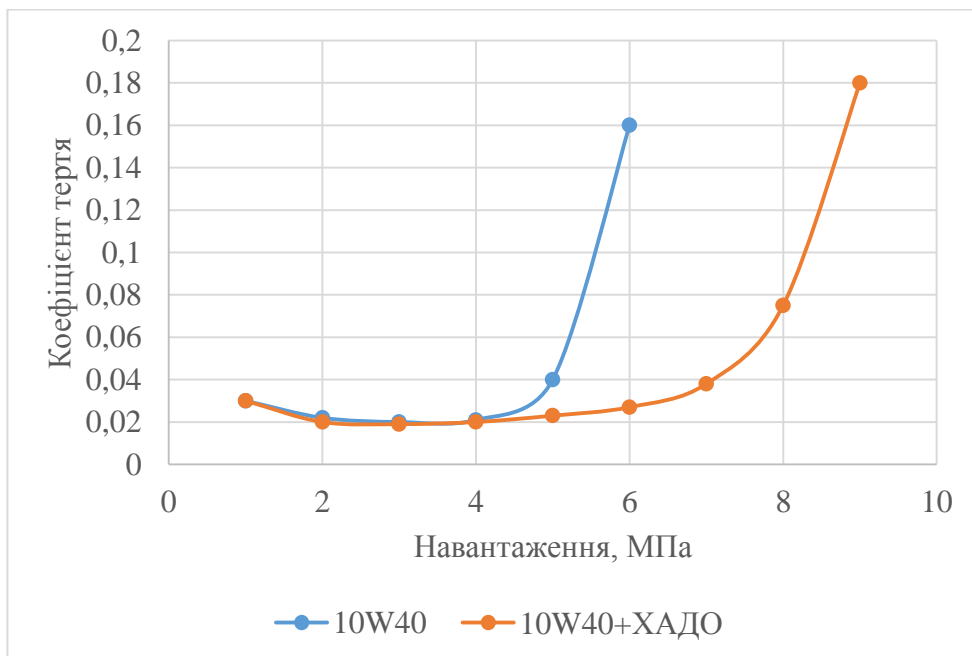


Рис. 3.9. Зміна коефіцієнта тертя в залежності від використання присадки ХАДО

За результатами досліджень було встановлено зниження коефіцієнту тертя з 0,08 на чистому маслі до 0,06 на маслі з додаванням присадки. Також спосте-

рігалось зниження інтенсивності зносу зразків з використанням присадки в 1,38-1,45 рази. Проведена оцінка концентрації продуктів зносу в маслі, за методикою [31], вказала на зниження вмісту продуктів зносу в маслі на 12-15% .

Про позитивний вплив присадки на мастильні властивості масла свідчать і збільшені фото поверхонь тертя (рис.3.10), а також фото відбитків зносу на роликах (рис. 3.11).

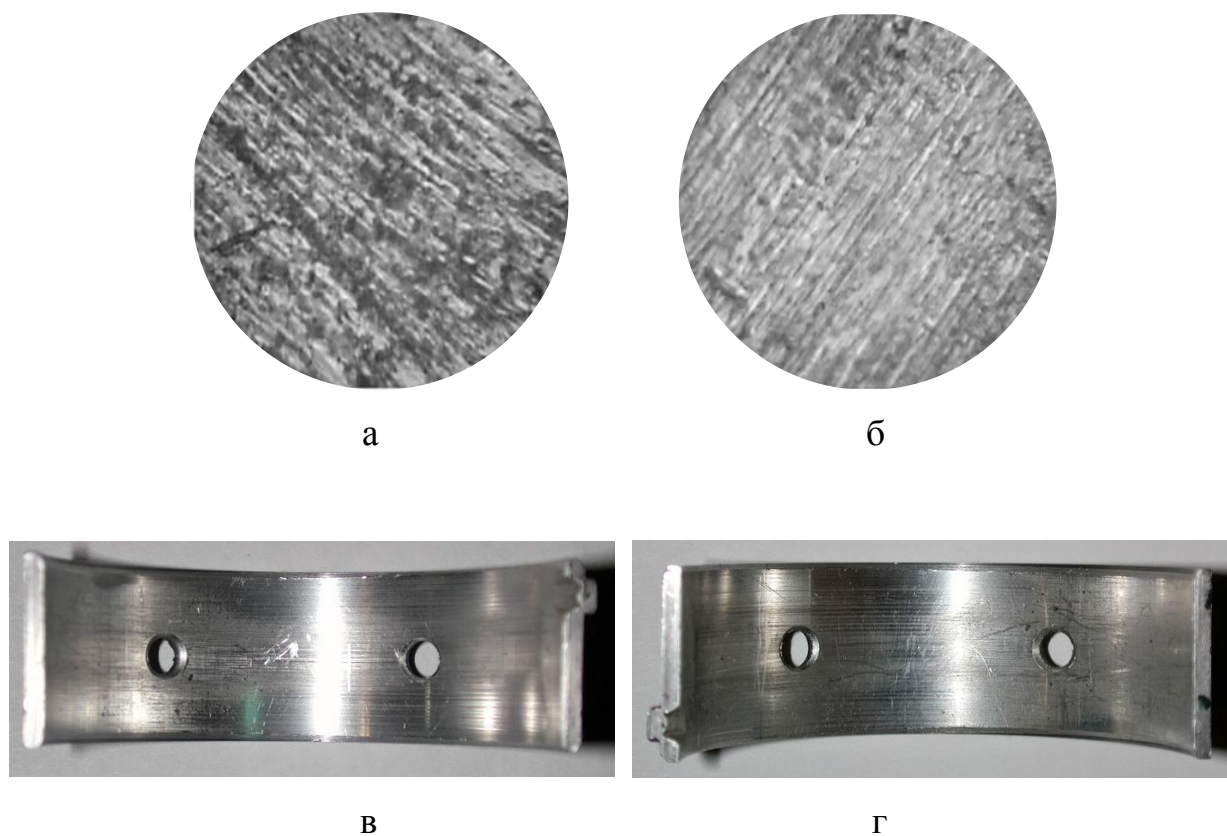
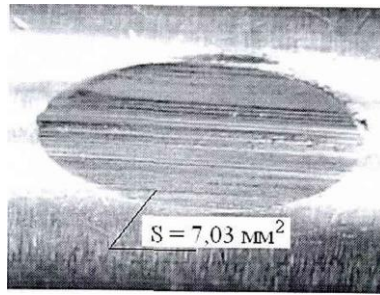
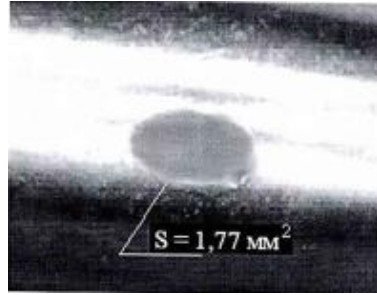


Рис. 3.10. Сліди зносу поверхонь тертя а-масло без присадки, б-масло+присадка (збільшення x50); в-масло без присадки, г-масло+присадка

Як видно з фотографій, подряпин на деталях які працювали на маслі з присадкою значно менше, вони дрібні і не глибокі, це свідчить про поліпшення мастильних властивостей масла і вказує на доцільність використання присадок до масла.



а



б

Рис. 3.11. Відбитки на роликах машини тертя

а – знос зразка на базовому маслі, б – знос зразка базове масло + присадка



а



б



в

Рис. 3.12. Сліди зносу зразка

а – без добавки РВП, б – початок нанесення РВП, в – зароблювання тріщин РВП.

Також присадка дала суттєве вирівнювання компресії в циліндрах двигуна автомобіля ВАЗ 21099 об'ємом 1500 см³. Обробка проводилась по схемі 1+1+1 тобто 3 обробки згідно рекомендацій виробника. Ефект вирівнювання почав спостерігатись при пробігу 520 км, на рис. 3.12 та 3.13 наведено замір компресії та компресію в циліндрах при пробігу 1800 км.

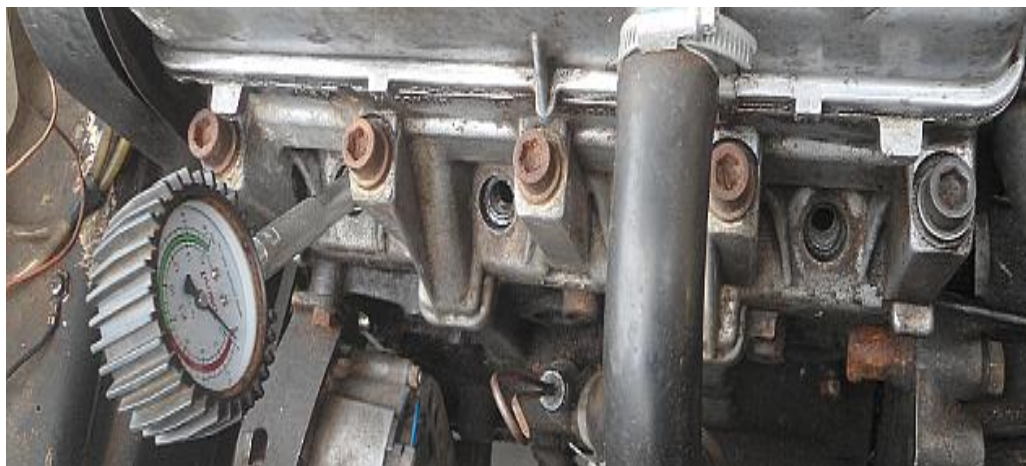


Рис. 3.12. Забір компресії компреси метром

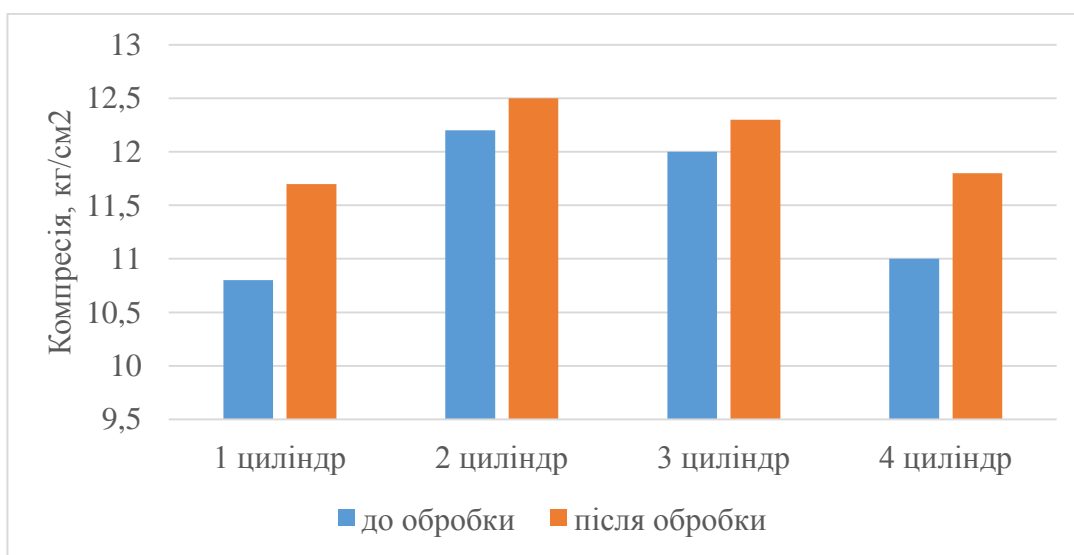


Рис. 3.13. Діаграма компресії в циліндрах двигуна автомобіля ВАЗ 21099 до обробки присадкою та після

Аналізуючи діаграму можна сказати, що присадка дещо підвищила компресію в циліндрах двигуна, а головне вирівняла її.

3.4. Висновки

Виходячи із представленої інформації, можна зробити наступні висновки:

- проблема підвищення зносної довговічності робочих поверхонь тертя автотракторних двигунів є актуальною;

- дослідження процесів впливу антифрикційних препаратів на вузли тертя двигунів вивчено недостатньо;

- дослідженнями встановлено, що при використанні присадок знижується коефіцієнт тертя на 4...12%, відбувається ефект відновлення, знижується витрата палива на 7...11%.

При використанні присадок збільшується несуча здатність підшипників колінчастого валу в 1,3 – 1,4 рази.

РОЗДІЛ 4

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Загальні відомості про охорону праці в ПП "Спешл Партс Дніпро"

Покращення умов праці робітників являється однією з основних задач керівництва підприємства. Для вирішення цієї задачі необхідно створювати більш сприятливі умови для високоефективної праці, покращувати санітарно – гігієнічні умови та техніку безпеки, підвищувати культуру виробництва. Скорочувати використання ручної та важкої фізичної праці.

Стратегічним напрямком розвитку охорони праці являється створення безпечної техніки та безпечних технологій, які забезпечать на всіх підприємствах умови які виключають виробничий травматизм, професійні захворювання та важку фізичну працю.

Згідно Закону України "Про охорону праці" "Охорона праці - це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження життя, здоров'я і працездатності людини у процесі трудової діяльності" [32]. Відповідно до рекомендацій НПАОП 0.00-6.03-93 щодо застосування "Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві" [33], директором ПП "Спешл Партс Дніпро" затверджено такі положення та інструкції, що діють на підприємстві:

- Положення про систему управління охороною праці на ПП "Спешл Партс Дніпро". В цьому положенні визначено перелік і склад спеціальних функцій (завдань) управління охороною праці в їх безпосередньому зв'язку з функціональними підсистемами управління ПП "Спешл Партс Дніпро". Система управління охороною праці підприємства розроблена з урахуванням специфіки виробництва (продаж запчастин, ремонт агрегатів,

сервісне обслуговування машин і механізмів, надання консультативних послуг). В основу СУОП покладено економіко-цільову спрямованість функціонування і комплексний підхід до вирішення проблем охорони праці.

- Положення про службу охорони праці ПП "Спешл Партс Дніпро".

- Положення про комісію з питань охорони праці ПП "Спешл Партс Дніпро" встановлює, що на підприємстві функціонує постійно діюча комісія з питань охорони праці ПП "Спешл Партс Дніпро" у кількості трьох осіб.

- Положення про організацію і проведення первинного та повторного інструктажів, а також пожежно-технічного мінімуму на ПП "Спешл Партс Дніпро".

- Інструкції з охорони праці для працюючих за професіями і видами робіт.

- Цехові інструкції про заходи пожежної безпеки містять перелік заходів пожежної безпеки, яких слід неухильно дотримуватись працівникам на робочому місці.

- Наказ про порядок забезпечення працівників ПП "Спешл Партс Дніпро" спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту. Цей наказ виданий згідно з вимогами ст. 8 Закону України "Про охорону праці" та ст. 163 КЗпПУ [34] на роботах, пов'язаних із забрудненням або несприятливими температурними умовами, робітникам і службовцям видаються безплатно відповідно до норм спеціальний одяг, спеціальне взуття та інші засоби індивідуального захисту (ЗІЗ).

На підприємстві, згідно наказу директора та НПАОП 0.00 – 7.11 – 12, створено наступний режим роботи:

- П'ятиденний робочий тиждень;
- Восьмигодинний робочий день;
- Обідня перерва з 13.00 по 14.00;
- Вихідний день – субота, неділя.

Режим роботи затверджено загальними зборами трудового колективу.

4.2. Аналіз шкідливих та небезпечних виробничих факторів на ділянці ТО та діагностування машин і агрегатів

Як зазначалось в пункті 4.1. приватне підприємство має декілька напрямків роботи і один із них це сервісне обслуговування машин. Тому розглянемо роботу ділянці ТО та діагностування на якій проводяться роботи пов'язані з моєю дипломною роботою, а саме обробка агрегатів і механізмів присадками та добавками до масел з метою подовження терміну їх роботи.

Основні шкідливі та небезпечні фактори на ділянці це:

- нафтопродукти,
- вихлопні гази,
- пожежонебезпека.

Нафтопродукти. Токсичність нафтопродуктів і газів, що виділяються з них, визначається, головним чином, сполученням вуглеводнів, що входять у їхній склад. Особливості впливу пару нафтопродуктів пов'язані з їхнім складом. Найбільш шкідливою для організму людини є комбінація вуглеводню й сірководню. У цьому випадку токсичність проявляється швидше, ніж при їхній ізольованій дії.

Шкідливий вплив рідкі нафтопродукти роблять на шкіру. При систематичному контакті шкіри з мастилами та присадками вони викликають некроз тканин, можливі фолікулярні ураження («масляні» або «гасові» вугри), гнійничкові захворювання шкіри й підшкірної клітковини, а також екземи й пігментних дерматитів, при влучанні в очі - помутніння роговиці, при потрапленні в око пиловидних присадок (їх більшість) можливе механічно – хімічне пошкодження роговиці ока.

Вплив нафтопродуктів на органи дихання. Масла як з присадками так і без них у звичайних умовах практично не випаровуються, тому їхня шкідлива дія на організм людини проявляється при влучанні на відкриті ділянки тіла або при роботі в одязі, просоченому ними, а також при вдиханні масляного

туману або їхніх парів. Інгаляційні отруєння мастилами рідкі, однак небезпека збільшується, якщо в складі масел багато легких вуглеводнів або при утворенні масляного туману. Пари ароматичних вуглеводнів у високих концентраціях мають наркотичну дію. Ситуації, які сприяють інгаляційному влучанню отрут в організм, утворюються, наприклад, при чищенні ємностей з-під нафтових масел або при знаходженні в закритих приміщеннях з високою температурою при наявності в повітрі масляного туману.

Пари нафтопродуктів в великих концентраціях можуть викликати параліч дихальних центрів центральної нервової системи й практично миттєву смерть, у менших концентраціях вони роблять виражену наркотичну дію. Симптоми отруєння неспецифічні: загальна слабкість, сильні головні болі, запаморочення, трахеобронхит. Описано блискавичні форми отруєння з летальним результатом. У цих випадках вага отруєння пов'язана з дією сірководню, що утвориться при наявності в оливах сірчистих з'єднань. Дані про онкологічну захворюваність, зв'язаної безпосередньо із впливом нафтопродуктів, досить суперечливі. Доведено, що при впливі на організм нафти й нафтопродуктів чоловіка належать до групи ризику захворювань раком легень, гортані, губи, а жінки - раком легені, товстої кишки, молочної залози й полових органів.

Вплив вихлопних газів на організм людини. Вихлопні гази автомобіля чи трактора можуть завдати шкоди здоров'ю, і досить серйозної. Насамперед, оксид вуглецю або чадний газ, не має смаку й запаху, але при високій концентрації викликає запаморочення, головний біль, нудоту, може приводити до непритомностей. Сірчастий бензин і створюваний їм оксид сірки – одна із причин сильного запаху вихлопних газів. Справа в тому, що молекули диоксида сірки дуже відчутно впливають на нюхові рецептори, тому цей запах відчувається навіть при невисокій концентрації.

Шкоду від вихлопних газів трактора, автомобіля багато в чому пояснюють канцерогени – сажа й бензопирен, які сприяють розвитку пухлин, особливо - злоякісних.

Вплив вихлопних газів при тривалому контакті приводить до смерті, зокрема — від отруєння конкретно чадним газом. Найбільша небезпека цих викидів полягає в їхній кількості, поширеності й дрібному розмірі часток, що дозволяє вихлопам проходити через природні бар'єри організму й попадати в легені. При постійному впливі вихлопних газів на організм може розвиватись імунodefіцит, бронхіти, страждають судини головного мозку, нервова система й інші органи. Крім того, більша частина токсичних речовин, що входять до складу вихлопних газів, може взаємодіяти один з одним і з іншими компонентами атмосфери, що сприяє утворенню смогу.

Пожежна небезпека виникає в разі розливу нафтопродуктів та їх нагріванні (наприклад потрапляння нафтопродуктів на випускний колектор двигуна під час його роботи).

4.3. Заходи по забезпеченню захисту працівників від дії шкідливих та небезпечних факторів

Захист від дії нафтопродуктів слюсарів-діагностів та мастильників які працюють на дільниці відбувається наступним чином: по-перше дільниця повинна бути оснащена вентиляцією, як загальнообмінною так місцевою, щоб видаляти випарування нафтопродуктів. Заправка агрегатів маслом і злив масла повинні відбуватись за допомогою спеціальних пристроїв, що оснащені лійками-забірниками та ємностями. Працювати необхідно в гумових рукавицях згідно ДСТУ EN 420:2017.

На робочих м'ясах не допускається зберігання забрудненої ветоші, та відкритих ємностей з маслом та мастилами.

На дільниці ТО та діагностування під час проведення обробки агрегатів присадками приходиться запускати двигун і чекати щоб він певний час працював, як наслідок викиди вихлопних газів в приміщення дільниці. Для уникнення загазованості дільниці необхідно її оснастити спеціальними гофрованими шлангами які одягаються на вихлопну трубу і виводять гази за ме-

жі дільниці. Якщо повного видалення газів уникнути не вдається треба увімкнути вентиляцію на дільниці та періодично провітрювати її. Забороняється при обробці двигуна присадками знаходитись у оглядовій канаві бо чадний газ важкий і він осідає на підлогу. Співробітникам дільниці підвернені постійному впливі вихлопів варто різноманітитувати своє меню антиоксидантами, які втримуються в ягодах, фруктах, зелених овочах і зеленому чаї, а також у насінні і пити більше води, тому що вона сприяє детоксикації.

Про дію присадок до оливок майже нічого не відомо, тому в багатьох спеціалізованих технічних журналах рекомендують не нехтувати мірами безпеки при роботі з присадками.

При виробництві, експлуатації та утилізації присадок на людину та навколишнє середовище діють шкідливі та небезпечні фактори, які наведені в організаційній карті по безпечній роботі з присадками таблиця 4.2.

Таблиця 4.2. Організаційна карта безпечної роботи з присадками

Час дії	Шкідливий, небезпечний фактор	Засоби захисту
Виробництво	Ураження дихальних шляхів складовими присадки. Хімічні опіки як шкіри так і дихальних шляхів. Потрапляння пилу в організм та очі. шкідлива дія на роговицю ока при потраплянні.	<ol style="list-style-type: none"> 1. При подрібненні компонентів обов'язково користуватись засобами захисту дихальних шляхів респіраторами – Р-2 «Пелюсток» згідно [36, 37]. 2. Приміщенні повинно бути обладнане загальнообмінною та місцевою вентиляцією. 3. Змішування компонентів присадки проводити в спеціальній машині ІКА DBI серія 2000. 4. При потраплянні на шкіру швидко промити протоковою водою та спеціальним розчином Liqui Moly CeraTec. 5. При потраплянні в очі промити водою і звернутись до лікаря (офтальмолога).
Експлуатація	При частій дії на шкіру	<ol style="list-style-type: none"> 1. При доливанні присадки в оливу корис-

	<p>можливий розвиток екземи. Подразнення шкіри та викликання алергічної реакції. Потрапляння в дихальні шляхи (з парами оливи) і як наслідок отруєння. потрапляння в очі – механічне пошкодження роговиці та опіки.</p>	<p>туватись технічними гумовими рукавицями тип 2 ДСТУ EN 420:2017 [38].</p> <p>2. При підігріві присадки робоче місце повинно бути обладнане місцевим відсосом (котушкою SERF-150-7.5/SP).</p> <p>3. Категорично забороняється підігрівати флакони з присадкою на нагрівальних приладах.</p> <p>4. Використані флакони і пакети з під присадок зберігати в спеціально відведеному місці та утилізувати згідно рекомендацій виробника.</p>
Утилізація	<p>Потрапляння на шкіру з використаних флаконів, та упаковок. Дія на шкіру, дихальні шляхи та очі разом з оливою.</p>	<p>1. Категорично забороняється зпалювати коробки та флакони з під присадки.</p> <p>2. Утилізацію проводити з суворим дотриманням правил та рекомендацій виробника.</p> <p>3. При зборі та утилізації упаковок працювати в технічних гумових рукавицях тип 2 ДСТУ EN 420:2017 [38].</p>

Для забезпечення безпечної роботи дипломною роботою пропонується дотримуватись правил роботи з присадками згідно заходів розроблених у пунктах 4.2., та 4.3.

4.4. Правила безпечного виконання робіт при мащенні автомобіля на дільниці ТО та діагностування

Мастильник автомобіля (далі мастильник) інструктується перед початком роботи (первинний інструктаж), а потім через кожні 3 місяці (повторний інструктаж).

До виконання обов'язків мастильника допускаються особи не молодше 18 років, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли медичний огляд, всту-

пний інструктаж з охорони праці, інструктаж з пожежної безпеки та інструктаж на робочому місці.

Мастильник повинен:

- виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку;
- користуватися спецодягом та засобами індивідуального захисту;
- виконувати тільки ту роботу, яка доручена керівником робіт та по якій він проінструктований;
- не допускати на робоче місце сторонніх осіб;
- пам'ятати про особисту відповідальність за виконання правил охорони праці і відповідальність за товаришів по роботі;
- вміти користуватися первинними засобами пожежогасіння;
- вміти надавати першу медичну допомогу потерпілим.
- не захарашувати робоче місце, проходи, підходи та інше.

Забороняється користуватися інструментом, обладнанням та устаткуванням, поводженню з якими мастильник не навчений та не проінструктований.

Мастильник повинен працювати в спеціальному одязі, а у разі потреби використовувати інші засоби індивідуального захисту.

Палити дозволяється тільки в спеціально відведених місцях.

Мастильник під час роботи повинен бути уважним, не відволікатися на сторонні справи і розмови.

Мастильник повинен дотримуватися правил особистої гігієни. По закінченні роботи, перед прийомом їжі або палінням необхідно мити руки з милом.

Вимоги безпеки перед початком роботи

Перед початком роботи мастильник повинен:

- Підготувати та надягти необхідні для роботи засоби індивідуального захисту. Застебнути манжети рукавів спеціального одягу.
- Оглянути та підготувати робоче місце, забрати всі зайві предмети, не захарашуючи при цьому проходи.

- Перевірити стан підлоги на робочому місці. Якщо підлога слизька або волога, вимагати, щоб її витерли або посипали тирсою, або зробити це самому.

- Перевірити наявність та справність інструмента, пристосувань та обладнання, а також засобів пожежогасіння.

Вимоги безпеки під час виконання роботи

Під час роботи мастильник повинен:

Виконувати мастильно-заправні роботи тільки на спеціальних місцях, призначених для цієї мети.

Під час зняття та установки деталей системи змащення правильно накладати ключ на гайку, не підтягувати гайку ривком.

У разі роботи під піднятим кузовом самоскида попередньо установити під нього додаткове інвентарне пристосування (упор, штангу, фіксатор).

Під час перевірки рівня мастила або рідини в агрегатах користуватися тільки переносним світильником напругою не вище 42 В, обладнаним захисною сіткою. Користуватися для цієї мети відкритим вогнем забороняється.

При зміні або долівці мастила або рідини в агрегати зливальні та заливні пробки відвертати тільки призначеними для цього ключами.

Відпрацьовані мастило, рідину зливати в спеціальну тару.

Несправні прес-масельнички замінити новими, але тієї ж конфігурації.

Важкодоступні місця автомобіля змащувати за допомогою наконечників із гнучкими шлангами або наконечників із шарнірами.

Для роботи попереду та позаду автомобіля і для переходу через оглядову канаву користуватися перехідними містками, а для спуска в оглядову канаву та підйому з неї - спеціально встановленими там сходами.

Всі агрегати з електроприводом, що застосовуються при змащуванні, підключати до мережі за допомогою вилки, що має подовжений заземлюючий контакт.

Використаний обтиральний матеріал забирати в спеціально встановлені для цієї мети металеві шухляди з кришками. Пролиті на підлогу мастило або бензин негайно видаляти за допомогою тирси, дрантя тощо.

Стежити за тим, щоб шланги мастильно-заправного устаткування не перепліталися і не заважали ходити.

Забороняється:

- працювати без фіксуєчих інвентарних пристосувань під піднятим кузовом самоскида;
- застосовувати прес-масельнички несправні або іншої конфігурації;
- повертати карданний вал за допомогою лому або монтажної лопатки;
- здійснювати пуск двигуна самому, якщо на це немає письмового дозволу.

Вимоги безпеки після закінчення роботи

По закінченні роботи мастильник зобов'язаний:

Відключити електрообладнання.

- Упорядкувати робоче місце. Інструмент, пристосування та устаткування очистити від змащення та бруду і скласти у відведене для них місце.
 - Зняти засоби індивідуального захисту і скласти їх у призначене для них місце. Вчасно здавати спеціальний одяг та інші засоби індивідуального захисту в хімчистку (прання) і ремонт.

4.5. Дії у разі настання надзвичайної ситуації

Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

Аварійна ситуація може виникнути у випадку: поразки електричним струмом, вибуху, пожежі, опіків, пролиття нафтопродуктів та інше.

При виникненні аварійної ситуації слід негайно припинити роботу, відключити споживачі електроенергії, стиснутого повітря від мережі живлен-

ня, огородити небезпечну зону, не допускати в неї сторонніх осіб, повідомити про те, що сталося, керівника робіт.

Якщо є потерпілі, надати їм першу медичну допомогу; при необхідності викликати "швидку медичну допомогу".

При виникненні пожежі:

- Не можна ні в якому разі піддаватися паніці.
- Дуже небезпечно для життя входити в зону задимлення, навіть якщо там не видно вогнищ загоряння вогню.
- З вогнища пожежі виходити потрібно в ту ж сторону, звідки дме вітер.
- Якщо на потерпілому горить одяг, потрібно повалити його на підлогу, накинути на нього яку-небудь бажано мокрий одяг або тканину, щоб збити вогонь, щільно притиснувши тканину до тіла, після чого викликати швидку допомогу за номером телефону «103».
- Якщо загорівся одяг на вас, потрібно впасти на землю і кататися по землі, щоб збити полум'я. Бігти з палаючим на собі одягом немає сенсу - вогонь розгориться ще більше.
- Для гасіння пожежі можна використовувати самі різні засоби: пожежні гідранти, вогнегасники, пісок, воду, землю, вологі ковдри.
- При загорянні проводки чи електрообладнання спочатку необхідно вимкнути рубильник, вимикач, електричні пробки і тільки після цього починати гасити вогонь.

4.6. Висновок

Було встановлено структуру служби охорони праці підприємства та досліджено її стан, який знаходиться на задовільному рівні.

Досліджено та виявлено можливі шкідливі та небезпечні фактори на дільниці при обробці машин, агрегатів присадками. Досліджено вплив різних

чинників на людину та навколишнє середовище. Розроблено заходи з запобігання дії шкідливих та небезпечних факторів.

РОЗДІЛ 5

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

Проведемо техніко-економічний розрахунок показників роботи майстерні після реконструкції (організація технології відновлення агрегатів присадками) підприємства організованої на площі 512 м², за рахунок добудови частини майстерні. Трудомісткість проведення робіт у відділенні складає 12873 люд.-год., що відповідає 43 умовним ремонтам.

Для реконструкції майстерні підприємства необхідне сучасне ремонтно-технологічне обладнання, а також планується розширення номенклатури виконуваних робіт на, що необхідні додаткові площі. Додаткові площі отримуюмо за рахунок використання складу запасних частин та проведення його реконструкції. Вартість всіх цих заходів становить 273100,00 грн.

Вихідними даними для розрахунку економічної ефективності є показники, наведені в таблиці 5.1.

Для проведення економічної оцінки проекту необхідно визначити наступні показники [39]:

- Вартість проведених ремонтів становить:

$$B_{np} = Q \cdot C_{1ум.рем.}, \quad (5.1)$$

$$B_{np}^{\delta} = 39 \cdot 14360,00 = 560040,00 \text{ грн.}$$

$$B_{np}^{np} = 42,9 \cdot 16400,00 = 703560,00 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1 – Вихідні данні для розрахунку техніко-економічних показників проекту

Показники	Позначення показників	Значення показників	
		Базовий	Проектний
Обсяг ремонтних робіт, ум. рем.	Q	39	42,9
Вартість 1 ум. рем, грн.	Ц _{ум рем}	14360,00	16400,00
Кількість основних робітників, осіб	К _{пр}	5	6
Середньомісячна заробітна плата робітника з нарахуванням, грн.	З _{пр}	3520,00	4800,00
Вартість діючого обладнання (балансова), грн.	Б _д	123000,0 0	
Вартість придбаного обладнання, грн.	Б _{пр}	–	167500,00
Вартість будівлі за балансом, грн.	Б _{буд}	58750,00	–
Витрати на реконструкцію ремонтної майстерні та організацію ділянки, грн.	Б _{рек}	–	105600,00
Річні витрати електроенергії, кВт/рік.	Q _{ел}	28650	36200
Ціна 1 кВт/год. електроенергії, грн.	Ц _{ел}	1,99	1,99

– Експлуатаційні витрати всього становлять:

$$EB = ЗП + A + B_{ел} + B_{рем} + IB, \quad (5.2)$$

де $ЗП$ – заробітна плата з нарахуванням, грн.;

A – амортизаційні відрахування, грн.;

$B_{ел}$ – вартість електроенергії, грн.;

$B_{рем}$ – витрати на поточний ремонт (ПР) та технічне обслуговування (ТО), грн.

Заробітна плата з нарахуванням визначається:

$$ЗП = 1,22 \cdot ЗП_{cp} \cdot K_{np} \cdot 12, \quad (5.3)$$

де 1,22 – коефіцієнт, який враховує нарахування на заробітну платню;

$ЗП_{cp}$ – середньомісячна заробітна плата робітника, грн.;

K_{np} – кількість основних робітників, осіб;

12 – кількість місяців.

$$ЗП^б = 1,22 \cdot 3520,00 \cdot 5 \cdot 12 = 257664,00 \text{ грн.}$$

$$ЗП^{np} = 1,22 \cdot 4800,00 \cdot 6 \cdot 12 = 395280,00 \text{ грн.}$$

Загальні витрати на амортизацію будівлі та обладнання визначаються:

$$A = A_{обл} + A_о, \quad (5.4)$$

де $A_{обл}$ – витрати на амортизацію обладнання, грн.;

$A_о$ – витрати на амортизацію будівлі, грн.

Витрати на амортизацію обладнання визначаються:

$$A_{обл}^б = \frac{B_{обл} \cdot \lambda_{обл}}{100} = \frac{123000,00 \cdot 21,93}{100} = 26973,90 \text{ грн.} \quad (5.5)$$

$$A_{одл}^{np} = \frac{B_{обл} + B_{np} \cdot \lambda_{обл}}{100} = \frac{(123000,00 + 167500,00) \cdot 21,93}{100} = 63706,65 \text{ грн.} \quad (5.6)$$

де $B_{обл}$ – балансова вартість обладнання, грн.

$B_{пр}$ – вартість придбаного обладнання, грн.

$\lambda_{обл}$ – норма амортизації обладнання, $\lambda_{обл} = 21,93\%$.

Витрати на амортизацію будівлі визначаються:

$$A_{б\ddot{y}d}^{\ddot{b}} = \frac{B_{б\ddot{y}d} \cdot \lambda_{б\ddot{y}d}}{100} = \frac{58750,00 \cdot 7,76}{100} = 4559,00 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

$$A_{б\ddot{y}d}^{np} = \frac{B_{б\ddot{y}d} + B_{орг} \cdot \lambda_{б\ddot{y}d}}{100} = \frac{(58750,00 + 105600,00) \cdot 7,76}{100} = 12753,56 \text{ грн.} \quad (5.8)$$

де $B_{б\ddot{y}d}$ – балансова вартість будівлі, грн.;

$B_{орг}$ – витрати на реконструкцію ремонтної майстерні та організацію ділянки, грн.

$\lambda_{б\ddot{y}d}$ – норма амортизації будівель, $\lambda_{б\ddot{y}d} = 7,76\%$.

Тоді загальні витрати на амортизацію становлять:

$$A^{\ddot{b}} = 26973,90 + 4559,00 = 31532,90 \text{ грн.}$$

$$A^{np} = 63706,65 + 12753,56 = 76460,21 \text{ грн.}$$

Витрати на електроенергію визначаються:

$$B_{ел} = Q_{ел} \cdot C_{ел}, \quad (5.9)$$

$$B_{ел}^{\ddot{b}} = 28650 \cdot 1,98 = 56727,00 \text{ грн.}$$

$$B_{ел}^{np} = 36200 \cdot 1,98 = 71676,00 \text{ грн.}$$

Витрати на поточний ремонт та технічне обслуговування визначаються:

$$B_{рем} = \frac{A \cdot 30}{100}, \quad (5.10)$$

$$B_{рем}^{\delta} = \frac{31532,90 \cdot 30}{100} = 9459,87 \text{ грн.}$$

$$B_{рем}^{np} = \frac{76460,21 \cdot 30}{100} = 22938,06 \text{ грн.}$$

Інші витрати складають 3% від загальної суми експлуатаційних витрат:

$$IB = \frac{3П + A + B_{ел} + B_{рем} \cdot 3}{100}, \quad (5.11)$$

$$IB^{\delta} = \frac{257664,00 + 31532,90 + 56727,00 + 9459,87 \cdot 3}{100} = 10661,51 \text{ грн.}$$

$$IB^{np} = \frac{395280,00 + 76460,21 + 71676,00 + 22938,06 \cdot 3}{100} = 16990,63 \text{ грн.}$$

Тоді експлуатаційні витрати всього становлять:

$$EB^{\delta} = 257664,00 + 31532,90 + 48132,00 + 9459,87 + 10661,51 = 366045,28 \text{ грн.}$$

$$EB^{np} = 395280,00 + 76460,21 + 71676,00 + 22938,06 + 16990,63 = 583344,90 \text{ грн.}$$

– Повна собівартість проведених ремонтів становить:

$$ПС^{\sigma} = (EB + B_K) \cdot 1,02, \quad (5.12)$$

$$ПС^n = EB \cdot 1,02, \quad (5.13)$$

де B_K – витрати на роботи виконані за кооперацією, за даними господарства, грн.

$$ПС^{\sigma} = EB^{\sigma} + B_K \cdot 1,02 = 366045,28 + 160200,00 \cdot 1,02 = 536770,18 \text{ грн.}$$

$$ПС^{np} = EB^{np} \cdot 1,02 = 583344,90 \cdot 1,02 = 595011,80 \text{ грн.}$$

– Загальний прибуток становить:

$$\Pi = B_{np} - ПС, \quad (5.14)$$

$$\Pi^{\sigma} = 560040,00 - 536770,18 = 23269,82 \text{ грн.}$$

$$\Pi^{np} = 703560,00 - 595011,80 = 108548,20 \text{ грн.}$$

– Приріст прибутку становить:

$$\square \Pi = \Pi^{np} - \Pi^{\sigma} = 108548,20 - 23269,82 = 85278,38 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

– Рівень рентабельності становить:

$$P = \frac{\Pi \cdot 100}{ПС}, \quad (5.16)$$

$$P^{\delta} = \frac{23269,82 \cdot 100}{536770,18} = 4,3\%$$

$$P^{np} = \frac{108548,20 \cdot 100}{595011,80} = 18,2\%$$

– Обсяг додаткових капітальних вкладень становить:

$$B = B_{np} + B_{орг} = 167500,00 + 105600,00 = 273100,00 \text{ грн.} \quad (5.17)$$

– Термін окупності додаткових капітальних вкладень становить:

$$T_o = \frac{B}{\square\Pi} = \frac{273100,00}{85278,38} = 3,2 \text{ років} \quad (5.18)$$

Таблиця 5.2 – Економічна ефективність проекту

Показники	Базовий	Проектний
Вид робіт	Ремонт	
Обсяг робіт, ум. рем.	39	43
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	14360,00	16400,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	560040,00	703560,00
Кількість основних робітників, осіб.	5	6
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	–	273100,00
Експлуатаційні витрати всього, грн..	366045,28	583344,90
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	257664,00	395280,00
- амортизаційні відрахування, грн.	31532,90	76460,21
- вартість електроенергії, грн.	56727,00	71676,00
- витрати на ПР та ТО, грн.	9459,87	22938,06
- інші витрати, грн..	10661,51	16990,63

Повна собівартість продукції, грн	536770,18	595011,80
Загальний прибуток, грн.	23269,82	108548,20
Рівень рентабельності, %	4,3	18,2
Приріст прибутку, грн.	–	85278,38
Термін окупності додаткових вкладень, років	–	3,2

Висновок. Результати техніко - економічної оцінки проектних рішень показують, що заходи реконструкції ремонтної майстерні товариства дозволяють отримати річний прибуток господарства 85278,38 грн., при цьому термін окупності капітальних витрат складає 3,2 років.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Вивчення літературних даних показало, що підвищити працездатність робочих поверхонь сполучення „вкладиш — шийка колінчастого вала” можна шляхом застосування антифрикційних присадок у моторну оливу.

2. Розрахунково-аналітичним аналізом встановлено, що при певному сполученні навантаження й частоти обертання колінчастого вала у підшипниках ковзання шатуна виникає «критичний» режим, при якому відносний ексцентриситет $\lambda = 1$ і можливе заїдання робочих поверхонь. Ймовірність «критичного» режиму становить 4 - 6% від наробітку двигуна.

3. Введення в моторну оливу антифрикційних-відновлюючих присадок ХАДО збільшують несучу здатність підшипників колінчастого вала в 1,3 — 1,4 рази, що істотно зменшує зношування вала й вкладиша в періоди торкання робочих поверхонь.

4. Лабораторні дослідження пари третя «вал - сплав АСМ» показали, що при додаванні в оливу антифрикційних добавок навантаження схоплювання поверхонь збільшується для: РВС - на 42%, ХАДО – на 71%, Феном-64, %.

5. Стендовими випробуваннями двигуна встановлено, що при додаванні в моторну оливу присадки РВС зменшуються механічні втрати в 1,4 рази і відбувається часткове відновлення зношеної частини з'єднання.

Ґрунтуючись на даних, отриманих у процесі проведення лабораторних експериментів і стендових випробуванні, можна зробити висновки, що застосування антифрикційних добавок у оливу автотракторних ДВЗ є діючим методом безрозбврного підвищення довговічності пар третя ДВЗ.

6. Дослідженнями встановлено, що при використанні присадок знижується коефіцієнт тертя на 4...12%, відбувається ефект відновлення, знижується витрата палива на 7...11%.

При використанні присадок збільшується несуча здатність підшипників колінчастого валу в 1,3 – 1,4 рази.

7. Впровадження заходів з охорони праці дозволять уникнути травмувань робітників. Створення гідного мікроклімату в приміщенні майстерні підвищить продуктивність працівників та якість ремонту.

8. Результати техніко - економічної оцінки проектних рішень показують, що заходи реконструкції ремонтної майстерні товариства дозволяють отримати річний прибуток підприємства 85278,38 грн., при цьому термін окупності капітальних витрат складає 3,2 років.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Войтюк В.Д. Технічний сервіс – як засіб розв’язання проблем надійності сільськогосподарської техніки / Войтюк В.Д., Демко, А.А., Демко, О.А. // Техніка АПК. № 6 -7. 2004.- С.37-38.
2. Проблема зберігання сільськогосподарської техніки [Електронний ресурс] / Я.Михайлович, О. Романюк, А. Рубець, А. Засунько // Пропозиція – Режим доступу до ресурсу: <http://propozitsiya.com/ua/problema-zberigannya-silskogospodarskoji-tehniki>.
3. Ремонт машин та обладнання: підручник для вищих навчальних закладів / [Дирда В.І., Мельянцов П.Т., Калганков, Є.В. та ін.]. – Дніпропетровськ: Журфонд, 2015. – 292 с.
4. Дорошенко О. В. Обґрунтування методів та параметрів діагностування паливних систем мобільних сільськогосподарських машин / О. В. Дорошенко, Є. В. Калганков. // Zbiór artykułów naukowych z Konferencji Międzynarodowej Naukowo-Praktycznej "Nowy sposób rozwoju Inżynieria i Technologia" Sp. z o.o. «Diamond trading tour» Warszawa. – 2017. – С. 44–50.
5. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / Козаченко О.В. - Харків. :Торнадо,2000.-192с.
6. Войтюк В.Д., Демко А.А., Надточій О.В. та ін. Структура і загальні положення концепції технічного сервісу енергонасиченої с.-г. техніки. Вісник. Харків ДТУСГ. Підвищення надійності відновлених деталей машин - Вип. 15 Харків, 2009. -214-222.
7. Войтюк, Д.Г. Моніторинг комбайнового ринку України (Частина І)/ Войтюк, Д.Г., Надточій, О.В. , Войтюк, В.Д., Демко, А.А., Демко, О.А. // Науковий вісник НУБіП України, 144 (4).
8. Системно-спрямований підхід до розробки технологій безрозбірного відновлення спряжень деталей / В. В. Аулін, С. В. Лисенко, В. В. Гриньків [та ін.] // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції "Крамаровські читання", 21-22 лют. 2019 р., м. Київ, Україна / М-во освіти і

науки України, Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України. - К. : НУБіП, 2019. - С. 94-96.

9. Вплив фулерено вмісних олив на фізико-механічні властивості поверхні тертя спряжень деталей / В. В. Аулін, О. Д. Деркач, С. В. Лисенко, А. В. Гриньків // Проблеми трибології. - Хмельницький : ХНУ, 2018. - № 4. - С. 60-64.

10. Статистичний бюлетень: наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2019 р. / відп. за вип. О.М. Прокопенко. –К. : Держкомстат України, 2019. –190 с.

11. Погорілий В. Стан технічного забезпечення аграрного сектора України та основні напрями технічної політики на сучасному етапі / Погорілий В., Грицишин М., Гринько П. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Зб. наук. праць. Випуск 8 (22), кн.1. – Дослідницьке: УкрНДПВТ, 2005. – С. 22-28.

12. Некрасов С. С. Пути повышения качества ремонта двигателей / С. С. Некрасов. // Технологии и средства технического сервиса машин М. МГАУ. – 2000. – С. 3–9.

13. Козаченко О.В. Технічна експлуатація сільськогосподарської техніки / Козаченко О.В. - Харків. :Торнадо,2000.-192с.

14. Балабанов В.И. Трение, износ, смазка и самоорганизация в машинах / Балабанов В.И., Беклемышев В.И. : Изумруд, 2004. - 192 с.

15. Бауман В.Н. Использование зарубежных функциональных присадок (пакетов присадок) в моторные масла российского производства / Бауман В.Н., Боренко Л.В., Золотов В.А. Двигателестроение. - 2002. - №3.-С.43-44.

16. Пашковский И.Е. Прогностическая модель повышения срока службы подшипниковых опор при применении металлоплакирующих смазочных материалов / И.Е. Пашковский, ЛУГЭСХ. - 2004. - № 6. - С.28-30.

17. Каша с маслом. Начинаем раскладывать по тарелочкам [Электронный ресурс] – Режим доступа до ресурсу: <https://www.drive2.ru/l/455179398153240878/>.

18. Дроздов Ю.И. Трение и износ в экстремальных условиях: [Справочник] / Ю.Н. Дроздов, В.Г. Павлов. М.: Машиностроение, 1986.-224 с.

19. Балтенас Р. Моторные масла / Р. Балтенас, А.С. Сафонов, Москва-СПб.: Альфа-Лаб, 2000. -272 с.

20. Хебды М. Справочник по триботехнике: В 3 т. Т.2: Смазочные материалы, техника смазка, опоры скольжения и качения / Под общ. ред. М. Хебды, А.В. Чичинадзе. М.: Машиностроение, 1990. - 416 с,

21. Терехов В. Ю. Визначення технічного стану моторного масла та його вплив на трибоспряження двигуна / В. Ю. Терехов, Є. В. Калганков, В. І. Дирда. // Zbiór raportów naukowych. „ Inżynieria i technologia. 2014. osiągnięć, projekty hipotezę. „, Warszawa: Wydawca: Sp. z o.o. «Diamond trading tour». – 2014. – С. 102–105.

22. Вырубов Д.Н. Двигатели внутреннего сгорания: Конструирование и расчет на прочность поршневых и комбинированных двигателей / Д.Н. Вырубов, С.И. Ефимов, М.: Машиностроение, 1984. — 384 с.

23. Салмин В.В. Улучшение температурно-динамических характеристик смазочной системы как способ повышения эффективных показателей ДВС / Салмин В.В. // Двигателестроение. - 2003. - № 4. - С.41-43

24. Шимчук С.П. Метод дослідження протизносних властивостей масельних матеріалів при радіальних коливаннях валу. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук / С.П. Шимчук .- Київ – 2008 16 с.

25. Закалов, О.В. Основи тертя і зношування в машинах [Навчальний посібник] / О.В. Закалов, І.О. Закалов. – Тернопіль: Видавництво ТНТУ ім. І.Пулюя, 2011. – 322 с.

26. Чичинадзе А.В. Основы трибологии (трение, износ, смазка) [Учебник для технических вузов] / А. В. Чичинадзе, Э. Д. Браун, . - 2- изд., переработ. и доп. - М.: Машиностроение, 2001.

27. Таненбаум М.М. Износостойкость конструкционных материалов и деталей машин / Таненбаум М.М. – М.: Машиностроение, 1966.

28. Козырев С.П. Гидроабразивный износ металлов при кавитации / Козырев С.П. – М.: Машиностроение, 1971. – 240 с.

29. Армашов Ю.В. Надійність сільськогосподарської техніки: навчальний посібник / Ю.В. Армашов, П.К. Охмат. – Дніпропетровськ.: РВВ ДДАУ, 2008. – 208 с.

30. Castrol Magnatec [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: https://www.castrol.com/ru_ua/ukraine/products/cars/engine-oils/castrol-magnatec-brand.html.

31. Мельянцов П.Т. Оцінка технічного стану робочої рідини агрегатів гідроприводу трансмісії кормо та зернозбиральних комбайнів умовах експлуатації / П.Т. Мельянцов, Є.В. Калганков, О.І. Кириленко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – Дніпропетровськ: ДДАУ, 2008. – № 2. – С. 86 - 90.

32. Закон України “Про охорону праці” / Законодавство України про охорону праці. - К. Нова редакція 2002 р.

33. НПА ОП 0.00 – 7.11 – 12 "Загальні вимоги стосовно забезпечення роботодавцями охорони праці працівників".

34. Беликов А.С. Основы охраны труда: [Учебник для студентов высших учебных заведений Украины III-IV уровня аккредитации] / Под ред., д.т.н., профессора А.С. Беликова. - Днепропетровск: «Журфонд», 2007. – 494 с.

35. ДСН 3.3.6.037-99 „Державні санітарні норми шуму, ультразвуку та інфразвуку”.

36. ДСН 3.3.6.042-99 „Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень”.

37. ДБН В.2.5-28-2018 "Природне і штучне освітлення".
38. ДСН 3.3.6.039-99 „Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації”.
39. НАПБ Б.03.002-2007 „Правилах пожежної безпеки в Україні”.
40. ДСТУ ISO 6309:2007 "Знаки безпеки". [Чинний від 30. 03. 2007]. Київ, 2008. 8 с.
41. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт.
42. Лебеденко О.В. Методичні рекомендації з економічного обґрунтування дипломних проектів і робіт для студентів факультету механізації сільського господарства, (кафедра надійності і ремонту машин) за напрямом підготовки "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва" / Лебеденко О.В. Дніпропетровськ: ДДАУ, 2011. – 16 с.
43. Сокол С.П. Методичні рекомендації до виконання і оформлення дипломних проектів ОКР "Бакалавр" за напрямом підготовки 6.100102 "Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва і дипломних робіт ОКР "Магістр" за спеціальністю 8.1001023 "Механізація сільського господарства" / С.П. Сокол, Б.Г. Харченко – Д.: ДДАУ, 2013. – 44 с.

ДОДАТКИ

**ДНІПРОВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра надійності і ремонту машин**

**УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
АГРЕГАТИВ МОБІЛЬНИХ МАШИН ШЛЯХОМ БЕЗРОЗБІРНОГО ЇХ
ВІДНОВЛЕННЯ**

Доповідачка: Грачова В.М.

Керівник: проф. д.т.н. Дирда В.І.

МЕТА ТА ЗАДАЧІ РОБОТИ

2

Мета роботи

Поліпшення експлуатаційних характеристик автотракторних двигунів застосуванням ремонтно-відновлюючих препаратів у процесі експлуатації

Задачі досліджень

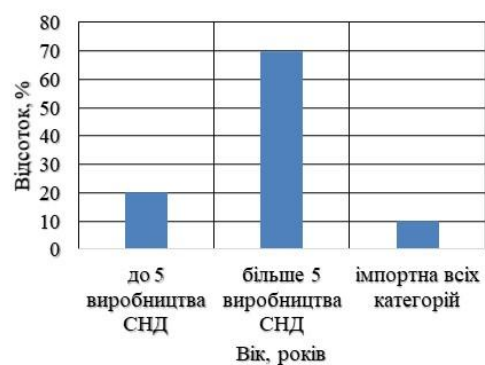
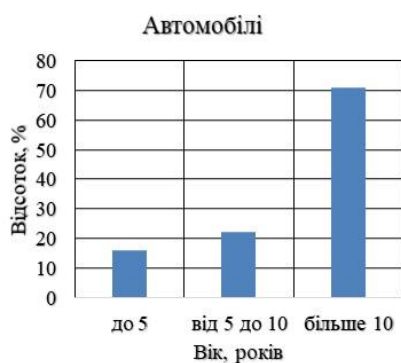
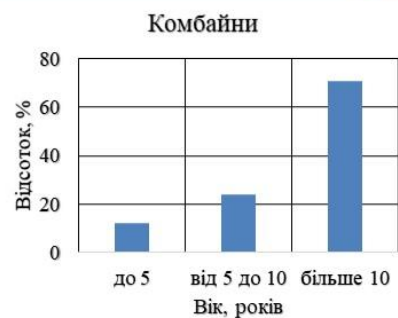
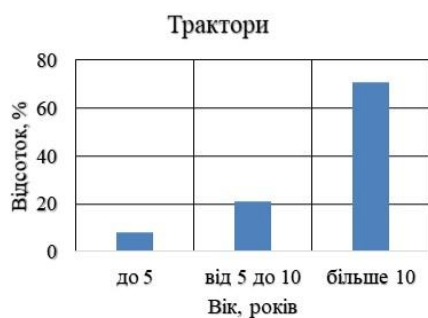
- * Вивчити трибологічні процеси, що відбуваються при роботі сполучення «шійка - вкладиш» колінчастого вала автотракторних двигунів;
- * Розглянути можливість застосування антифрикційних ремонтно-відновлюючих присадок у моторну оливу, як один з методів підвищення працездатності вкладишів колінчастого вала автотракторних двигунів.
- * Розробити заходи з охорони праці та захисту у надзвичайних ситуаціях.
- * Провести техніко-економічну оцінку роботи.

Об'єкт досліджень - експлуатаційні характеристики автотракторних двигунів сільськогосподарської техніки; їхньої зміни при застосуванні присадок і ремонтно-відновлюючих препаратів, обумовлені складом, властивостями й особливостями механізмів дії даних хімічних засобів.

Предмет досліджень - зміна кількісних і якісних показників, характеризуючи роботу автотракторних ДВЗ при застосуванні присадок і РВП, а також сукупність трибохімічних процесів, що відбуваються у ДВЗ, що приводять до зміни, їх експлуатаційних характеристик.

РОЗПОДІЛ ЗА ВІКОМ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН ТА АВТОМОБІЛІВ

4





ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ПРИСАДОК У МАСЛО НА РОБОТУ ПАРИ ТЕРТЯ

6

Радіальне зношування шийки колінчатого вала

$$W = \frac{d_H - d_1}{2}, \text{ мм}$$

де d_H – номінальний діаметр шийки колінчатого вала, мм;
 d_1 – діаметр шийки після напрацювання t , мм.

фактична швидкість зношування

$$\xi_{\Phi} = \frac{W}{t}, \text{ мм / тис.г.}$$

середня швидкість зношування

$$\xi_{CP} = \sum_{i=1}^N \xi_{\Phi_i} / N, \text{ мм / тис.г.}$$

де N – число вимірюваних деталей (шийок)

Нормативна (гранична) швидкість зношування

$$\xi_H = \frac{(\xi_{CP} - \xi_{min}) \cdot k_{80} + 2 \cdot m \cdot \xi_{min}}{2 \cdot m},$$

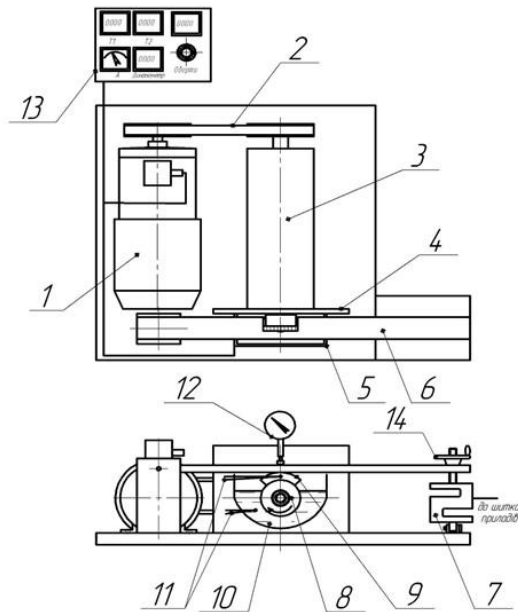
де ξ_{min} – мінімальна швидкість зношування в партії контрольованих деталей, мм/тис. г.;

k_{80} – коефіцієнт функції розподілу швидкостей зношування, ухвалюємо залежно від m $K_{80} = 15,8$.

$$\xi_H = \frac{(3,36 \cdot 10^{-3} - 2,3 \cdot 10^{-3}) \cdot 15,8 + 2 \cdot 6 \cdot 2,3 \cdot 10^{-3}}{2 \cdot 6} = 3,69 \cdot 10^{-3} \text{ мм/тис.г.}$$

Діаметр шийки колінчатого вала, що підлягає відновленню до номінального розміру

$$d_{розр} = d_p - 2 \cdot \xi_H \cdot t = 79,730 - 2 \cdot 3,36 \cdot 10^{-3} \cdot 20 = 79,596 \text{ мм.}$$



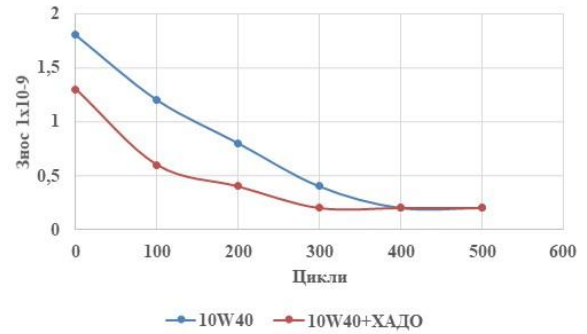
Установка для випробування присадок
 1 – електродвигун, 2 – пасова передача, 3 – підшипниковий блок, 4 – плита, 5 – чаша, 6 – навантажувальний важіль, 7 – динамометр, 8 – дисковий контр зразок, 9 – зразок, 10 – рідина, 11 – датчики температури, 12 – індикатор годинникового типу, 13 – вимірювальний блок, 14 – маховик.



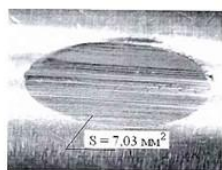
Машина тертя



Залежність моменту тертя від часу роботи з'єднання



Інтенсивність зношування зразків зі сталі 45

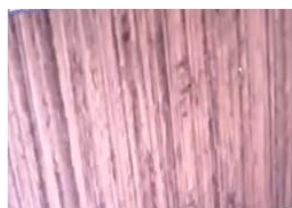


а



б

Відбитки на роликах машини тертя
а – знос зразка на базовому маслі, б –
знос зразка базове масло + присадка



а



б



в

Сліди зносу зразка
а – без добавки РВП, б – початок
нанесення РВП, в – зароблювання тріщин
РВП.

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

10

Організаційна карта безпечної роботи з присадками

Час дії	Шкідливий, небезпечний фактор	Засоби захисту
Виробництво	Ураження дихальних шляхів складовими присадки. Хімічні опіки як шкіри так і дихальних шляхів. Потрапляння пилу в організм та очі. шкідлива дія на роговицю ока при потрапленні.	<ol style="list-style-type: none"> 1. При подрібненні компонентів обов'язково користуватись засобами захисту дихальних шляхів респіраторами – Р-2 «Пелюсток». 2. Приміщенні повинно бути обладнане загальнообмінною та місцевою вентиляцією. 3. Змішування компонентів присадки проводити в спеціальній машині ІКА DBI серія 2000. 4. При потрапленні на шкіру швидко промити протоковою водою та спеціальним розчином Liqwi Moly CeraTec. 5. При потрапленні в очі промити водою і звернутись до лікаря (офтальмолога).
Експлуатація	При частій дії на шкіру можливий розвиток екземи. Подразнення шкіри та викликання алергічної реакції. Потрапляння в дихальні шляхи (з парами оливи) і як наслідок отруєння. потрапляння в очі – механічне пошкодження роговиці та опіки.	<ol style="list-style-type: none"> 1. При доливанні присадки в оливу користуватись технічними гумовими рукавицями тип 2 ГОСТ 20010-74/К50, Ш50/. 2. При підігріві присадки робоче місце повинно бути обладнане місцевим відсосом (котушкою SERF-150-7.5/SP). 3. Категорично забороняється підігрівати флакони з присадкою на нагрівальних приладах. 4. Використані флакони і пакети з під присадок зберігати в спеціально відведеному місці та утилізувати згідно рекомендацій виробника.
Утилізація	Потрапляння на шкіру з використаних флаконів, та упаковок. Дія на шкіру, дихальні шляхи та очі разом з оливою.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Категорично забороняється зпалювати коробки та флакони з під присадки. 2. Утилізацію проводити з суворим дотриманням правил та рекомендацій виробника. 3. При зборі та утилізації упаковок працювати в технічних гумових рукавицях тип 2 ГОСТ 20010-74/К50, Ш50/.

ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА РОБОТИ

11

Показники	Базовий	Проектний
Вид робіт	Ремонт	
Обсяг робіт, ум. рем.	39	43
Ціна 1 ум. ремонту, грн.	14360,00	16400,00
Вартість проведених ремонтів, грн.	560040,00	703560,00
Кількість основних робітників, осіб.	5	6
Обсяг додаткових капіталовкладень, грн.	–	273100,00
Експлуатаційні витрати всього, грн.	366045,28	583344,90
- заробітна плата з нарахуваннями, грн.	257664,00	395280,00
- амортизаційні відрахування, грн.	31532,90	76460,21
- вартість електроенергії, грн.	56727,00	71676,00
- витрати на ПР та ТО, грн.	9459,87	22938,06
- інші витрати, грн.	10661,51	16990,63
Повна собівартість продукції, грн	536770,18	595011,80
Загальний прибуток, грн.	23269,82	108548,20
Рівень рентабельності, %	4,3	18,2
Приріст прибутку, грн.	–	85278,38
Термін окупності латкових вкладень, років	–	3,2

1. Вивчення літературних даних показало, що підвищити працездатність робочих поверхонь сполучення „вкладиш — шийка колінчастого вала” можна шляхом застосування антифрикційних присадок у моторну оливу.
2. Розрахунково-аналітичним аналізом встановлено, що при певному сполученні навантаження й частоти обертання колінчастого вала у підшипниках ковзання шатунна виникає «критичний» режим, при якому відносний ексцентриситет $\lambda = 1$ і можливе заїдання робочих поверхонь. Ймовірність «критичного» режиму становить 4 - 6% від наробітку двигуна.
3. Введення в моторну оливу антифрикційних-відновлюючих присадок ХАДО збільшують несучу здатність підшипників колінчастого вала в 1,3 — 1,4 рази, що істотно зменшує зношування вала й вкладиша в періоди торкання робочих поверхонь.
4. Лабораторні дослідження пари третя «вал - сплав АСМ» показали, що при додаванні в оливу антифрикційних добавок навантаження схоплювання поверхонь збільшується для: РВС - на 42%, ХАДО – на 71%, Феном- 64,%.
5. Стендовими випробуваннями двигуна встановлено, що при додаванні в моторну оливу присадки РВС зменшуються механічні втрати в 1,4 рази і відбувається часткове відновлення зношеної частини з'єднання. Ґрунтуючись на даних, отриманих у процесі проведення лабораторних експериментів і стендових випробуванні, можна зробити висновки, що застосування антифрикційних добавок у оливу автотракторних ДВЗ є діючим методом безрозбврного підвищення довговічності пар третя ДВЗ.
6. Дослідженнями встановлено, що при використанні присадок знижується коефіцієнт третя на 4...12%, відбувається ефект відновлення, знижується витрата палива на 7...11%.
При використанні присадок збільшується несуча здатність підшипників колінчастого валу в 1,3 – 1,4 рази.
7. Впровадження заходів з охорони праці дозволять уникнути травмувань робітників. Створення гідного мікроклімату в приміщенні майстерні підвищить продуктивність працівників та якість ремонту.
8. Результати техніко - економічної оцінки проектних рішень показують, що заходи реконструкції ремонтної майстерні товариства дозволяють отримати річний прибуток підприємства 85278,38 грн., при цьому термін окупності капітальних витрат складає 3,2 років.



ПАТЕНТ

№ 144310

МАШИНА ТЕРТЯ

Видано відповідно до Закону України "Про охорону прав на винаходи і корисні моделі".

Зареєстровано в Державному реєстрі України корисних моделей
25.09.2020.

Заступник Міністра розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України

О.В. Романішин





УКРАЇНА

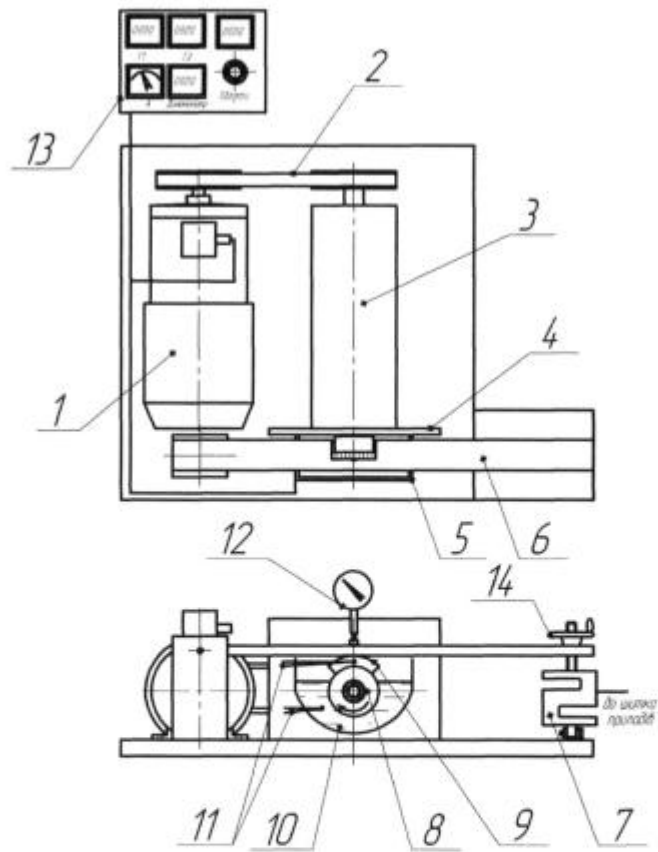
(19) UA (11) 144310 (13) U
(51) МПК
G01N 3/56 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ
ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА
СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

(21) Номер заявки: u 2020 01408	(72) Винахідник(и): Калганков Євген Васильович (UA), Грачова Вікторія Миколаївна (UA), Косенко Анна Вадимівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 02.03.2020	(73) Володілець (володільці): Калганков Євген Васильович, вул. Громова, 7, кв. 83, м. Дніпро, 49006 (UA), Грачова Вікторія Миколаївна, Донецьке шосе, 144, кв. 52, м. Дніпро, 49125 (UA), Косенко Анна Вадимівна, вул. Фосфорна, 6, кв. 1, м. Дніпро, 49102 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 26.09.2020	
(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 25.09.2020, Бюл.№ 18	

(54) МАШИНА ТЕРТЯ**(57) Реферат:**

Машина тертя містить корпус, на якому встановлено рухомий важіль з встановленим на ньому зразком, привод обертання циліндричного контрзразка, систему навантаження та систему вимірювання основних параметрів. Машина додатково оснащена підшипниковим вузлом для розвантаження вала електродвигуна, індикатором годинникового типу для виміру лінійного зносу зразка, електронним динамометром стиску.

UA 144310 U



- Корисна модель належить до випробувальної техніки і може бути використана для дослідження процесів тертя взаємодіючих тіл та в розрахунках зносоустійкості деталей.
- Відомий пристрій для випробування матеріалів на гідроабразивний знос [АС СРСР № 1138698, МПК G01N 3/56, 07.02.85], що містить бак, розміщений в ньому вал з тримачем зразків у вигляді диска, систему подачі та відводу з бака гідроабразивного середовища, привід обертання вала з додатковим диском, який має можливість переміщення по осі вала.
- Недоліком відомого пристрою є неможливість контролю параметрів режиму випробування, а також неможливість збору продуктів зносу зразків, що випробовуються.
- Найближчим аналогом є машина тертя "Тимкен" (фірма "Баронд" США) для визначення мастильних властивостей бурових розчинів, містить станину, установлені в ній тримач кільцевого контрзразка, привод його обертання, тримач плоского зразка, механізм навантаження зразка, систему виміру сили навантаження зразка, систему виміру сили струму електродвигуна, пропорційного коефіцієнту тертя, чашу з іспитовим середовищем, у яке поміщають пари тертя [Конесев В.Г. и др. Противозносные и смазочные свойства буровых растворов. - М.: Недра, 1980. - С. 29-30].
- Загальними ознаками запропонованого пристрою для випробування матеріалів на стирання та найближчого аналога є наявність диска з контрзразком, чаші з іспитовим середовищем та системи навантаження зразків.
- Недоліками відомої установки є неможливість випробування впливу матеріалів чи покриттів зразків на їх триботехнічні характеристики, відсутність контролю лінійного зносу зразків, відсутність можливості підігріву зразків та неможливість випробування зразків в умовах, наближених до експлуатаційних, внаслідок використання циліндричного зразка в процесі випробування і по мірі його зношування площа контактів збільшується, тому відтворюваність результатів випробувань погана, особливо за коефіцієнтом тертя, на машині відсутній датчик виміру сили тертя, а визначається вона побічно по силі струму електродвигуна, відсутня система керування частотою обертання електродвигуна, навантаження зразків відбувається безпосередньо на валу електродвигуна, що суттєво знижує його довговічність - все це обмежує використання установки для випробування зразків, які працюють в різних умовах.
- В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення машини тертя для проведення випробувань матеріалів на опір стирання зразків відносно один одного та моделювання інтенсивності стирання зразків з нанесеними на них покриттями, які працюють в умовах різного типу тертя, що дозволило б розширити можливості відомої установки, забезпечити проведення випробувань в умовах наближених до експлуатаційних, фіксувати лінійний знос зразків, розвантажити вал електродвигуна та досліджувати вплив температури на фізико-механічні властивості зразків.
- Поставлена задача вирішується тим, що машина тертя, що містить корпус, на якому встановлено рухомий важіль з встановленим на ньому зразком, привод обертання циліндричного контрзразка, систему навантаження та систему вимірювання основних параметрів, згідно з корисною моделлю, додатково оснащена підшипниковим вузлом для розвантаження вала електродвигуна, індикатором годинникового типу для виміру лінійного зносу зразка, електронним динамометром стиску.
- Завдяки новим ознакам розширюються технологічні можливості традиційного пристрою для випробування матеріалів на опір стирання, а саме на машині тертя можна досліджувати зразки з різних матеріалів та зразки з нанесеними різними покриттями в умовах, наближених до експлуатаційних, та з можливістю моделювання умов випробування.
- Суть запропонованої корисної моделі пояснюється кресленням, на якому зображено запропонований пристрій, де: 1 - електродвигун, 2 - пасова передача, 3 - підшипниковий блок, 4 - плита, 5 - чаша, 6 - навантажувальний важіль, 7 - динамометр, 8 - дисковий контрзразок, 9 - зразок, 10 - рідина, 11 - датчики температури, 12 - індикатор годинникового типу, 13 - вимірювальний блок, 14 - маховик.
- Пристрій працює наступним чином.
- Попередньо підготовлений зразок 9 встановлюється у тримач навантажувального важеля 6 і опирається на дисковий контрзразок 8, який встановлений на вал підшипникового блока 3, до зразка 9 і у чашу 5 встановлено датчики температури 11, за необхідності чаша 5 заповнюється рідиною 10, потім вмикається електродвигун 1 і обертає вал підшипникового блока 3 за допомогою пасової передачі. Далі зразок 9 притискається до дискового контрзразка 8, зусилля притискання регулюється обертанням маховика 14, а контролюється динамометром 7, далі знімаються показники експерименту за допомогою вимірювального блока 13. Вимірювальний блок 13 містить табло контролю температури, регулятор обертів електродвигуна 1, а також

табло, яке показує прикладене навантаження. Контроль лінійного зносу відбувається за допомогою індикатора годинникового типу 12.

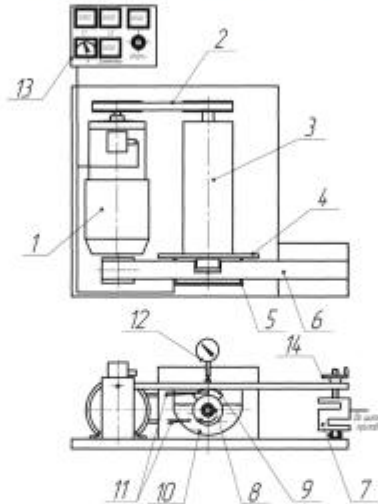
На установці можливе випробування зразків як на суху, так і з зануренням у рідину.

5 Машина тертя вдало пройшла випробування на кафедрі "Надійності і ремонту машин" Дніпровського державного аграрно-економічного університету.

Запропонована корисна модель може бути багаторазово відтворена і використана у вигляді машини тертя.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

10 Машина тертя, що містить корпус, на якому встановлено рухомий важіль з встановленим на ньому зразком, привод обертання циліндричного контрзразка, систему навантаження та систему вимірювання основних параметрів, яка відрізняється тим, що машина додатково
15 оснащена підшипниковим вузлом для розвантаження вала електродвигуна, індикатором годинникового типу для виміру лінійного зносу зразка, електронним динамометром стиску.



Комп'ютерна верстка І. Сиворцова

Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України,
вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601