

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Навчально-науковий інститут загально університетської підготовки

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Машиновикористання в землеробстві

доцент _____ Володимир КУВАЧОВ

“ ____ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка

до дипломної роботи
здобувача ступеня вищої освіти «Магістр»

на тему: **«ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА НАДІЙНІСТЬ РОБОТИ
ДВИГУНІВ АВТОМОБІЛІВ В УМОВАХ ПРИВАТНОГО СІЛЬСЬКОГОСПОДАР-
СЬКОГО ПІДПРИЄМСТВА «ПРИМОРСЬКИЙ» ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСТІ ПРИ-
МОРСЬКОГО РАЙОНУ»**

32МЗД.116.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 24МБ АІ 3
спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія

_____ Ігор ТЮРКІН

Керівник доц. _____

Консультант проф. _____ Юрій РОГАЧ

Нормоконтроль доц. _____ Тетяна ЧОРНА

Рецензент, інж. _____
(підпис) (ініціали та прізвище)

**Мелітополь
2021**

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Інститут, факультет ННІ ЗУП

Кафедра Машиновикористання в землеробстві

Ступінь вищої освіти Магістр

Спеціальність 208 Агроінженерія

ОПП Агроінженерія

(назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри МВЗ

доцент _____ Володимир КУВА-
ЧОВ

“ ___ ” _____ 2020 року

ЗАВДАННЯ

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВО

Тюркін Ігор Володимирович

1. Тема роботи: «Дослідження впливу біопалива на надійність роботи двигунів автомобілів в умовах приватного сільськогосподарського підприємства «Приморський» Запорізької області Приморського району»

керівник проекту

затверджена наказом ректора університету від “ ___ ” _____ 2020 р. № _____.

2. Строк подання здобувачем ВО роботи 22.01.2021 р.

3. Вихідні дані до роботи Результати практики, Інформація з науково-практичних періодичних видань України, рекомендовані технологічні карти на вирощування сільськогосподарських культур на півдні України, нормативні документи тощо.

4 Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Проаналізувати актуальність теми роботи та проблеми, поставити задачі до виконання досліджень та/або розробки інновацій

2. Теоретичні передумови оцінки показників надійності паливної системи дизеля

3. Дослідження впливу біопалива на роботу та надійність паливної апаратури дизелів

4. Проаналізувати, обґрунтувати та розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

5. Економічна оцінка використання біодизеля

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1. Аналіз сучасних палив для ДВЗ

2. Аналіз технологічної схеми виробництва біопалива

3. Вплив біопалива на роботу двигуна автомобіля

4. Дослідження зносу плунжерних пар паливного насосу високого тиску _____
 5. Експериментальні дослідження показників призначення біопалива _____
 6. Вимоги безпеки при роботі з біопаливом _____

6 Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	РОГАЧ Ю.П., професор		

7 Дата видачі завдання 21.12.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз господарства та проблем використання біопалива	21.12.2020 р. - 29.12.2020 р.	
2	Теоретичні передумови оцінки показників надійності паливної системи дизеля	30.12.2020 р. - 06.01.2021 р.	
3	Дослідження впливу біопалива на роботу та надійність паливної апаратури дизелів	07.01.2021р. - 14.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.01.2021р. - 18.01.2021 р.	
5	Економічна оцінка використання біодизеля	19.01.2021 р. - 22.01.2021 р.	

Здобувач ВО _____

(підпис)

Ігор. ТЮРКІН _____

(ініціали та прізвище)

Керівник роботи _____

(підпис)

(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 92 сторінки машинопису, 5 розділів, 22 таблиці, 32 джерела літератури.

Графічна частина роботи – 7 листів формату А1.

Мета роботи – виявлення факторів, які впливають на роботу паливного насосу дизелів при використанні біопалива та підвищення показників надійності в умовах сільськогосподарської експлуатації.

Об'єкт досліджень – процес впливу біодизельного палива на вузли паливної системи двигунів внутрішнього згорання.

Предмет досліджень – закономірності впливу температури палива на якість роботи паливного насосу високого тиску, зміну технічного стану та показники надійності автомобілів.

В роботі проаналізовано актуальність теми роботи та проблеми підвищення надійності автомобілів господарства.

Проведений аналіз теоретичних досліджень по питанню оцінки зносостійкості прецензійних пар ПНВТ.

Проведено експериментальні дослідження показників призначення біопалива та розроблено експериментальну установку для довготривалих ресурсних досліджень паливного насосу високого тиску

Проаналізовані, обґрунтовані та розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при обслуговуванні автомобілів.

Встановлено, що у біодизельному паливі значно змінюється в'язкість і внаслідок зниження температури палива цей фактор досить серйозно впливає на пускові властивості двигуна і це потрібно враховувати при виборі умов застосування.

Проведено економічну оцінку впровадження використання біопалива автомобілями господарства.

Ключові слова: АВТОМОБІЛЬ, БІОДИЗЕЛЬ, ДВИГУН, ЕКСПЕРИМЕНТ, ДОСЛІД, ПАЛИВНА СИСТЕМА, ПАЛИВНИЙ НАСОС ВИСОКОГО ТИСКУ, АЛЬТЕРНАТИВА, ЕКОНОМІЧНА ДОЦІЛЬНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСТВА ТА ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ БІОПАЛИВА.....	8
1.1 Аналіз господарства ПСП «Приморський».....	8
1.2 Основні питання з технології виробництва альтернативних палив .11	
1.2 Необхідність і доцільність використання альтернативного виду палива.....	15
1.3 Вплив біодизельного палива на працездатність вузлів паливної системи тракторів.....	20
1.4 Мета і завдання дослідження.....	30
2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЯ.....	32
2.1 Моделювання процесу зношування плунжерних пар ПНВТ.....	32
2.2 Обґрунтування технічних вимог до чистоти біодизельного палива	39
2.3 Структурний аналіз надійності паливної системи дизельного двигуна.....	44
3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА РОБОТУ ТА НАДІЙНІСТЬ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ.....	47
3.1 Оцінка функціональних показників біодизельного палива.	47
3.2 Методика виміру параметрів забруднення біодизельного палива...50	
3.3 Методика випробувань на зношування прецизійних з'єднань паливної апаратури.....	54
3.4 Обладнання для проведення експериментальних досліджень.....	61
3.5 Аналіз результатів експериментальних досліджень.....	65
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	71
4.1 Виявлення й аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Заходи щодо охорони праці.....	71
4.2. Безпека проведення експериментів.....	75

4.3 Пожежна безпека	79
4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях	81
5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ БЮДИЗЕЛЯ	84
5.1 Розрахунок собівартості	84
5.2 Річна економія від впровадження проектних рішень	86
5.3 Річний економічний ефект	87
ВИСНОВКИ	88
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	89

ВСТУП

Біодизель - це по суті метиловий ефір, що володіє властивостями горючого матеріалу та отриманий з рослинних жирів у результаті хімічної реакції.

Відомо, що молекули жиру складаються з так званих триглицеринів: сполук тривалентного спирту гліцерину із трьома жирними кислотами. Для одержання метилового ефіру до дев'яти масових одиниць рослинного масла додається одна масова одиниця метанолу (тобто дотримується співвідношення 9:1), а також невелика кількість лужного каталізатора. Все це змішується в спеціальних реакторах при температурі 60°C і нормальному тиску. У результаті хімічної реакції утвориться, у першу чергу, бажаний метиловий ефір, а також побічний продукт - гліцерин, широко використовуваний у фармацевтичній і лакофарбовій промисловості. Отриманий ефір відрізняється гарною займистістю, яка пояснюється високим цетановим числом. Якщо для мінерального дизпалива характерний показник в 50...52%, то метиловий ефір уже споконвічно містить 56...58 % цетану. Це дозволяє використати його в дизельних двигунах без інших стимулююче запалення речовин. Завдяки такій властивості метиловий ефір, одержувана з рослинних масел і жирів, і був названий біодизелем.

У сільському господарстві є значні резерви зниження енерговитрат як по технологічних напрямках, так і за рахунок застосування енергозберігаючих засобів механізації й організаційно-технічних заходів. Наприклад, перехід на використання біопалива забезпечує економію коштів на 25...30%.

Актуальність роботи пояснюється в першу чергу наявними проблемами і суперечностями при використанні біодизеля такими як: розвиток ринку біодизеля, нестабільність ринку нафтопродуктів, альтернативне джерело енергії, альтернативне паливо для власних потреб, екологічні аспекти, попит з боку європейських ринків на біодизель.

1 АНАЛІЗ ГОСПОДАРСТВА ТА ПРОБЛЕМ ВИКОРИСТАННЯ БІО-ПАЛИВА

1.1 Аналіз господарства ПСП «Приморський»

Територія ПСП «Приморський» розташована у північно-західній частині Приморського району Запорізької області. Територія землекористування господарства розташоване на півночі та північному заході від центральної садиби, а також на півдні і південному заході. Через територію ПСП «Приморський» проходить траса обласного значення.

Районний центр, а також міста Бердянськ, Мелітополь і Запоріжжя є основними пунктами, де забезпечується придбання палива і реалізується сільськогосподарська продукція, запасних частин, моторних олів, інших матеріалів матеріалів, у тому числі і будівельних.

Товариство займається виробництвом зернових, кормових і технічних культур та тваринництвом. Підприємство ПСП «Приморський» було утворено після розпаювання земель. За останні три роки динаміка земельних підприємства має значення які наведені у таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 – Динаміка зміни земельних угідь у ПСП «Приморський», у гектарах

Показник	2018 р.	2019 р.	2020 р.
Загальна земельна площа	3166	3174	3141
Площа с.-г. угідь	3036	3044	3011
з них: рілля	2867	2886	2873
луки, пасовища	89	88	51
сади, лісосмуги	70	70	86
Інші угіддя	10	-	-

Аналіз даних таблиці 1.1. показує, що за останні роки загальна земельна площа ПСП «Приморський» незначно зменшилася. Слід зазначити, що дане господарство після процесу реорганізації сільського господарства в Україні є типовим для району, як по наявності площі земельних угідь у цілому, так і зайнятих під ріллі.

Таблиця 1.2 - Динаміка посівних площ по рокам, га

Культура	2018	2019
Озима пшениця	407,7	160,3
Озимий ячмінь	268,4	-
Ячмінь	517,5	1065,5
Рапс озимий	308,4	262,7
Рапс	200,2	1015,0
Гірчиця	201,6	0,0
Канареечник	207,6	0,0
Соняшник	754,7	1068,5
Кукурудза	-	299,8
Пар	-	279,0
Усього	2866,0	2873,0

З аналізу таблиці 1.2. бачимо, що площі вирощування постійно змінюються тому, що підприємство шукає найбільш прибуткові культури. Широкий набір культур свідчить про значний об'єм транспортних робіт.

Основні культури та їхня врожайність представлені в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Врожайність основних культур, ц/га

Вид продукції	2018	2019	2020
Всього зернові	25,2	30,3	44,8
пшениця	25,2	34,5	43,7
ячмінь	0	18,0	57,4
соняшник	12,2	16,2	11,4
овочі	315,4	357,9	380

Аналізуючи дані таблиці 1.3, бачимо, що врожайність озимої пшениці була у 2019 році збільшилась на 18,5 ц/га по відношенню до 2006р., ячменю зросла до 57,4 ц/га. Урожайність соняшнику у 2019р. зросла на 32%, а капуста на 20,5%.

Отримані дані свідчать, що чисельність ланки авто гаражу та тайстерні в цілому зменшилась з 36 у 2018 році до 30 у 2020 році.

Склад тракторного парку представлений у вигляді таблиці 1.4

Таблиця 1.4 – Склад тракторного парку господарства

Найменування машини	Кількість, шт.	Річний наробіток, у.е.га	Середній вік, років
<u>Колісні трактори:</u>	9	7100	6
<u>Гусеничні трактори</u>	2	5385	11

Крім тракторного парку господарство має: 4 комбайни, 2 жатки, 2 косарки, 7 сівалок, 6 плугів, 3 луцильника, 2 дискові борони, 9 культиваторів, 2 машини “Фрегат” та 5 тракторних причепів.

У виробничій структурі господарства однією з основних ланок є автогараж, який нараховує мтаном на 01.01.2021р. 24 автомобілі, список яких наведений в таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Список автопарку станом на 01.01.2021

Тип автомобіля	Кількість автомобілів, шт.	Загальна вантажність, т
Вантажні автомобілі	11	95,5
Легкові автомобілі	5	
Фургони	2	0,8
Самоскиди	7	105,5
Автобуси	1	-

Виходячи із даних таблиці 1.5. тоннаж автопарку разом з авторичепами складає 200,9 тонн.

Зробивши аналіз даного автопарку можна зробити висновок, що в господарстві намагаються використовувати автомобілі однієї марки, тобто, наприклад, більшу частину автопарку складають автомобілі ГАЗ різних модифікацій, а також автомобілі КАМАЗ. Це дає можливість ефективно розв'язувати проблеми із запчастинами та універсалізувати роботи по ТО і ремонту автомобілів

1.2 Основні питання з технології виробництва альтернативних палив

Біодизель (біодизельне паливо) – це екологічний чистий вид палива, альтернативний по відношенню до мінеральним видів, отриманий з рослинного масла, і використаний для заміни (економії) звичайного дизельного палива. Сировиною для виробництва біодизеля можуть бути різні рослинні масла: рапсове, соєве, арахісове, пальмове, відпрацьовані соняшникове й оливкове масло.

З хімічної точки зору біодизель уявляє собі метиловий ефір. При його виробництві, у процесі етерифікації, масла й жири вступають у реакцію з метиловим спиртом і гідроксидом натрію, що служить каталізатором, у результаті чого утворюється жирні кислоти, а також побічні продукти.

Біодизель може використовуватися у звичайних двигунах внутрішнього згорання, як самостійно, так і в суміші з звичайним дизпаливом, без внесення змін у конструкцію двигуна.

Володіє майже однаковим з мінеральним дизельним паливом енергетичним потенціалом, біодизель має ряд суттєвих переваг: він не токсичний, практично не має сірки й канцерогенного бензолу; розкладається у свої умовах; забезпечує значне зниження шкідливих викидів в атмосферу при спалюванні у двигунах внутрішнього згорання, так і в технологічних агрегатах; збільшується цетанове число палива і його змащуючі здатності, що суттєво збільшує ресурс двигуна.

Проблема прогресуючого виснаження нафтових ресурсів вимагає негайно шукати альтернативні, відновлюючи джерела палива для автомобільного транспорту. На протязі останніх 20 років не тільки в спеціалізованих лабораторіях та дослідних центрах великих компаній, активно культивується ідея використання рослинних масел і тваринних жирів у гатунку основи для створення відновлюємого, екологічно безгрубного палива для дизельних двигунів - біодизеля.

Повз того зниженої температури затвердіння (а це важливо для наших зимніх погодних розумів), біодизель, як моторне паливо, має поруч цінних якостей. Його використання значно продовжує година життя двигуна, так як таке паливо має краще змащуючі здатності, чим паливо з нафти. За рахунок того, що біодизель має 11% кисень, кількість вуглекислого газу зменшується на 80%, вигарного газу - на 35%, окислів сірки - на 100%, аерозолів (димових частин розміром менш 10 мікрон) - на 32%. Ясно, що ці вражаючі показники мають первозначне значення для покращення екологічної ситуації.

Біодизель може бути використаний у чистому виді (марка В 100) або в суміші зі звичайним дизельним паливом. Так, найбільш розповсюджений склад В 20 відповідає 20% біодизеля й 80% звичайного палива. Біодизель вдало використовується в Європі вже біля 20 років та всебічне випробування у різних країнах. Існують також американський та європейський стандарт на біодизель (ASTM,2003; DIN EN 14214,2003).

З розрахунку ситуації, що склалася зараз на енергетичному ринку України, а також не дуже радужних перспектив у найближчому та віддаленому майбутньому, організація виробництва біодизеля в нашій країні уявляє актуальним. В Україні базовим відроджу вальною сировиною являється рапс (рапсове масло), і це гарантує нашу незалежність від зовнішніх постачальників енергоносіїв цього типу.

Відомі сьогодні технології базуються на проведенні процесу переетерифікації рідких жирів метанолом шляхом використання в якості каталізаторів сильних лугів або сірчаної кислоти. Процес дуже кропотливий і не дуже зру-

чний, у тому числі й із крапки зору поява відходів. Так, відомо, що виробництво 10000 т біодизеля з кислотним катализатором спряжено з накопиченням 2000 т відходів, а саме - сульфату кальцію (гіпсу), котрий утворюється внаслідок нейтралізації обробленої сірчаної кислоти негашеним вапном.

У сучасних умовах Україна використовує близько 50 млн. тонн нафтопродуктів у рік, з яких лише 10-12 % добувають із власних джерел. Ряд європейських держав, як і наша, мають дефіцит ресурсів нафти. Проте у світі вже стало загальноприйнятим використовувати альтернативні види палива, зокрема біодизель. Основною сировиною для цього пального є ріпак, його насіння містить від 38 до 50 % олії. Для вирощування ріпаку на площі 1 га витрачається 170 кг дизпалива, а з одержаного врожаю (насіння) можна виробляти 1,2-1,5 тонн біопалива, крім того, одержують ще й макуху - концентрований корм для годівлі тварин, а також солому.

Ріпакова олія як біопаливо може використовуватися у вигляді чистої олії холодного пресування та етерифікованої. У першому випадку паливо підходить для двигунів із вихровою камерою, дообладнаних додатково апаратурою для вприскування олії. На етерифікованій олії можуть працювати звичайні дизельні двигуни без переобладнання.

Технологія виробництва біодизеля доволі проста: одержану після пресування олію очищають від побічних продуктів, за допомогою метилового спирту в присутності катализатора з олії видаляється гліцерин, який є досить дорогим, чим дозволяє знизити загальні витрати на виробництво основного продукту (речовина, що використовується в косметології та інших галузях), і на виході отримується пальне - РМЕ (ріпаковий метилефір) (рис. 1.1).

У ході додаткових заходів (очищення, дистиляції, кондиціонування) РМЕ звільняють від надлишків метанолу, катализатора, додають присадки, що підвищують якісні показники біопалива (миючі присадки, антиоксиданти). Одержане біопаливо не тільки екологічно чисте, алі й конкурентноспроможне та надійне в роботі. Побічний продукт - гліцерин можна використовувати як сировину в подальших хімічних перетвореннях, у тому числі разом із рослинною олією для одержання гліфталевих смол - сировини для отримання гліфталевих ґрунтів і емалей.

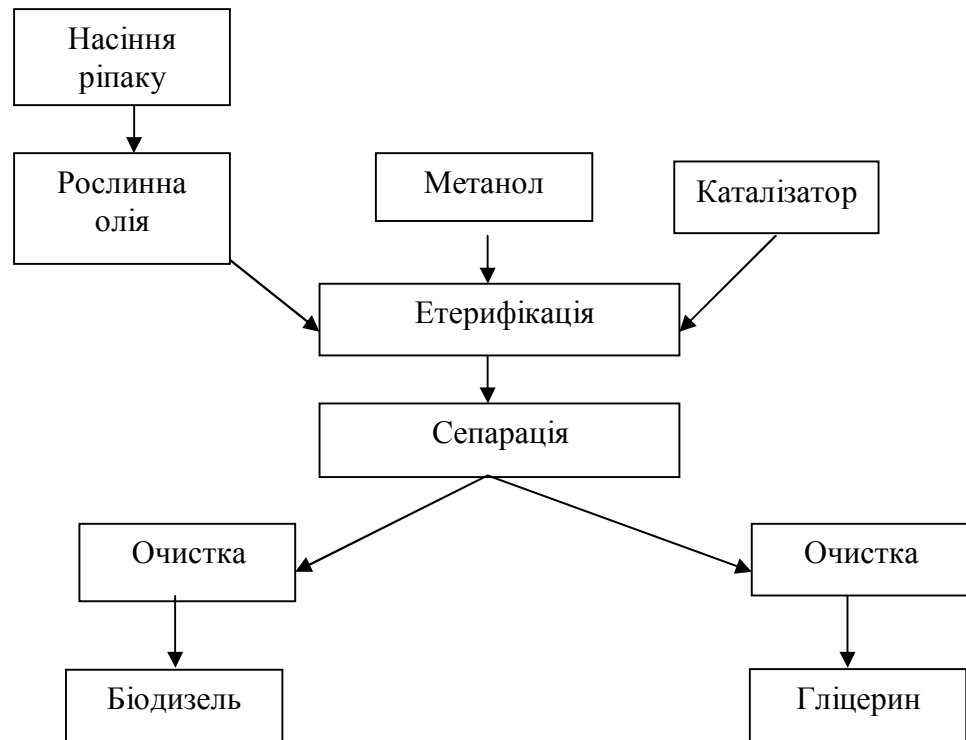


Рисунок 1.1 - Технологічна схема виробництва біодизеля

Якісні характеристики біодизеля (згідно вимог EN 14214) у порівнянні з характеристиками стандартного дизельного палива (згідно європейських вимог EN 590) наведені в табл. 1.6.

Таблиця 1.6 - Норми фізико-хімічних показників для біодизеля та диз-палива

Показники якості	Вимоги до дизпалива (згідно EN 590:2004)	Вимоги до біодизеля (згідно вимог EN 14214)
Густина при 15 °С, кг/м ³	< 845	860-900
Температура спалаху, °С	> 55	> 120
Фракційний склад, °С	T 95 % < 360	-
Метанове число	> 51	> 51
Вміст сірки, ppm	< 50	< 10
Вміст поліароматичних вуглеводнів, % мас.	< 11	-

У промислових масштабах найбільш розповсюдженими в європейських країнах є дві технології одержання біодизеля: гомогенна та гетерогенна етерифікація ріпакової олії метанолом. Перевагами гомогенного технологічного процесу є: напівбезперервна технологія; легкість управління - повністю автоматизований процес; простота технології, яка не потребує центрифуг; можливість переробляти різні рослинні олії. Серед переваг гетерогенної етерифікації варто відзначити: безперервність технології, що базується на твердому каталізаторі (NaOMe), завантаженому в реактор; виняткова чистота одержуваного гліцерину (більше 98 %); дуже високий вихід біодизеля (99,9 % мас.); відсутність відходів виробництва малоцінних жирних кислот порівняно з гомогенною етерифікацією; відсутність відходів соляних потоків, що потребують утилізації; відсутність витрат на транспортування хімікатів, зокрема рідинного каталізатора й неорганічних кислот.

1.2 Необхідність і доцільність використання альтернативного виду палива

В умовах інтеграції України до ЄС тема біодизеля набуває особливої актуальності, адже згідно діючих директив ЄС по біодизелю (Biofuels Directive 2003/30/EC) з 2005 р. не менше 2 % всього об'єму дизельного палива повинні містити біодизель. Ця кількість буде збільшена до 5, 75 % мас. в 2010 р. Стимулюванням для впровадження технологій по виробництву біодизеля в Європі та в Україні є зниження податків, акцизних зборів та встановлення певних субсидій. Враховуючи збільшення частки автомобілів з дизельними двигунами, особливо в Європі, зростає надлишок товарних бензинів і недостача дизельного палива, тому виробництво біодизеля для ринку нафтопродуктів є набагато привабливішим, ніж високооктанові добавки на основі етилового спирту.

У цей час через недостатню потужність виробничо-технічного потенціала

лу АПК спостерігаються значні порушення технології, і в першу чергу, строків початку робіт, їхньої тривалості і якості. Наприклад, сівба зернових, кормових і інших культур проводиться протягом 10...15 днів замість 4...5 по агротехнічних умовах. Тривалість збирання цих культур, як правило, в 2,0...2,5 рази більше припустимих строків. Основна обробка ґрунту в багатьох випадках починається пізніше на місяць і більше, що негативно позначається на врожайності сільськогосподарських культур у наступному році. Значна частина технологічних операцій взагалі не проводиться.

Такий стан пояснюється машинним парком, що зносилися, чисельність якого за останні 10 років скоротився більш ніж у два рази, зі споконвічно низькою надійністю не дозволяє мати рівень технічної готовності вище 0,72 (при нормативі 0,95...0,97).

Технічний рівень сільськогосподарської техніки характеризується, насамперед, їхньою продуктивністю, якістю й надійністю. Чим вище надійність машин, менше трудомісткість етапів їхньої технологічної підготовки до роботи, технічного обслуговування й ремонту, тим менше потрібно техніки, механізаторів і ремонтно-обслуговуючого персоналу для виконання робіт і тем вище продуктивність праці.

Технічний рівень вітчизняної сільськогосподарської техніки (на відміну від закордонної техніки) мало сприяє підвищенню продуктивності праці працівників, зайнятих їхньою експлуатацією. Наприклад, через низьку надійність наробіток на відмову зерно- і кормоуборочних комбайнів не перевищує 6...8 годин, більша тривалість і висока вартість усунення наслідків відмов і технологічної підготовки машин до роботи. Так, трудомісткість технологічного налаштування зернозбиральних комбайнів "Дон-1500" вище, ніж у закордонних аналогів, в 1,5...2,0 рази. Нестабільність регулювань не тільки погіршує якість робіт і веде до не до одержання продукції й погіршенню її якості, але й на 15...20% знижує продуктивність машинно-тракторних агрегатів (МТА) через збільшення тягових опорів машин, на 20...25% збільшує витрату палива [31].

Для типових варіантів комплектації машинно-тракторних агрегатів, параметри роботи яких вивчені й підтверджені досвідом експлуатації наведені дані про їхню продуктивність при різних умовах експлуатації [6, 31].

Аналіз цих джерел дозволяє затверджувати, що змінна норма виробітку машинно-тракторного агрегату залежить від його технічної надійності.

Розрахунок продуктивності МТА звичайно виробляється по наступній формулі [32, 20]:

$$W = 0.36 \frac{N_{ен}}{K_a} \cdot \eta_{my} \cdot T_{см} \cdot \tau, \quad (1.1)$$

де $N_{ен}$ – номінальна потужність на валу двигуна, кВт;

$T_{см}$ – тривалість зміни, год.;

η_{my} – умовний коефіцієнт корисної дії трактора

K_a – питомий опір агрегату, Н/м.

T – коефіцієнт ефективності використання часу зміни (при розрахунках задається в межах 0,50...0,95).

Формула (1.1) є самим загальним вираженням, що дозволяє комплексно оцінити один з важливих показників ефективності використання сільськогосподарського агрегату. Однак більше глибокий аналіз зазначеної формули дозволяє вважати, що продуктивність сільськогосподарського агрегату є імовірною характеристикою, оскільки величини, що входять у неї (N_e , K_a і τ) є випадковими величинами зі своїми статистичними характеристиками й залежними від безлічі конструктивних і експлуатаційних факторів.

Треба, що кожний з конструктивних і експлуатаційних факторів і їхню сукупність впливають на статистичні характеристики вихідних параметрів агрегату, найважливіші з яких є: функціональні, екологічні й параметри безпеки.

Найбільш раціональний шлях збільшення продуктивності МТА, в умовах експлуатації є збільшення коефіцієнта ефективності використання часу зміни.

Швидкість руху агрегату прямо залежить від потужнісних характеристик двигуна, його технічного стану й рівня надійності. Досвід експлуатації тракторів зерно- і кормозбиральних техніки показав [12, 32], що на двигун доводиться близько 60 %, а по даним ГОСНИТИ більше 70% відмов, де більше половини (до 70%) становлять відмови паливної системи. Більшість відмов паливних апаратів відбувається через вихід з ладу прецизійних з'єднань. При цьому порушується кут випередження упорскування палива, рівномірність подачі палива по циліндрах, якість розпилювання.

У результаті обробки досвідчених даних ГОСНИТИ [11] були отримані залежності, що характеризують частку впливу зазору у плунжерній парі на показники роботи дизеля з урахуванням роботи паливного насоса в динаміку: нерівномірність подачі палива по циліндрах; характеристика упорскування палива й відхилення кута випередження упорскування палива через перекручування «закону паливоподачі»; величина некомпенсованих витоків палива в картер насоса; зниження пускових якостей; величина витрат на усунення наслідків відмов плунжерних пар.

Сумарна роль несправності подачі палива й зміни «закону паливоподачі» становить 90...95 % у загальному балансі впливу розглянутих несправностей. Інші несправності становлять 5...10 %. Все це приводить до зниження потужності двигуна, перевитраті палива, а отже й до зниження годинної продуктивності МТА за рахунок зниження швидкості руху.

Так, наприклад, по цим даним через знос плунжерних пар ПНВТ двигуна СМД-18 у звичайній експлуатації МТА втрати палива через 100, 250, 500 мотогодин відповідно становлять 0,13; 0,32; 0,65 т, а через закоксованість розпилювачів форсунок за той же період ці втрати становлять 0,04; 0,10; 0,19т.

Збільшення коефіцієнта ефективності використання часу зміни прямо пов'язане з надійністю МТА і його складових частин, тобто з надійністю трактора, двигуна, систем двигуна й т.д.

Питання про способи визначення надійності в системах з різним видом їхнього включення розглядається в багатьох джерелах [1]. При цьому, як правило, приводяться широко відомі формули оцінки надійності для послідовного й паралельного з'єднання елементів. Для розрахунку ймовірності безвідмовної роботи при послідовному з'єднанні застосовується залежність:

$$P_{nc} = 1 - \sum_{i=1}^n P_i, \quad (1.2)$$

а при паралельному з'єднанні:

$$P_{nc} = 1 - \sum_{i=1}^n (1 - P_i), \quad (1.3)$$

де P_i – ймовірність безвідмовної роботи i -го елемента;

n – кількість елементів у системі.

Широко відомі також методи розрахунку надійності систем з різними видами резервування. Для цього пропонується використати формулу розрахунку надійності паралельного з'єднання, що при резервуванні n однакових систем здобуває вид:

$$P_K = 1 - (1 - P)^n, \quad (1.4)$$

де P – ймовірність безвідмовної роботи однієї системи.

З аналізу формули (1.4) треба, що ймовірність безвідмовної роботи МТА в цілому можна підвищити за рахунок резервування систем, що входять у комплекс. Наприклад, ймовірність безвідмовної роботи паливної системи двигуна можна підвищити за рахунок резервування, тобто за рахунок застосування системи попереднього очищення біодизельного палива від механічних домішок і води, що резервує штатну систему очищення палива, установлену на двигуні. Априорі, таке рішення дозволить підвищити надій-

ність МТА, а отже, збільшити коефіцієнт ефективності використання часу зміни.

Основним показником надійності сільськогосподарського МТА є коефіцієнт готовності, що характеризує середню частку часу знаходження МТА в робочому стані. У загальному випадку сільськогосподарський мобільний комплекс включає ряд машин, а машини включають ряд систем. Отже, розглядаючи надійність МТА, як фактор забезпечення його ефективності, варто враховувати час перебування систем у працездатному стані.

У такий спосіб з наведеного вище аналізу треба, що резервування систем двигуна, що мають низьку надійність, приведе до збільшення коефіцієнта готовності машинотракторного агрегату в цілому, а наявність інженерних методів розрахунку показників надійності складних систем дозволить оперативно управляти цими показниками.

1.3 Вплив біодизельного палива на працездатність вузлів паливної системи тракторів

Кислотне число в біодизельному паливі впливають на працездатність і істотно знижують надійність паливних апаратів і двигуна в цілому [7, 9, 14-26]. При експлуатації дизелів близько 50% всіх відмов доводиться на паливну систему, причому більше половини цих відмов викликано забрудненням палива [7]. Крім того, забруднення, потрапляючи з паливом у циліндри двигуна, стають причиною зношування деталей циліндропоршнєвої групи.

Особливо небезпечні механічні частки забруднень для паливних апаратів двигунів. Відомо, що прецизійні пари, до яких ставляться плунжер із втулкою, нагнітальний клапан із гніздом, голка з корпусом розпилювача форсунки, мають високу чистоту обробки поверхонь і вимагають індивідуального підбору. Абразивні частки, потрапляючи в паливний насос високого тиску й форсунки, зношують прецизійні пари, а також соплові отвори розпилювачів, що приводить до порушення процесу подачі палива, у резуль-

таті чого погіршується процес його згоряння й збільшується його витрата, знижується стійкість роботи двигуна (особливо на малих обертах і на холостому ході), підвищується димність і токсичність газів, що відробили, погіршуються пускові й потужні властивості двигуна, відбувається його перегрів. Крім зношування відбувається забруднення деталей паливної апаратури: тверді частки, потрапляючи під голку форсунки, порушують щільність її посадки в сидло розпилювача, а потрапляючи в зазор між стінкою розпилювача й голкою, можуть привести до її зависання у верхнім або нижнім положенні, що відповідно приводить до погіршення тонкості розпилення палива або до припинення його подачі в циліндри двигуна.

Порушення щільності посадки голки в сидло через зношування замикаючих конусів приводить до прориву газів із циліндрів двигуна в розпилювач, що викликає окислювання палива й відкладення лаків на напрямній верхні голки. Це може бути причиною зниження рухливості голки і її заклинювань.

Вплив зношування плунжерних пар на робочі показники дизельних двигунів показане на рис. 1.3-1.5. Зі збільшенням зношування плунжерних пар погіршуються процеси подачі палива і його згорянь, збільшуються тривалість упорскування палива й період затримки його запалення. Це приводить до твердої роботи двигуна через його перегрів, зменшенню тиску упорскування палива, що викликає зниження показників ефективності роботи двигуна, підвищення токсичності вихлопних газів і збільшення тиску в результаті неповного згоряння палива.

Забруднення палив впливає на різні експлуатаційні властивості дизеля. Так, збільшення зазору в плунжерних парах з 0,7 до 7 мкм викликає збільшення індикаторної витрати палива всього на 5% (мал. 1.6), але пуск двигуна при такому зазорі навіть при максимальній частоті обертання, що забезпечує пусковий пристрій, практично неможливий.

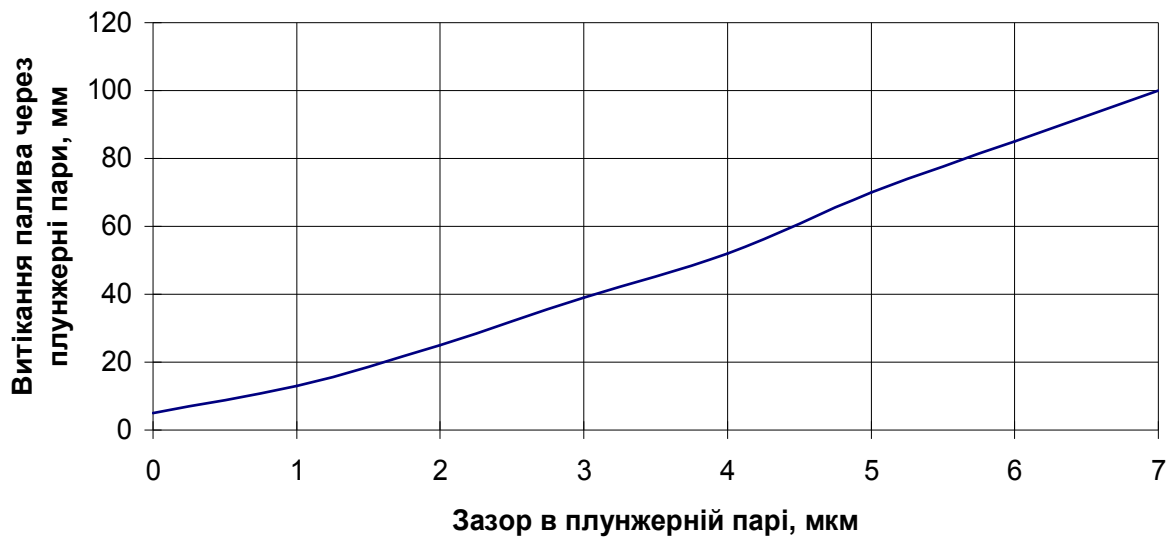


Рисунок 1.3 – Залежність витіку палива

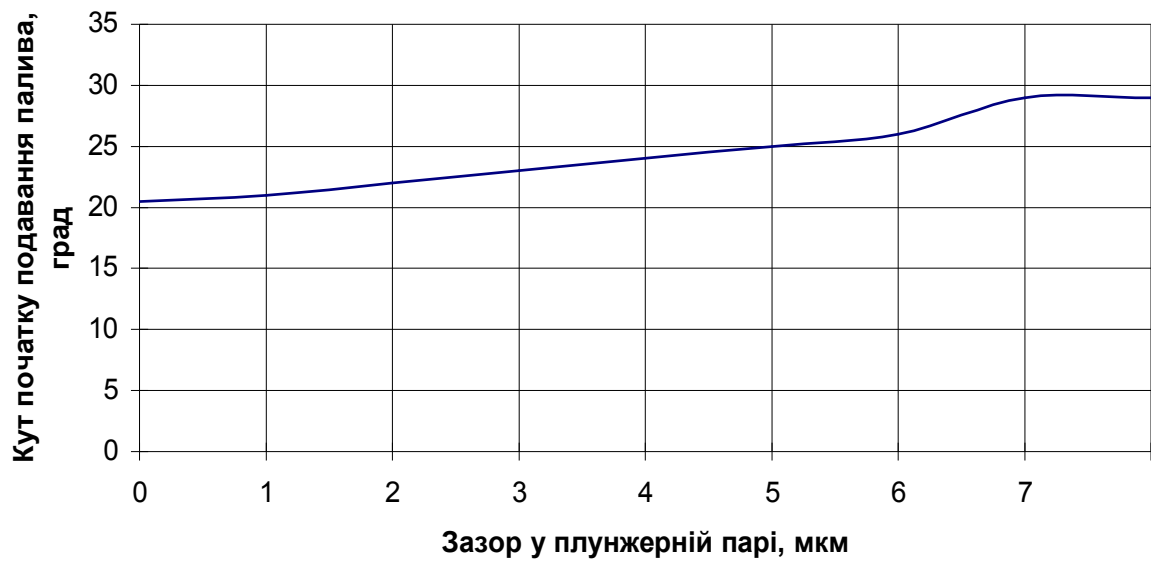


Рисунок 1.4 – Початок подачі палива від зазору в плунжерній парі



Рисунок 1.5 - Залежність пускової частоти обертання колінчатого вала двигуна від зазору в плунжерній парі

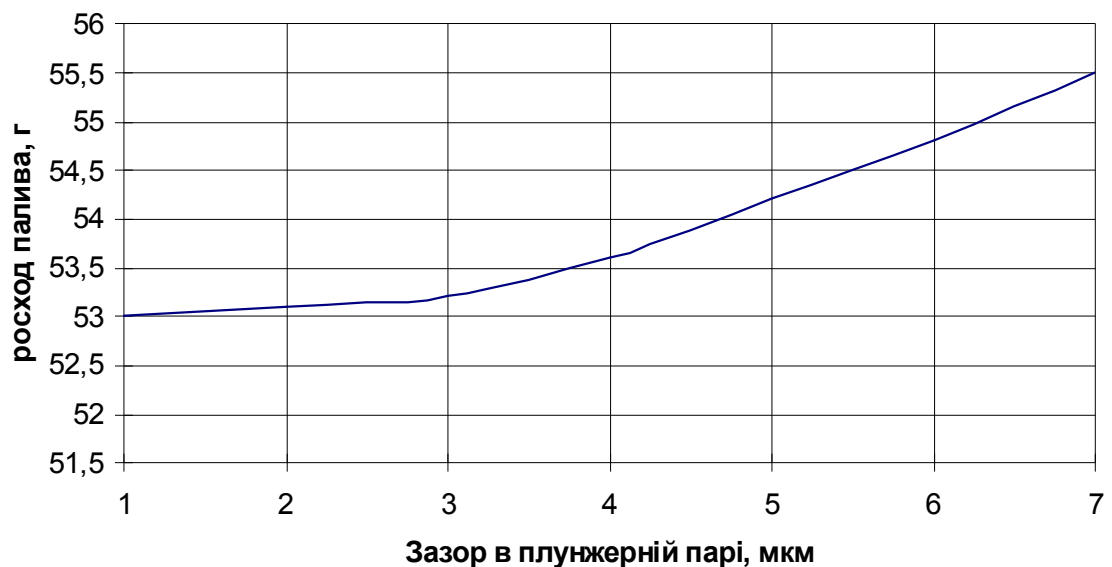


Рисунок 1.6 - Залежність питомої індикаторної витрати палива від зазору в плунжерній парі

Залежність між тонкістю очищення біодизельного палива й терміном служби плунжерної пари паливного насоса високого тиску наведена в табл. 1.2 [15].

Наведені дані свідчать про те, що обґрунтовані вище вимоги до якості очищення дизельного палива дозволяють збільшити в 2,5...4 рази тривалість

роботи плунжерних пар у порівнянні із прийнятої в цей час тонкістю очищення палива, що становить 15...20 мкм.

У результаті забруднення палива термін служби насоса високого тиску може зменшуватися в 5-6 разів, що видно з наведених у табл. 1.7 даних [14]. Вплив забруднення палива на зношування двигуна СМД-18 представлено в табл. 1.8.

Таблиця 1.7 – Відносний термін служби плунжерної пари при різній якості очищення біодизельного палива

Тонкість очищення, мкм	Відносний термін служби
Без очищення	1
24	1,3
19	1,8
13	3,5
5	8,5

Таблиця 1.8 – Вплив забруднення палива на зношування двигуна СМД-18 (120 год роботи)

Вміст механічних забруднень у паливі, % (мас)	Зношування насоса, %	Загальне зношування двигуна (по залозу в маслі), м
0,0019	100	2,15
0,0008	51	1,75
відсутні	32	1,6

Абразивне зношування деталей циліндропоршнєвої групи зменшує тиск в камері згоряння, приводить до прориву гарячих газів у картер двигуна, знижує його потужність і збільшує витрату палива.

Присутність у біодизельному паливі вільної води навіть у невеликих кількостях веде до нерівномірного його розпилення, змінює поверхневий натяг крапель палива, що викликає значне збільшення їхніх розмірів.

Присутність води негативно впливає на процес випару палива в камері згоряння, знижуючи температуру й зменшуючи тиск пар палива.

Як складова частина забруднень, вода може перебувати у вигляді плівкової, капілярної й паровий [32]. Плівкова вода переміщається з місць із більшою товщиною плівки в місця з меншою її товщиною. Капілярна вода перебуває в щілинах твердої частки. Парова вода перебуває в просторі між твердими частками.

Маючи високу поверхневу активність, емульсійна вода, як і смоли, має здатність збирати дрібнодисперсну фазу в паливі у великі агрегати [29].

Проміжний шар, що представляє собою грязьову фракцію, збирається на границі роздягнула фаз вода - паливо. Крапля води в паливі як би притягає й всмоктує в себе тверду дрібнодисперсну фазу, що оточує її в паливі. Під впливом води із часток мінеральних забруднень створюється первинний каркас агрегату, що обростає смолами. Комплексна частка агрегату продовжує рости. Мінеральні домішки в процесі утворення забруднень, виконують роль центрів кристалізації. У присутності в паливі емульсійної води, що грає як би «збірну роль», агрегування часток забруднень прискорюється [9].

Присутні в паливі поверхово активні речовини також сприяють процесу укрупнення часток забруднень, утворюючи при цьому стійкі водопаливні емульсії, що приводить до швидкого виходу з ладу фільтр елементів і порушенню нормальної роботи двигуна [8,31,32]. У глобулі вода й забруднення міцно зв'язані силами молекулярної взаємодії. Отже, вода є одним з найбільш активних речовин, що сприяють коагуляції й укрупненню часток твердої фази в паливі. Активність води - одна з найважливіших причин необхідності своєчасного й систематичного відділення вільної води з палива.

Вода в паливі сприяє утворенню шламів, які приводять до засмічення паливопроводів і фільтрів, утрудняють запуск двигуна, порушують подачу в нього палива й заклинюють плунжери паливного насоса високого тиску. У зимовий час у результаті утворення кристалів льоду в паливі може припинитися його подача у двигун. Присутність води різко знижує властивості, що змазують, палива стосовно прецизійних пар, що підвищує їхнє зношування. Робота на обводненому паливі може викликати корозію паливних апаратів, тому що якщо

в паливі є вода, те активні в корозійному відношенні, що втримуються в ньому, речовини (кислоти, луги, сірчисті з'єднання, перекиси й т.п.) дисоціюють у водяному розчині, утворюючи електроліти, що викликають електрохімічну корозію. Особливо інтенсивно протікає процес електрохімічної корозії в тих випадках, коли обводнене паливо контактує з різними металами, що мають різний електрохімічний потенціал.

При роботі на обводненому паливі може знизитися міцність фільтруючих перегородок і відбутися їхнє руйнування. Присутність води в дизельному паливі сприяє його мікробіологічному забрудненню [9]. Крім збільшення загальної кількості забруднень за рахунок утворення в паливі біологічної маси і його втрат за рахунок часткового забруднення, інтенсивне зростання мікроорганізмів викликає також погіршення експлуатаційних властивостей палива, що впливають, у свою чергу, на працездатність двигуна. Дослідження впливу мікроорганізмів на властивості палив показало, що при впливі мікроорганізмів істотно збільшується кислотність палива, зміст у ньому смол, йодне число, в'язкість, знижуються термічна стабільність і випаровуваність [15,16]. Мікробіологічна поразка дизельного палива підвищує його корозійну активність стосовно металів, що пояснюється утворенням у паливі агресивних продуктів життєдіяльності мікроорганізмів (аміак, сірководень, мурашина й оцтова кислоти й т.п.), а також підвищенням концентрації кисню на тих ділянках металевої поверхні, де утворилися колонії мікроорганізмів. Для нормальної роботи паливних апаратів дизелів необхідно обмежувати не тільки ступінь забруднення палива, але й розміри часток, які істотно впливають на зношування плунжерних пар. Величина цих часток не повинна бути більше зазорів між прецизійними парами, тобто не повинна перевищувати 1,5...2,5 мкм [22].

Як показує досвід експлуатації автотракторної техніки, більшою мірою в паливоподаючій апаратурі зношуються такі прецизійні деталі, як гільзи й плунжера насоса високого тиску, нагнітальні клапани й розпилювачі форсунок. Від стану поверхонь цих деталей залежать процеси сумішоутво-

рення й згоряння в циліндрах двигуна, що визначають економічні, динамічні й експлуатаційні показники всієї машини.

Як показано в роботі [32], при недостатнім очищенні палива фільтрами тверді частки проходять разом з паливом через малі зазори (0,4...3,0 мкм) прецизійних з'єднань під високим тиском (13...80МПа) і з великою швидкістю (100...250 м/с). Абразивні частки, потрапляючи в зазори прецизійних пар, зношують їх, у результаті збільшуються первісні зазори й змінюються параметри упорскування палива (тривалість, тиск і ін.). Це знижує якість роботи паливоподаючої апаратури і відповідно погіршує надійність і економічність двигуна (двигун не розвиває необхідної потужності через погіршення процесів згоряння).

Узагальнена характеристика впливу зносів з'єднань паливних апаратів на ефективність використання МТА наведена в таблиці 1.9

Ресурс дизельних паливних апаратів практично обмежується зносостійкістю прецизійних пар. Незважаючи на більшу важливість питань, пов'язаних з надійністю роботи цих дизелів, природа процесу їхнього зношування в умовах використання біодизеля не вивчена.

Як показано в роботі [32], при зменшенні гідравлічної щільності плунжерних пар до 3,5 зі значних змін параметрів упорскування палива не відбувається. При щільності нижче 3,5 тиск у нагнітальному паливопроводі й форсунці різко знижується, а тривалість і кут випередження упорскування набагато зменшуються. При подальшому зниженні щільності плунжерних пар зростають нерівномірність і нестабільність параметрів упорскування й подачі палива [30].

Діаметральний зазор плунжерної пари щільністю 3,5 з дорівнює в середньому 0,006...0,008 мм у золотниковій частині й 0,004 мм у компресійній. По технічних умовах гідравлічна щільність повинна бути не менш 20 раз, а зазор 0,0015...0,0030 мм. Низька гідравлічна щільність зношених при роботі пар різко погіршує параметри упорскування палива, особливо при малих подачах і частотах обертання вала.

Таблиця 1.9 - Вплив зносу з'єднань паливних апаратур на ефективність використання мобільної сільськогосподарської техніки

№	З'єднання	Характер зношування	Характер впливу на працездатність паливних апаратур	Характер впливу на функціональні параметри машинотракторного агрегату
1	Плунжерні пари	Зношування циліндричної поверхні плунжерної пари.	Витік палива через зазори плунжерної пари	- зменшення циклової подачі, збільшення нерівномірності подачі по циліндрах, зниження ефективної потужності, зменшення продуктивності; зменшення кута початку подачі; перевитрата палива.
2	Нагнітальні клапани	Зношування циліндричного паска. Зношування конусної поверхні.	Погіршення дії, що відсмоктує, наприкінці подачі Зниження тиску в паливопроводі високого тиску перед початком подачі палива.	- нечіткість відсічення упорскування перевитрата палива; зменшення циклової подачі зменшення продуктивності; - зменшення кута початку подачі - перевитрата палива.
3	Форсунки	Зношування поверхні затвора	Підтікання палива після закінчення упорскування.	- загоряння палива на форсунках - перевитрата палива.
4	Фільтр тонкого очищення	Забивання пористих перегородок. Розрив фільтрувальних елементів.	Зниження тиску на вході в ПНВТ. Влучення забруднень у ПНВТ.	- зменшення подачі, збільшення нерівномірності - перевитрата палива, зменшення продуктивності; - підвищене зношування з'єднань - перевитрата палива, зменшення продуктивності; зниження надійності

Аналіз зношених прецизійних пар у процесі експлуатації дизелів свідчить, що вони піддаються головним чином абразивному зношуванню проникаючими частками абразиву через фільтруючі елементи.

Була зроблена спроба досліджувати вплив показників чистоти біодизельного палива на функціональну стабільність паливних апаратур у роботі.

Результати досліджень, наведені в зазначеній роботі [3] свідчать про те, що при роботі прецизійних з'єднань на чистому паливі, що не містить ме-

ханічних домішок, паливо виступає в ролі мастильного середовища й забезпечує мінімальний коефіцієнт тертя й захист робочих поверхонь від руйнування.

Наявність у паливі абразивних часток, розмір яких трохи більше, ніж зазор у плунжерній парі, викликає абразивне зношування цих пар. Абразивні частки, розмір яких менше, ніж зазор, не роблять істотного впливу на процес зношування й відповідно на параметри подачі палива. Для плунжерної пари найнебезпечнішими є абразивні частки розміром 6...8 мкм; виявившись у зазорі, збільшеному за рахунок пружних деформацій втулки, вони защемляються й починають зношувати прецизійні деталі, особливо рухливі (плунжери). Найбільше зношування спостерігається проти впускного отвору втулки.

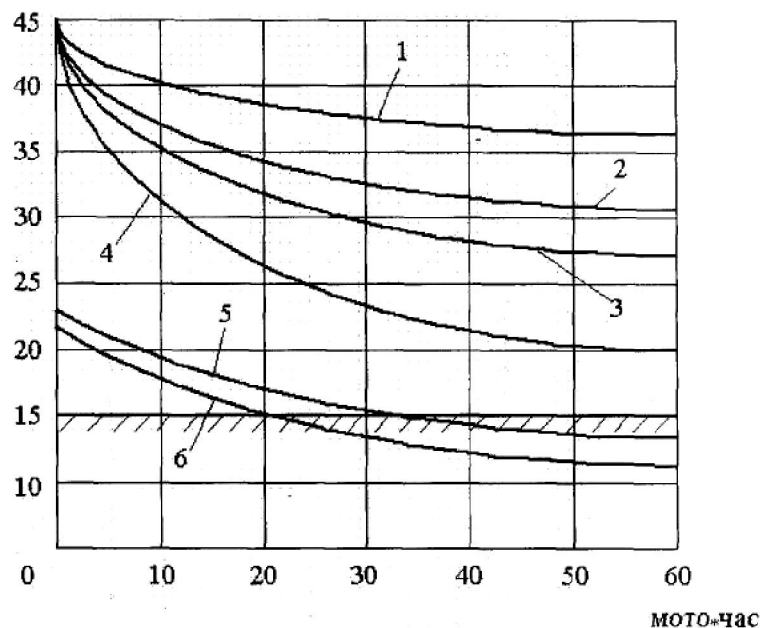


Рисунок 1.7 - Залежності гідравлічної щільності плунжерної пари при штучному введенні в паливо абразивних часток різних розмірів при вихідній концентрації механічних домішок 15 г/т і початковій гідравлічній щільності 45 с: 1 – 4...6 мкм; 2 – 6...8 мкм; 3 – 8...10 мкм; 4 – 10 мкм і більше; 5 – 6...8 мкм; 6 – 8...10 мкм - при початковій гідравлічній щільності 20...25с.

По даним [32] не можна допускати наявності в паливі абразивних часток при концентрації більше 50 г/т. Це приведе до посиленого абразивного зношування, у першу чергу нагнітального клапана й голки, а потім плунже-

рної пари. При перевищенні концентрації абразиву в паливі більше 100 г/т. починається посилене абразивне зношування плунжерної пари, причому плунжер зношується в 3...4 рази швидше, ніж втулка.

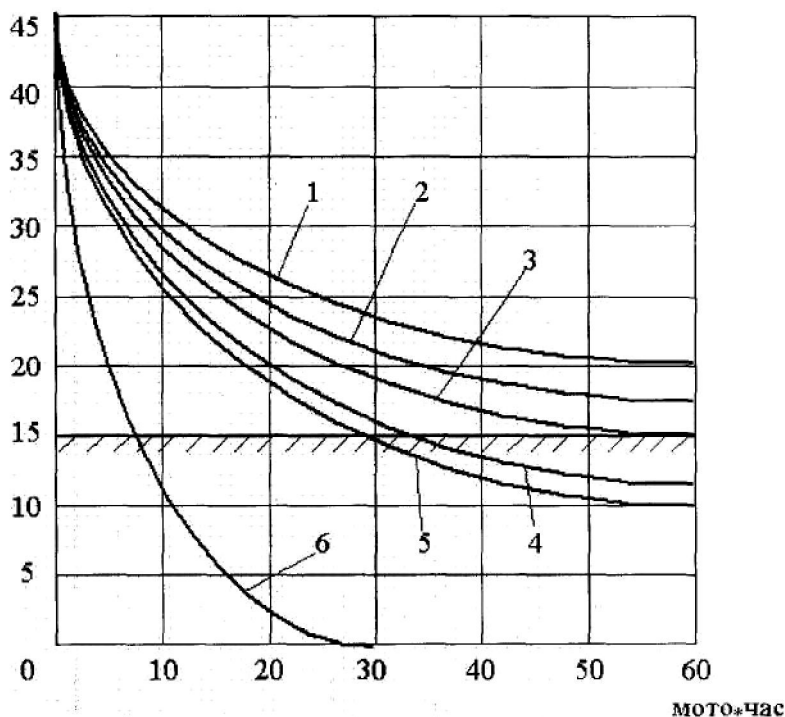


Рисунок 1.8 - Залежності гідравлічної щільності плунжерної пари від концентрації абразивних часток у паливі розміром 6...8 мкм: 1 – 15 г/т; 2 – 25 г/т; 3 – 50 г/т; 4 – 75 г/т; 5 – 100 г/т; 6 – 150г/т [7].

1.4 Мета і завдання дослідження

Мобільна сільськогосподарська техніка працює в екстремальних умовах експлуатації. Для неї характерні стислі строки інтенсивної роботи в будь-яких кліматичних умовах у кілька змін, практично безупинно. Будь-яка зупинка сільськогосподарського комплексу пов'язана з великими втратами врожаю. Зазначені особливості експлуатації сільськогосподарської техніки висувають особливі вимоги до її надійності.

Ефективність експлуатації мобільної сільськогосподарської техніки, рівень надійності якої в цей час недостатній [6, 18, 32] деякою мірою зале-

жить від стабільності функціональних параметрів паливної системи дизелів. Відсутність інформації про стабільності функціональних параметрів паливних апаратур отримує широке впровадження біодизельного палива у сучасне сільське господарство, звідси витікає актуальність дослідження впливу біопалива на показники функціонування та показники надійності деталей паливної апаратури.

Проведений аналіз поставив проблеми та включаючи актуальність впровадження біодизельного палива у сільськогосподарське виробництво можна сформулювати мету й задачі дослідження:

1. Дослідити показники призначення та функціонування біопалива для дизельних тракторів.
2. Вивчити вплив чистоти біодизельного палива на функціональну стабільність мобільних сільськогосподарських агрегатів.
3. Розробити методику зносних випробувань ПНВТ з використанням біопалива.

2 ТЕОРЕТИЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ОЦІНКИ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ ПАЛИВНОЇ СИСТЕМИ ДИЗЕЛЯ

2.1 Моделювання процесу зношування плунжерних пар ПНВТ

Метою даних досліджень з'явилося створення математичної моделі процесу зношування плунжерних пар ПНВТ дизелів з урахуванням забруднення дизельного палива, використовуючи яку можливо: по-перше, прогнозувати ресурс рухливих сполучень паливоподаючої апаратури; по-друге, управляти процесом зношування цих сполучень шляхом забезпечення того або іншого ступеня чистоти біодизельного палива, і нарешті, обґрунтувати технічні вимоги до чистоти біодизельного палива, дотримання яких гарантувало б забезпечення заданого ресурсу ПНВТ.

Відомо, що безвідмовність і ресурс паливних апаратур головним чином залежить від забруднення палива механічними домішками й водою.

Найбільш чутливими елементами паливних апаратур до забруднення палива є плунжерна пара паливного насоса високого тиску (ПНВТ) і клапана розпилювача форсунки.

Умови експлуатації дизелів на мобільній сільськогосподарській техніці характеризуються більшим спектром забруднення біодизельного палива. Тому надто важливо ще на стадії проектування мати такий інструментарій, який би дозволяв здійснювати прогнозування ресурсу найбільш чутливої до забруднення паливних апаратур.

Методологія створення такого інструментарію, включаючи й програмне забезпечення, полягає в наступному: на підставі теорії зношування з урахуванням особливостей конструкції паливної системи дизеля розробляється математична модель процесу зношування; здійснюється експериментальна перевірка адекватності математичної моделі й розробляється програмне забезпечення для розрахунку на ПЕОМ величини зношування залежно від часу

експлуатації паливних апаратур; використовуючи відомості про граничний зазор рухомих з'єднань елементів паливних апаратур, визначається їхній ресурс в залежності від наявності в паливі механічних домішок.

Реалізація зазначеної методології здійснена нами на прикладі плунжерної пари паливного насоса дизельного двигуна СМД-18 [30].

Із цією метою була використана математична модель зношування плунжерної пари ПНВТ, уперше викладена в роботах [27, 28], і уточнена нами в роботі [30]. Відповідно до цієї моделі можна констатувати, що величина зноса третьових поверхонь елементів паливної системи тим більше, ніж більша кількість часток домішки проходить через їхні зазори. Так, елементарний знос ΔI_x при проходженні маси Δg_x часток розміром x разом з паливом через зазор плунжерної пари дорівнює:

$$\Delta I_x = J \cdot \Delta g_x, \text{ мкм} \quad (2.1)$$

$$J = k \left(\frac{x - a}{\bar{x}} \right)^\gamma p_x, \text{ мкм/ч} \quad (2.2)$$

де J - питома швидкість зношування, мкм/година обумовлена ймовірністю P_x ;

p_x - імовірність проникнення в зазор величиною a , мкм плунжерної пари частки абразиву розміром x мкм;

$$p_x = \exp \left\{ - \frac{(x - a)^2}{2\sigma^2} \right\}, \quad (2.3)$$

де x - середнє значення розміру абразивної частки, мкм;

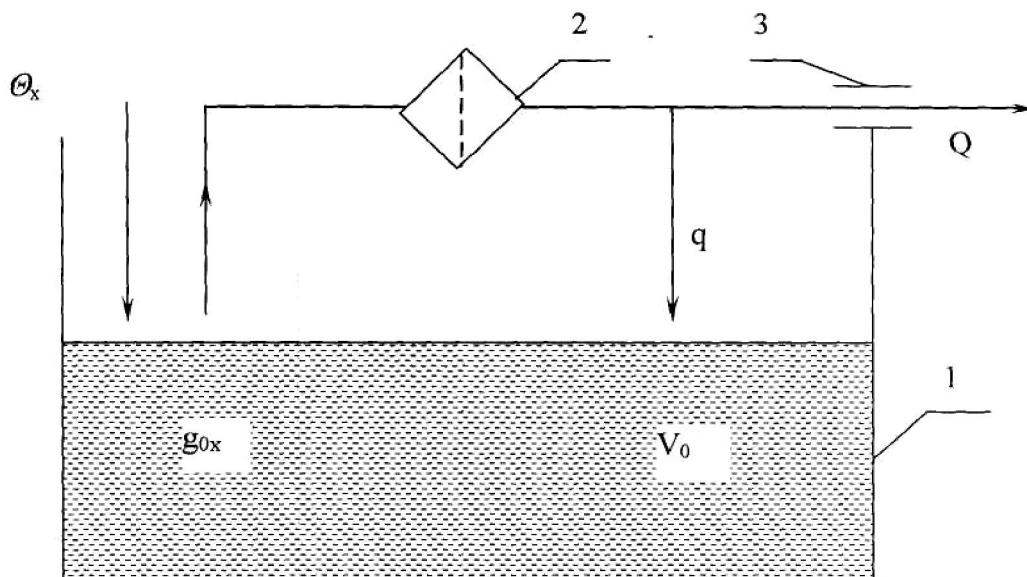
σ - коефіцієнт, що враховує властивості матеріалів деталей плунжерної пари й механічних домішок. Величина σ визначається шляхом порівняння розрахункових даних з експериментальними.

γ і α - коефіцієнти конструктивні особливості, що характеризують, плунжерної пари. Вони підбираються порівнянням розрахунковою й експериментальною залежністю й власне кажучи є підгінними.

Відомо, що в більшості випадків дисперсний склад механічних домішок палив апроксимується логарифмічно нормальним розподілом, тоді інтегральна функція буде мати вигляд:

$$\Phi_L(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi \cdot \lg \beta}} \int_{-\infty}^{\lg x} \exp \left\{ -\frac{(\lg x - \lg \bar{x})^2}{2 \lg^2 \beta} \right\} d(\lg x). \quad (2.4)$$

Для побудови математичної моделі зношування плунжерної пари використовувалася схема циркуляції абразиву разом з паливом у дизельному двигуні СМД-18 (рис 2.2.).



1 - паливний бак; 2 - фільтр; 3 - плунжерна пара.

Рисунок 2.1 – Принципова схема системи живлення двигуна СМД-18

На схемі рис. 2.1 використані наступні позначення:

Q - витрата палива, що проходить через ПНВТ у камери згоряння. Для паливної системи СМД-18 $Q = 16,7$ л/година;

q - витрата палива, що повертає в бак після проходження через фільтр і дисперсний состав, що має інший, мехпримесей, $q = 25,7$ л/година;

θ_x - швидкість надходження нових порцій мехдомішки з розміром часток x у паливний бак (г/л)/година;

g_{ox} - початкова концентрація механічні домішки з розміром часток x , г/л;

V_0 - ємність паливного бака, л.

Крім того, передбачається, що зазор у плунжерній парі дорівнює a мкм і в процесі роботи збільшується до заданого граничного значення a_{max} мкм. По даним $a_{max} \approx 12,19$ мкм.

У процесі експлуатації дизеля разом з паливом відділяються механічні домішки й, проходячи через фільтр, змінюють свій дисперсний состав. Частина палива q віз-і обертається в бак, інша частина Q попадає в ПНВТ і бере участь у процесі зношування третьових поверхонь.

Одночасно із цим у процесі роботи з різних причин у паливний бак з навколишнього простору надходить повітря, що містить абразивної домішки. Швидкість надходження їх у масовій частці становить θ_x для розміру часток X ., а дисперсний состав може бути кожним. Таким чином, концентрація й дисперсний состав домішки в паливному баці в процесі роботи безупинно змінюється.

Для обчислення зношування плунжера за час одного спорожнювання паливного бака складемо рівняння балансу й урахуємо, що:

- концентрація механічних домішок, що надходять у бак за час Δt становить:

$$\Delta g_{1x} = \theta_x \cdot \Delta t \quad (2.5)$$

де Δt – проміжок часу, с;

θ_x – концентрація мехдомішок, затримуваних фільтром:

$$\Delta g_{2x} = \frac{g_x \cdot K_x}{V_0 - Q \cdot t} (q + Q) \Delta t, \quad (2.6)$$

де K_x - коефіцієнт фільтрації часток розміром x ;

t - час роботи двигуна з моменту заправлення паливного бака;

g_x - концентрація часток, вилучених з бака через плунжерні пари ПНВТ:

$$\Delta g_{3x} = \frac{g_x(1-K_x)}{V_0 - Q \cdot t} Q \cdot \Delta t \quad (2.7)$$

- зміна концентрації монодисперсних часток розміром x за час Δt

становить:

$$\Delta g_x = \Delta g_{1x} - (\Delta g_{2x} + \Delta g_{3x}). \quad (2.8)$$

Підставивши в (2.5) відповідні вираження з (2.6), (2.7) і (2.8) і переходячи до межі при $\Delta t \rightarrow 0$ одержимо диференціальне рівняння:

$$\frac{dg_x}{dt} + \frac{qK_x + Q}{V_0 - Q \cdot t} \cdot g_x = \theta_x, \quad g_x(0) = g_{0x}. \quad (2.9)$$

Загальне рішення рівняння (2.9) має такий вигляд:

$$g_x(t) = g_{0x} \left(1 - \frac{t}{\tau}\right)^{1+\alpha_x} + \theta_x \tau \frac{1 - \frac{t}{\tau}}{\alpha_x} \left[1 - \left(1 - \frac{t}{\tau}\right)^{\alpha_x}\right], \quad (2.10)$$

де $\tau = \frac{V_0}{Q}$ - час спорожнювання бака,

$$\alpha_x = K_x \frac{q}{Q}. \quad (2.11)$$

Підставивши (2.9) в (2.10) і, проінтегрувавши по t у межах від t_1 до t_2 , знайдемо концентрацію абразиву, що пройшов через плунжерну пару за проміжок часу $\Delta t = t_2 - t_1$.

$$\Delta g_x(t_1, t_2) = \frac{\theta_x(t_2 - t_1)}{Q\alpha_x} + \frac{g_{0x} - \theta_x \frac{\tau}{\alpha_x}}{Q(\alpha_x + 1)} \left[\left(1 - \frac{t_1}{\tau}\right)^{\alpha_x + 1} - \left(1 - \frac{t_2}{\tau}\right)^{\alpha_x + 1} \right]. \quad (2.12)$$

Підставивши (2.11) в (2.12) і, переходячи до безрозмірних величин:

$\xi = x/\bar{x}$, $\xi_1 = a/\bar{x}$, $\xi_{\max} = x_{\max}/\bar{x}$ получим:

$$I(t_1, t_2) = k\bar{x} \int_{\xi_1}^{\xi_{\max}} (\xi - \xi_1)^\gamma \exp\left\{-\frac{(\xi - \xi_1)^2}{2\sigma_0^2}\right\} (1 - K_\xi) \times \\ \times \left\{ \frac{\theta_\xi(t_2 - t_1)}{\alpha_\xi} + \frac{1}{\alpha_\xi + 1} \left(g_{0\xi} - \frac{\theta_\xi \tau}{\alpha_\xi} \right) \left[\left(1 - \frac{t_1}{\tau}\right)^{\alpha_\xi + 1} - \left(1 - \frac{t_2}{\tau}\right)^{\alpha_\xi + 1} \right] \right\} d\Phi(\xi). \quad (2.13)$$

де $\sigma_0 = \frac{\sigma}{\bar{x}}$; $\alpha_\xi = K_\xi \frac{q}{Q}$;

x_{\max} – максимальний розмір часток мехдомішок.

Інтегрування можна здійснити за умови, якщо відомі залежності початкової концентрації (дисперсний состав) мехдомішок g_{0y} швидкості їхнього надходження в бак θ_ξ і коефіцієнта фільтрації фільтра, встановленого в паливній системі $K_\xi = K(\xi)$ Розроблена нами програма для розрахунку на ПЕОМ передбачає завдання всіх цих величин для різних ξ .

Всі невідомі коефіцієнти, що входять в (2.13), визначені експериментально за спеціальною методикою за допомогою модельних тертьових з'єднань на машині тертя.

Як треба з (2.13) у процесі роботи зазор a плунжерна пара збільшується на величину сумарного зношування $I_{(t)}$, так що нижня межа інтегрування

$$\xi = \frac{a + I_{(t)}}{\bar{x}} \text{ також зростає.}$$

З обліком цього проміжок часу t , рівний часу спорожнювання бака, розбивається на n проміжків $\Delta t = t/n = t_2 - t_1$, на кожному з яких величина зазору вважалася постійною. Це значить, що на кожному проміжку $\Delta t = t_{k+1} - t_k$ величина зазору була дорівнює

$$a_k = a_0 + I_{k-1},$$

де I_{k-1} – сумарне зношування за $(k-1)$ попередній проміжок .

Моменти часу t_1 і t_2 (або t_1 і t_2+1) можуть лежати в інтервалі від 0 до τ
т. е. $0 < t_1, t_2 < \tau$

Розрахунок зношування за N циклів заправлення бака виробляється по тій же принципі - розраховується зношування I_1 за перший цикл, а нове значення зазору $a+I_1$ є вихідним для розрахунку зношування в другому циклі й т.д.

Реалізація розробленої нами методики, дозволила одержати залежності $I=f(t)$ для різних початкових концентрацій мехдомішок у використовуваному паливі (рис. 2.2), які по суті є графічним відображенням математичної моделі зношування плунжерних пар ПНВТ. Запропонована математична модель зношування плунжерних пар залежно від забруднення біодизельного палива з'явилася вихідним матеріалом для рішення ряду прикладних завдань. Зокрема, маючи у своєму розпорядженні таку модель, можна теоретично обґрунтувати технічні вимоги до чистоти дизельного палива, а також розробити методику прогнозування ресурсу плунжерних з'єднань паливоподаючої апаратури.

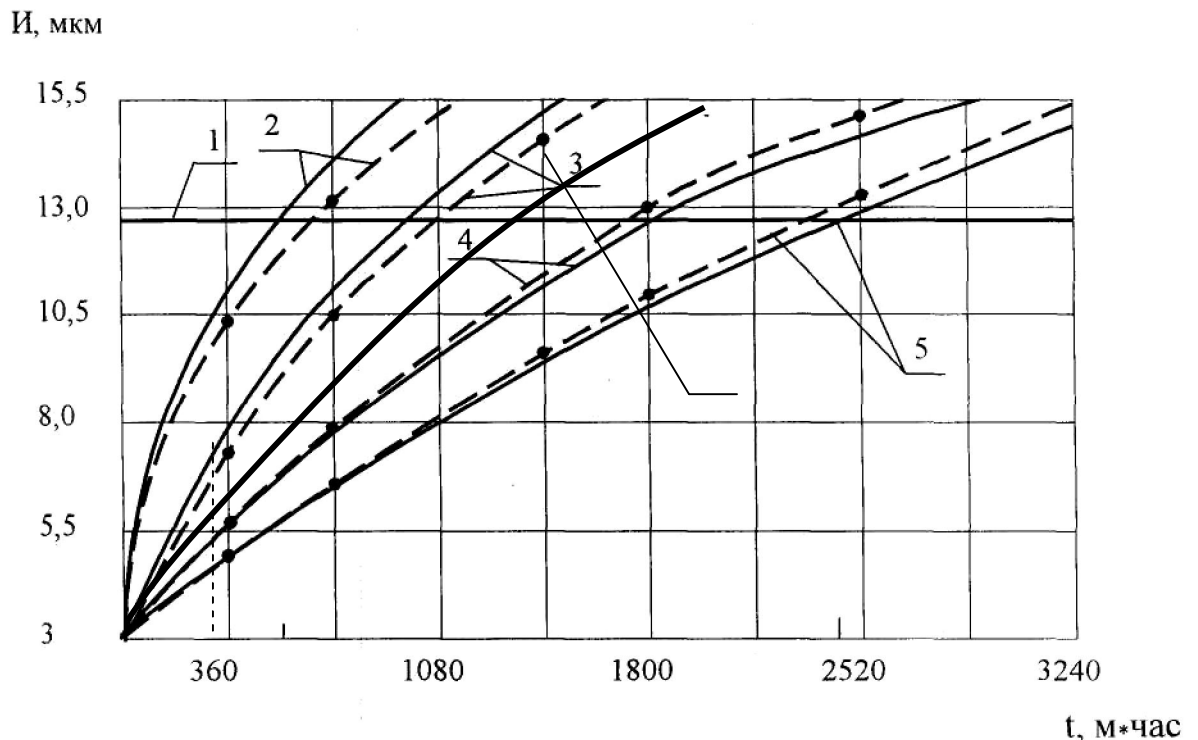


Рисунок 2.2 – Динаміка зношування плунжерної пари ПНВТ двигуна СМД-18 залежно від забруднення палива: 1-граничне значення зазору в плунжерній парі; 2-паливо в умовах поставки; 3, 4 і 5 – паливо, очищене серійним фільтром з тонкістю фільтрації 20 мкм; фільтром-водовідокремлювачем ТРК із тонкістю фільтрації 30 мкм і серійним фільтром; фільтром-водовідокремлювачем ТРК системи живлення ДВС із тонкістю фільтрації 10 мкм і серійним фільтром з тонкістю фільтрації 20 мкм. 6 - вплив біодизеля випробуванні ПНВТ

2.2 Обґрунтування технічних вимог до чистоти біодизельного палива

Наявність обґрунтованих технічних вимог до чистоти дизельного палива є важливим техніко-економічним завданням. По-перше, це дозволить розробити технічні умови на проектування фільтруючих пристроїв, а в других, зіставити витрати на забезпечення зазначених вимог. На практиці забезпечити експлуатацію мобільної сільськогосподарської техніки на паливі, що не містить механічних забруднень, не представляється можливим. А підвищення його чистоти сполучено з додатковими витратами, часом не порівнянними з експлуатаційними витратами, необхідними для підтримки її в працездатному стані.

Обґрунтування показників чистоти дизельного палива повинне базуватися на умові забезпеченні нормованого ресурсу найбільш чутливих до забруднення сполучень, який є прецизійні сполучення паливоподаючої апаратури.

Із цією метою, використовуючи методику випробувань, були отримані залежності швидкості зношування модельних плунжерних пар для різного розміру часток (рис.2.3).

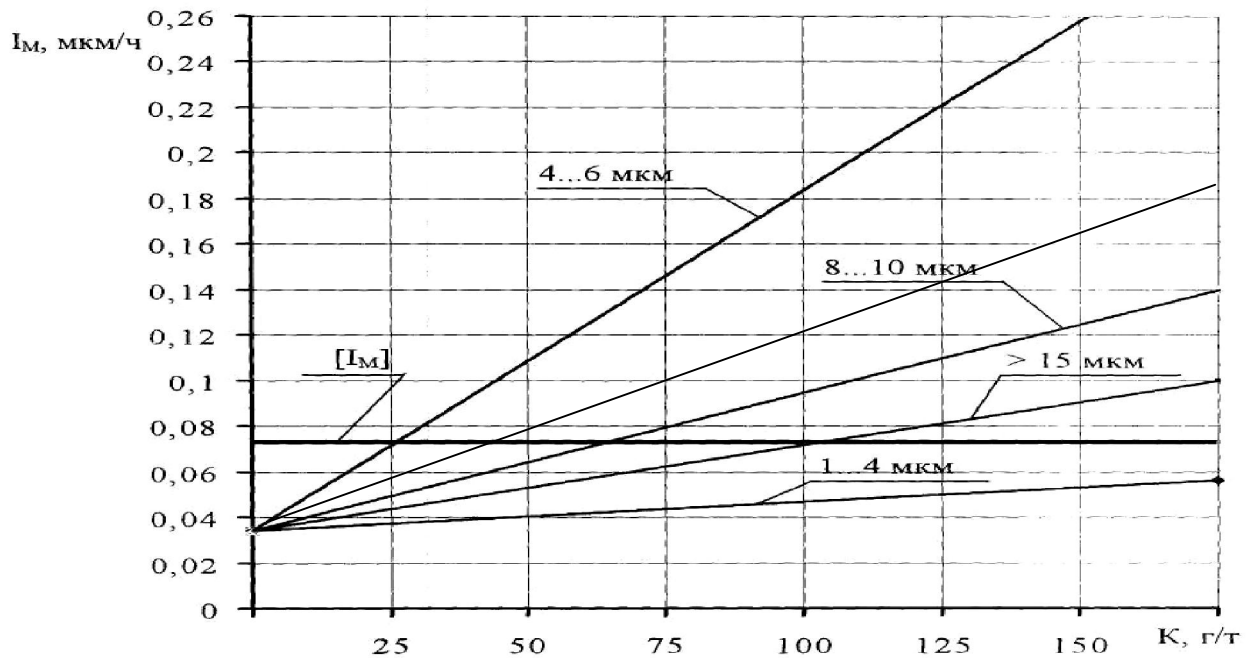


Рисунок 2.3 - Апроксимовані залежності швидкості зношування модельної пари тертя I_M , від масової частки механічних домішок у паливі

Аналіз отриманих залежностей свідчить про те, що для з'єднань із початковим зазором, рівним 3 мкм, найбільш небажаними є механічні частки розміром від 4 мкм до 10 мкм. Це можна пояснити в такий спосіб: початковий зазор у процесі роботи за рахунок пружних і пластичних деформацій шорсткостей поверхневих шарів збільшується, і абразивні частки з розміром більше 4 мкм, потрапляючи в зазор, дробляться й розмелюються. Дробленню сприяє висока твердість матеріалу прецизійних з'єднань (ШХ15), що дорівнює HRC 62...64. Такі частки, потрапляючи в зазор, викликають що дряпає й ріже дію поверхневих шарів зі зняттям стружки. Зі збільшенням концентрації абразивних часток до 150г/т швидкість зношування збільшується майже в 7 разів.

Абразивні частки розміром менше 3 мкм особливі впливи на зношування не роблять. Зношування в цьому випадку, очевидно, пов'язаний з формуванням робочої (оптимальної) шорсткості поверхонь тертя.

Абразивні частки в діаметрі більше 10 мкм не викликають такого посиленого зношування, як частки розміром 4 мкм. Це можна пояснити тим, що розміри таких часток перевищують значення початкового зазору, а отже, у контакт попадає значне число часток, які на вході в зазор розмелюються. При тривалих випробуваннях або експлуатації зазор у сполученні за рахунок зношування постійно збільшується, і великі частки будуть включатися в роботу, викликаючи збільшення швидкості зношування.

Результати зносних випробувань модельних зразків за допомогою масштабних коефіцієнтів були перетворені в залежності сумарного лінійного зношування від часу для натурних з'єднань (рис. 2.4)

Аналіз наведених графіків дозволяє встановити, що досягнення граничного зазору в плунжерній парі, що працює на паливі, у якому відсутні абразивні частки, становить 3000 годин. У той же час при концентрації 100 г/т часток розміром 4...6 мкм час досягнення граничного зазору становить усього 640 годин.

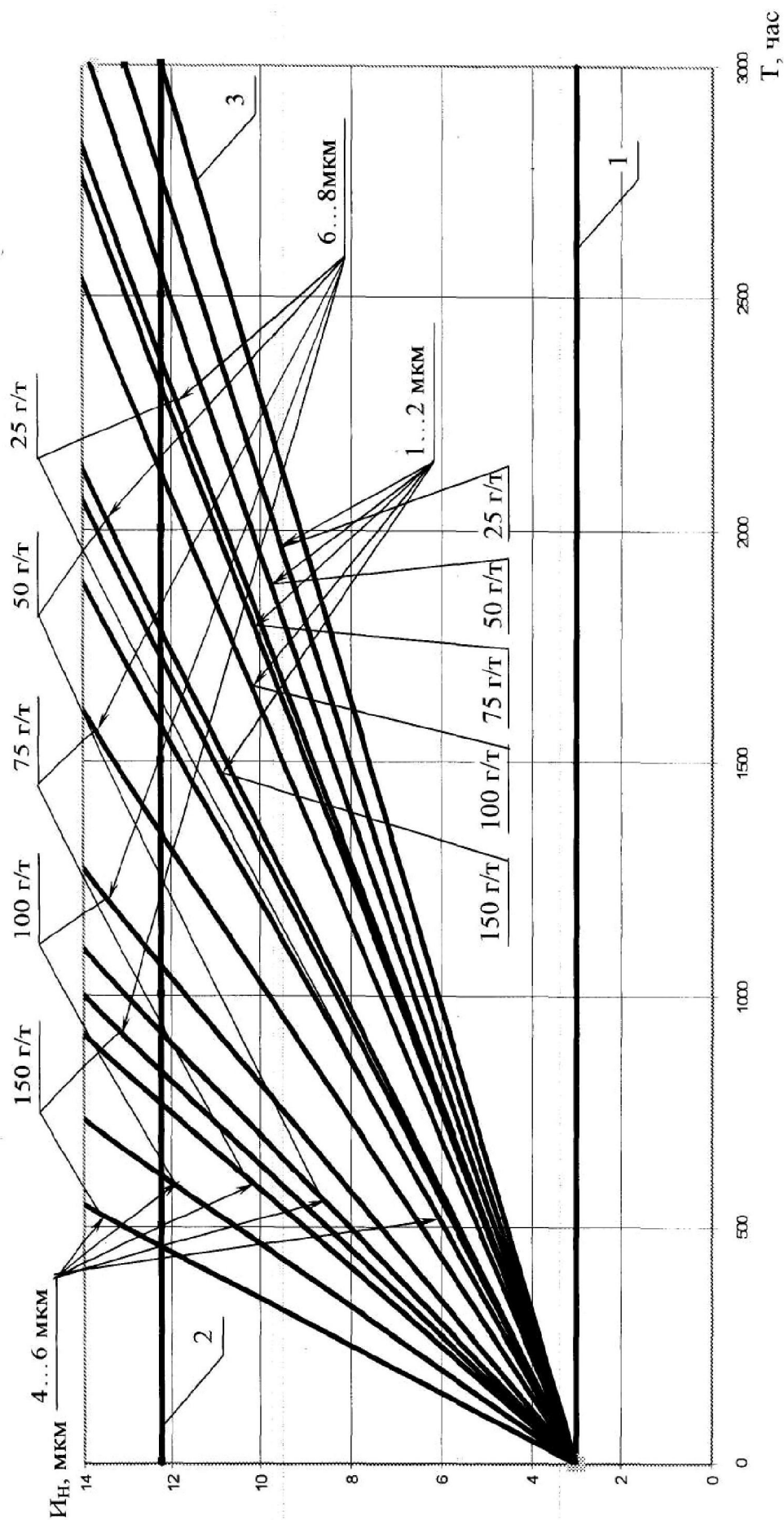
Однак ці дані не дають точної відповіді на питання, які ж повинні бути технічні вимоги до зазначених показників. Для відповіді на це питання правочинно скористатися наступним: значення масової частки механічних домішок у біодизельному паливі функціонально визначають швидкість зношування плунжерної пари. Граничне значення швидкості зношування деталей плунжерної пари з допущеннями можна визначити по формулі:

$$[I_H] = \frac{\Delta a}{T},$$

де a_{max} - граничне значення зазору, $a_{max} = 12,19$ [12];

a_0 - початкові значення зазору;

T - нормований ресурс плунжерної пари, $T = 1500$ година.



1 і 2 - границі початкового й граничного зазору; 3 - $I_n = f(T)$ при вистояному й очищеному фільтрі біодизельним паливом.

Рисунок 2.4 - Динаміка зміни зазору в плунжерній парі в результаті зношування при різній масовій частці й різних розмірах абразивних часток у біодизельному паливі:

Скориставшись раніше викладеною методикою розрахунку швидкості зношування натурної й модельної плунжерних пар, одержимо $[I_M]=0,069 \cdot 10^2$ мкм/година.

Якщо накласти значення граничної швидкості зношування на графік залежностей $I_M=f(K)$, то ординати перетинання горизонтальної прямої, проведеної на відстані $[I_M]$ від осі X із зазначеними залежностями, визначають припустимі значення масової частки механічних домішок у біодизельному паливі.

Так наприклад, припустима масова частка часток розмірної групи 4...6 мкм не повинна перевищувати 25 г/т, для розмірів 8...10 мкм – 62 г/т і для розмірів більше 15 мкм – 100 г/т.

Зважаючи на те, що частки більших розмірних груп у результаті перемелювання в процесі експлуатації здобувають розміри, порівнянні з величиною зазору, те нормованою величиною масової частки механічних домішок у біодизельному паливі для мобільної техніки, на якій використовується біодизель СМД-18, варто вважати 20 г/т. Що стосується обґрунтування технічних вимог до дисперсного состава механічних домішок, те отримані результати дозволяють орієнтовно визначити найнебезпечнішу розмірну групу, що перебуває в межах 4...10 мкм. Однак після обробки результатів досліджень, представлених на рис. 2.4 була отримана серія кривих, характеризуючих залежність швидкості зношування плунжерних пар залежно від розмірів часток механічних домішок, що перебувають у дизельному паливі.

Аналіз наведених на рис.2.5. залежностей дозволяє однозначно затверджувати, що для плунжерної пари ПНВТ двигуна СМД-18 найнебезпечнішими є частки розміром 6 мкм незалежно від їхньої масової частки у біодизельному паливі.

Таким чином, у результаті проведених досліджень встановлено, що припустима масова частка механічних домішок розміром не більше 6 мкм, становить 25 г/т. Зазначені технічні вимоги є вихідними умовами для проек-

тування встаткування для підготовки палива перед заправленням і систем очищення, установлюваних на сільськогосподарській техніці.

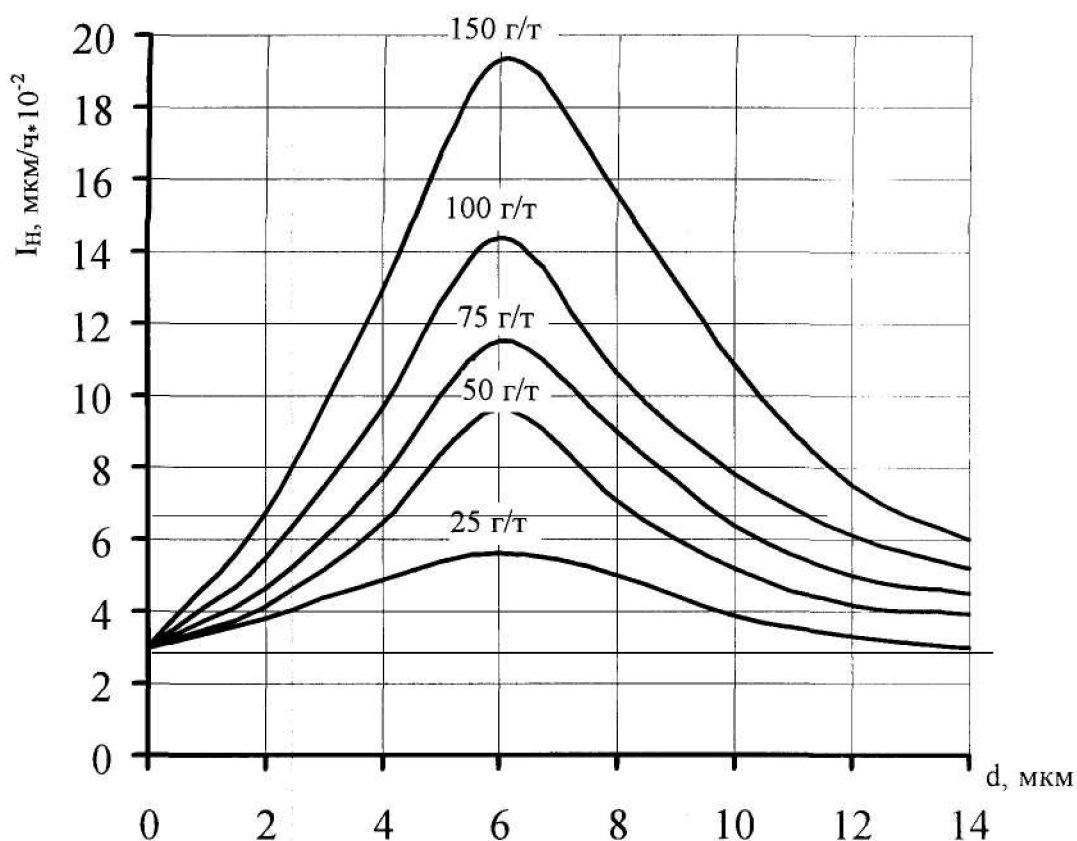


Рисунок 2.5 - Залежності швидкості зношування пари тертя I_H від розмірів часток механічних домішок.

2.3 Структурний аналіз надійності паливної системи дизельного двигуна

МТА в цілому й енергетичний засіб зокрема можна представити у вигляді деякої системи, що складається з ряду підсистем. Як окремо взята підсистема доречно розглянути паливну систему, надійність якої найбільш чутлива до забруднення дизельного палива.

Паливна система двигуна будь-якого енергетичного засобу в тому числі й сільськогосподарському тракторі складається з наступних підсистем,

фільтр грубого очищення; блок фільтрів тонкого очищення; форсунки; паливний насос високого тиску.

Надійність роботи паливної системи залежить від працездатності перерахованих підсистем, які включені в роботу послідовно. Отже, відмова однієї з підсистем, приведе до відмови всієї системи.

Таким чином, перехід паливної системи зі справного стану в несправне можна розглядати як випадковий процес і з погляду математичного опису його можна представити, як марковський. Схематично такий процес можна представити графом станів, рис. 2.6.

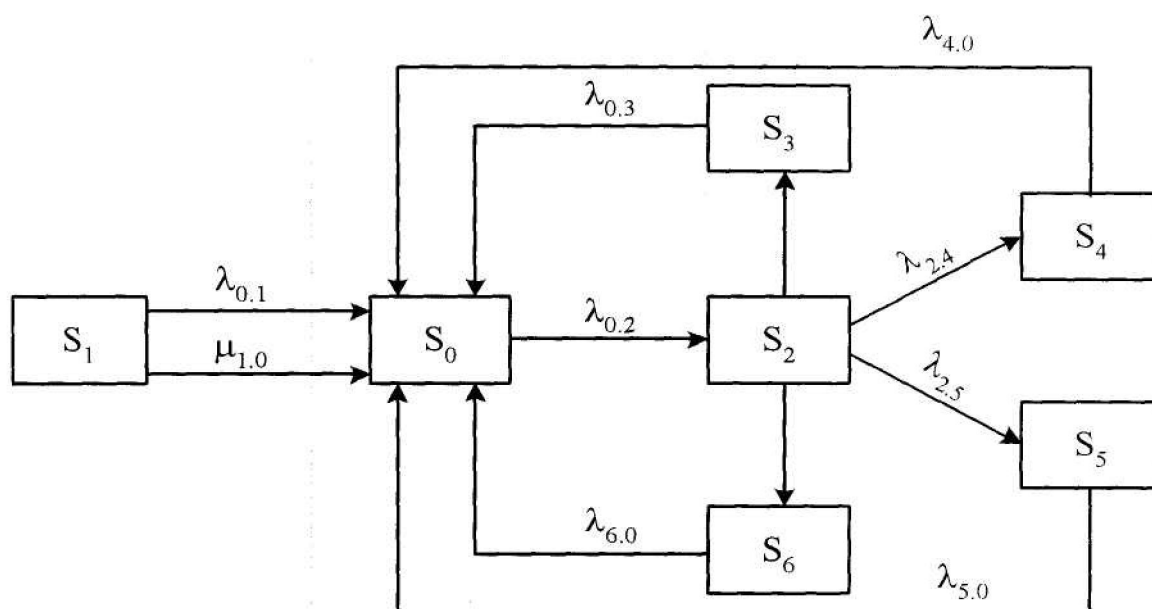


Рисунок 2.6 – Граф станів паливної системи двигуна

Математичний опис цих станів можна здійснити за допомогою ймовірностей стану, які в загальному випадку є функціями часу й можуть бути визначені із системи диференціальних рівнянь Колмогорова [31].

Визначивши ймовірності станів, $P_0(t)$, $P(t)$, ... $P_6(t)$ паливної системи і її елементів можна обчислити комплексний показник її надійності, що за інших рівних умов характеризує коефіцієнт готовності K_r у цілому машинно-тракторного агрегату.

Для аналогічного графа станів який описаний у роботі [17] коефіцієнт готовності K_r паливної системи можна визначити по формулі:

$$K_2 = \frac{\lambda_{2.3} + \lambda_{2.4} + \lambda_{2.5} + \lambda_{2.6}}{\lambda_{2.3} + \lambda_{2.4} + \lambda_{2.5} + \lambda_{2.6} + \left(\frac{\lambda_{02}}{1 + \frac{\lambda_{01}}{\mu_{1.0}}} \right) \cdot \left(1 + \frac{\lambda_{2.3}}{\lambda_{3.0}} + \frac{\lambda_{2.4}}{\lambda_{4.0}} + \frac{\lambda_{2.5}}{\lambda_{5.0}} + \frac{\lambda_{2.6}}{\lambda_{6.0}} \right)}$$

де λ_{ij} і $\mu_{1.0}$ – інтенсивність подій переходу паливної системи і її елементів у різні стани.

Для розрахунку інтенсивностей переходів можна скористатися співвідношеннями наведеними у формулі:

$$\lambda_{ij} = (\bar{T}_{ij})^{-1}, \mu_{10} = (\bar{T}_{10})^{-1},$$

де T_{ij} – середній час проведення і-й операції для j-й підсистеми.

З аналізу формули (2.27) треба, що зменшення часу, що витрачає на проведення різних операцій пов'язаних з відновленням працездатності паливної системи є шлях для підвищення її коефіцієнта готовності. Очевидним є те, що одним зі шляхів підвищення K_r може бути збільшення строків заміни фільтрів і підвищення ресурсу прецизійних з'єднань ПНВТ і форсунок, за рахунок забезпечення необхідної чистоти біодизельного палива використовуючи резервні очисники, біодизельного палива при заправленні його в баки мобільної сільськогосподарської техніки.

3 ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ БІОПАЛИВА НА РОБОТУ ТА НАДІЙ- НІСТЬ ПАЛИВНОЇ АПАРАТУРИ ДИЗЕЛІВ

Програма експериментальних досліджень передбачає виконання наступних робіт:

1. Дослідження показників призначення та функціонування біопалива для дизельних тракторів.
2. Вивчення впливу чистоти біодизельного палива на функціональну стабільність мобільних сільськогосподарських агрегатів.
3. Розробити методику зносних випробувань ПНВТ з використанням біопалива.
4. Розробка експериментального обладнання (стенда) для випробування ПНВТ на зносостійкість з дослідженням біопалива.

3.1 Оцінка функціональних показників біодизельного палива.

У лабораторії ПММ каф МВЗ були проведені експериментальні дослідження показників: температура спалаху; визначення кислотності й лужності палива; в'язкість; кислотне число; корозійність.

Показники чистого біопалива:

Температура спалаху – 120°C ;

Наявність кислот і лугу - присутні (рис.3.1);

В'язкість – 6,62 сантистоксів при температурі 20°C (рис. 3.2);

Корозійність – впливає на руйнуванням деталей двигунів та паливної системи при контакті з паливом.



- 1- пофарбовано жовтогарячим кольором.
2- пофарбовано малиновими кольорами.

Рисунок 3.1 – Наявність кислот і лугів у чистому біопаливі



Рисунок 3.2 – В'язкозиметр при визначенні в'язкості біопалива

Результати лабораторних досліджень зведені в таблицю 3.1

Таблиця 3.1 – Результати досліджень

Показник	Біопаливо в чистому виді
Температура спалаху, T С°	120
Кислотність і лужність	присутні
Кислотне число (в мг)	0,6
Корозійність	+

Таблиця 3.2 – Вплив температури та складу біопалива на його показники

f концентрація	Показники		
	Температура палива, T _п С°	в'язкість γ	Температура спалаху, T _с С°
1	2	3	4
10 % біопалива	5	3,90	45
	10	3,70	42
	15	3,68	41
	20	3,38	40
	25	3,15	36
20 % біопалива	5	4,00	46
	10	3,95	42
	15	3,85	41
	20	3,38	40
	25	3,17	36
50 % біопалива	5	7,70	76
	10	6,00	68
	15	5,00	61
	20	4,15	57
	25	4,00	55

1	2	3	4
100 % біопалива	5	11,13	135
	10	9,16	130
	15	8,15	125
	20	6,75	120
	25	6,62	120

3.2 Методика виміру параметрів забруднення біодизельного палива

Методика відбору проб палива.

Відбір проб дизельного палива при його транспортуванні й зберіганні здійснювався відповідно до ГОСТ 2517-80 "Нафта й нафтопродукти. Відбір проб. Стандартної методики, що регламентує порядок відбору проб біодизельного палива із системи живлення ні, тому проби відбиралися в характерних крапках, де змінюється зміст забруднень, а саме: з паливного бака, після ФТО й після ФГО.

Проби палива з паливних баків відбирали чистими гумовими шлангами з різних рівнів (0,25; 0,5; 0,75) висоти паливного бака.

Відбір проб після ФГО й після ФТО проводився за допомогою ізокінетичного пробовідбірника (мал. 3.1) з регульованою витратою палива, що встановлювався на місце штуцерів паливопроводів. Показність відібраної проби, що, досягається за рахунок рівності швидкостей потоку палива в паливопроводі системи живлення двигуна й у трубці пробовідбірника, тобто відбір проб виробляється в ізокінетичному режимі, що забезпечує однаковий зміст забруднень у паливопроводі системи живлення й у відбирає проби, що зазначений пробовідбірник можна використати й для відбору проб у статичних умовах (наприклад, з паливного бака).

Відбір проб палива проводився при сталому режимі роботи, при номінальній частоті обертання колінчатого вала.

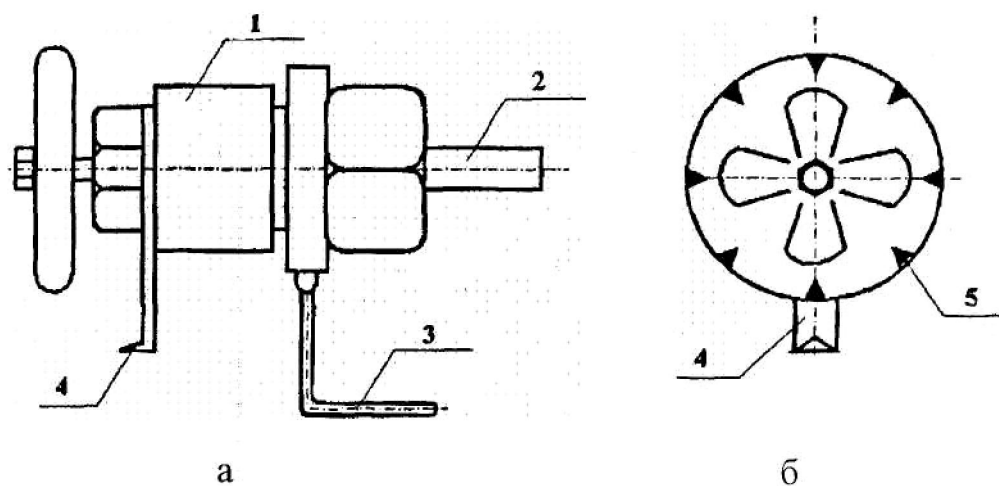
Для виключення контакту палива, що відбирає, із забрудненим атмосферним повітрям відбір проб вироблявся закритим способом у спеціальну колбу (рис. 3.4). Колба оснащена гумовою пробкою й патрубками діаметром 8 мм для підключення гумових шлангів, через які здійснюється попереднє промивання колби при відборі проби.

Для одержання достовірних результатів мінімальна кількість аналізів, що забезпечують вірогідність отриманих даних, визначається по довірчій імовірності α й припустимій відносній помилці виміру s . Кількість необхідних аналізів визначається по формулі :

$$N = [(X_i * V_i) / \epsilon]^2 \quad (3.1)$$

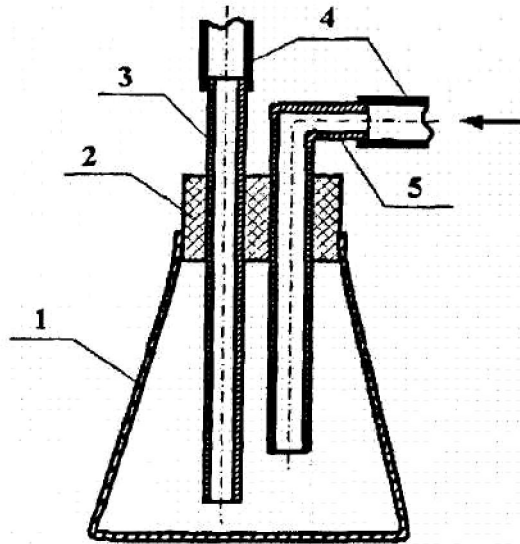
де V_i – коефіцієнт варіації;

X_i – коефіцієнт, що залежить від довірчої ймовірності α_i визначається по таблицях [27, 25, 26].



а - загальний вид; б - схема регулювального пристрою: 1 - кутовий вентиль; 2 - приєднувальний штуцер; 3 - паливовідводна трубка; 4 - показчик початку відліку; 5 - регулювальна шкала

Рисунок 3.3 – Ізокінетичний пробовідбірник:



1 - скляна колба; 2 - гумова пробка; 3 - вертикальний патрубок; 4 - гумовий шланг;
5 - Г- подібний патрубок

Рисунок 3.4 – Колба для закритого відбору проб палива:

Коефіцієнт варіації V_i визначається на підставі результатів попереднього аналізу 6...8 проб палива.

Припустима відносна помилка вимірів ε_i пов'язана з точністю використовуваних при аналізі приладів. Приймаємо $\varepsilon_i = 10\%$. Довірчу ймовірність a вибираємо з умов достатньої показності результатів дослідження. Для розглянутих умов приймаємо $\varepsilon_i = 0,9$. У момент відбору фіксувалися температура, щільність палива й атмосферний тиск.

Визначення дисперсного состава забруднень у біодизельному паливі.

Для визначення розміру й кількості часток механічних домішок використовуються різні методи.

У дійсній роботі визначення дисперсного состава забруднювачів біодизельного палива проводилося рахунковим методом за допомогою автоматичного аналізатора розміру й числа часток системи ПМС фірми "Millipore" (США) [1].

Прилад складається з декількох блоків, які можна групувати різноманітними способами для визначення характерних розмірів і числа часток. Він

включає: оптичний мікроскоп з телевізійною камерою; комп'ютер; монітор і блок регулювання.

Оптичний мікроскоп працює по методу світлого поля в минаючому світлі. Максимальне збільшення мікроскопа 1200^x , а розв'язна здатність від 0,3 мкм. Рахунок часток виробляється від 1 мкм при збільшенні в 500 разів. Точність виміру горизонтальної проекції частини всього поля по максимальній хорді становить $\pm 2\%$.

Методика готування проб включає три етапи роботи: підготовка апаратури й матеріалів; відбір проб палива на мембранні фільтри; визначення дисперсного состава на приладі ПМС.

Телевізійна камера детектує зображення, що у вигляді сигналу, проєктованого комп'ютером, подається на екран монітора. Різні характерні параметри часток вимірюються й передаються для обробки комп'ютером з метою визначення: розміру часток (мкм); кількості часток (шт); процентного вмісту часток.

Для одержання достовірних результатів у кожному фільтрі при збільшенні в 500 разів приладом проглядалося 10 полів зору з таким розрахунком, щоб сумарне число перелічених і обмірюваних часток було не менш 2000 шт.

Визначення масового змісту механічних домішок у біодизельному паливі.

Масовий зміст механічних домішок у пробі палива визначалося за ГОСТ 10577-78 з наступними вдосконаленнями й доповненнями:

а) біодизельне паливо (0,4 л.) фільтрується через мембранний фільтр №5 ТОГТ 8985-59 (за ГОСТ 10577-78 - мембранний фільтр № 4), що має середній діаметр пор 1,2 мкм.;

б) для скорочення часу доведення мембранних фільтрів до постійної маси їх попередньо піддавали водно-термічній обробці;

в) мембранний фільтр промивався ізооктаном або бензином до зникнення слідів дизельного палива;

г) після промивання мембранний фільтр із осадом необхідно довести до постійної ваги висушуванням у сушильній шафі або термостаті при температурі 323...343 С⁰.

Фактичний зміст механічних домішок визначалося як середнє арифметичне трьох паралельних проб. Погрішність виміру між паралельними визначеннями не перевищувала 15% від середнього арифметичного значення. Чутливість методу 0, 0001 %.

Визначення масового змісту забруднень у відстої дизельного палива проводилося за ГОСТ 6370-73.

3.3 Методика випробувань на зношування прецизійних з'єднань паливної апаратури

Метою даних досліджень є вивчення впливу біодизельного палива на процес зношування прецизійних з'єднань паливоподаючої апаратури й оцінка адекватності математичної моделі на прикладі плунжерних пар ПНВТ двигуна СМД - 18.

Розробка даної методики базувалася на виконаних роботах, пов'язаних із класичними методами експериментальних досліджень тертя [30]. Згідно робіт [3] при випробуваннях на зносостійкість використався системний підхід до рішення поставлених завдань. Як відзначалося в роботі, для рішення таких завдань із використанням системного підходу потрібно врахувати чотири основні групи параметрів системи і їхнього взаємозв'язку.

Цими групами є: технічна функція системи (вузла тертя); робочі змінні; структура вузла тертя; робочі характеристики (зношування).

Під технічною функцією плунжерної пари, як трибосистеми, розуміється забезпечення руху з мінімальним зношуванням і механічними втратами, зберігаючи геометрію сполучення.

Робочими змінними є: навантаження й швидкість ковзання; робочі площі тертя рухливого й нерухомого елементів вузла тертя; обсяги, що лежать під робочими площами; матеріали рухливого й нерухомого елементів (плунжера й втулки); властивості, що змазують, робітничого середовища (дизельне паливо).

У даних дослідженнях фактор мастильного середовища (дизельне паливо) є основним і варіюється. Зв'язано це з тим, що різні типи фільтрів забезпечують різну якість очищення біодизельного палива, а, отже, будуть і різні ступені впливу на зношування плунжерних пар.

Як об'єкти дослідження при розгляді завдань роботи були обрані матеріали, з яких виготовляють плунжерні пари паливних насосів високого тиску. Плунжерні пари таких насосів (як втулка, так і плунжер) виготовляють із загартованих сталей ШХ15 (HRC 62-64).

При виборі експериментальної установки й засобів реєстрації параметрів тертя модельних зразків плунжерної пари виходили з важливості використання при випробуваннях серійних машин тертя [13] і типових зразків, що дозволяє зіставляти без перерахунків результати, отримані різними дослідниками.

Результати випробувань, отримані на різних іспитових установках, значно розрізняються, що утрудняє їхній аналіз і порівняння. Факторами, відповідальними за розкид результатів, є коефіцієнт взаємного перекриття, рівень вібрації самої іспитової установки й ряд інших причин [13].

Пари тертя виготовлялася зі сталі ШХ15. Робоча площа тертя нерухомого кільця становила 3×10 м², робоча площа рухливого кільця зменшена за рахунок вирізів на 80% від повної площі (рис 3.5). Якщо з даних елементів скласти пару тертя, то коефіцієнт взаємного перекриття пари складе 0,2. За допомогою такої пари моделюється робота вузла тертя «плунжер-втулка». Методика випробувань для такої кінематичної схеми стандартизована.

Випробування проводилися відповідно до ГОСТ 23.224 - 86 «Забезпечення зносостійкості виробів» по групі А. Група А - порівняльні експрес ви-

пробування, сутність яких складається у визначенні співвідношення інтенсивності зношування певних матеріалів пара тертя (у цьому випадку сталь ШХ15) у різних мастильних середовищах (у цьому випадку очищене й неочищене дизельне паливо). Випробування проводяться при заздалегідь установлених ідентичних умовах (навантаження й швидкість ковзання постійні).

Перед установкою на машину тертя зразки шліфувалися й притиралися за загальноприйнятою методикою ГОСТ 23.210-80. Шорсткість робочої поверхні доводила до Ra 0,16. З метою виключення мікрорізання гострі крайки притуплялися до $R = 0,5$ мм.

Для підвищення відтворюваності результатів застосовували попереднє приробляння зразків, що мала мета забезпечити сполучення поверхонь тертя, що характеризуються слідами тертя, на площі не менш 90 % робочої поверхні тертя кожного зразка.

Подача дизельного палива в зону тертя здійснювалася самопливом з видаткової ємності з годинною витратою 2 кг/год; після проходження зони тертя дизельне паливо зливалось й більше в зону тертя не поверталось (щоб виключити вплив нагромадження часток зношування у випробуваному паливі).

У роботі [32] наведений аналіз існуючих методів визначення зношування. Найбільш прийнятним для рішення поставленої нами завдання є метод штучних баз, що дозволяє визначати лінійне зношування кожного зі зразків пари тертя. Використання даного методу визначене ГОСТ 23.301-78, а сутність методики виміру зношування викладене в [31].

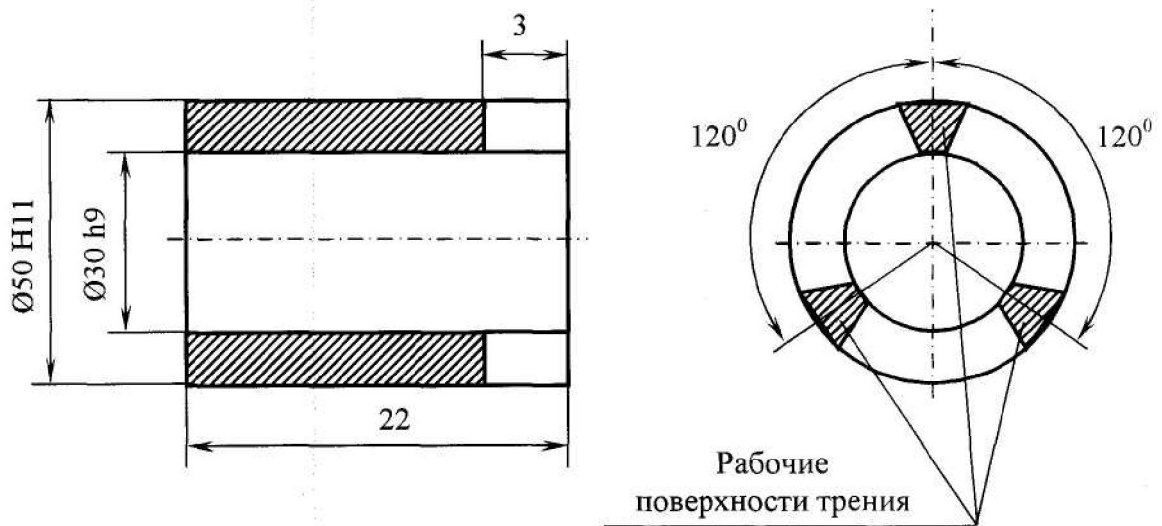


Рисунок 3.5 – Ескіз рухливого кільця модельної пари тертя

Відповідно до мети дослідження в якості варіаційного фактора при випробуванні пари тертя на зношування обрана концентрація в мастильному середовищі абразивних часток і розподілу їх по розмірах. Як абразивне середовище був обрано кварцовий пісок напівкруглої форми, що за допомогою сит був розділений на групи по дисперсності. У результаті просівання піску через сито отримані наступні розмірні групи:

$$d_{cp} = 1...2 \text{ мкм}; d_{cp} = 4...6 \text{ мкм}; d_{cp} = 8...10 \text{ мкм}; d_{cp} \text{ більше } 15 \text{ мкм}.$$

Вимір середнього діаметра часток проводилися на оптичному мікроскопі МІМ - 8 з точністю відліку 1 мкм.

Після класифікації по дисперсності абразив додавався в дизельне паливо в наступних концентраціях (для кожної з розмірних груп):

$$Z_1 = 25 \text{ г/т}; Z_2 = 50 \text{ г/т}; Z_3 = 75 \text{ г/т}; Z_4 = 100 \text{ г/т}; Z_5 = 125 \text{ г/т}; Z_6 = 150 \text{ г/т}.$$

Перед додаванням абразиву в паливо воно проходило наступну підготовку. Паливо відстоювалося в плинні 10 доби, потім фільтрувалося через мембранний фільтр із тонкістю фільтрації 0,9 мкм.

Випробування, проведені на такому паливі (очищене, але без додавання абразивних часток), вважаються еталонними, з якими надалі рівняються отримані експериментальні дані по зношуванню.

Для експериментальної перевірки адекватності математичної моделі процесу зношування прецизійних з'єднань були наведені дослідження, методика яких передбачала ряд спеціальних прийомів.

Один з методичних прийомів полягав в тім, що на основі результатів прискорених триботехнічних випробувань, використовуючи теорію подоби, був установлений часовий масштаб, що дозволяє зіставляти результати експериментальних досліджень із розрахунковими на будь-якому тимчасовому відрізку, що відповідають реальним умовам експлуатації.

Для визначення ресурсу плунжерних пар ПНВТ за результатами лабораторних випробувань, їхніх моделей були використані положення теорії подоби й моделювання [18]. Згідно [18] для розрахунку часу натурних випробувань у межах ресурсу t , коли зношування плунжерної пари досягає величини зношування, отриманого на моделі, використається наступна формула:

$$t_H = t_M \left(\frac{N_M}{N_H} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{V_M}{V_H} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{K_{\phi H}}{K_{\phi M}} \right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{\alpha_{ВТН}}{\alpha_{ВТМ}} \right)^{\frac{7}{3}} \left(\frac{A_{уср_n}}{A_{уср_m}} \right)^{\frac{1}{3}} \left(\frac{Q_H}{Q_M} \right)^{\frac{1}{3}}, \quad (3.2)$$

де t_H і t_M - відповідно ресурс натурної пари тертя й модельної при їхньому однаковому зношуванні, година;

N_H і N_M - навантаження на натурній і модельній парах тертя, Н;

V_H і V_M - швидкість ковзання натурної й модельної пар тертя, м/с;

$K_{\phi H}$ і $K_{\phi M}$ - коефіцієнти форми натурної й модельної пар тертя.

$$K_{\phi} = \frac{S_H}{V_{\Pi} + \frac{V_H \cdot S_{\Pi}}{S_H}}, \quad (3.3)$$

де S_{Π} і S_H - площі рухливого й нерухомого кілець, м²;

V_{Π} і V_H - обсяги під площами тертя відповідно рухливого й нерухомого кілець, м³;

$\alpha_{ВТН}$ і $\alpha_{ВТМ}$ - коефіцієнти загасання ультразвукових коливань у матеріалах натурної й модельної пар, які характеризують внутрішнє тертя матеріалів;

$A_{усп.н}$ і $A_{усп.м}$ - критерії оцінки властивостей, що змазують, дизельного палива, застосовуваного при випробуванні натурної й моделі, Дж/м³:

$$A_{усп} = \frac{\mu N L_{тр}}{V_{изн}}, \quad (3.4)$$

де N - нормальне навантаження;

$L_{тр}$ - шлях тертя;

μ - коефіцієнт тертя;

$V_{изн}$ - обсяг зношеного матеріалу;

$Q_{п}$ і $Q_{н}$ - витрата дизельного палива (мастильного середовища) через вузол тертя натурної й моделі відповідно.

З обліком того, що матеріали, що змазують властивості біодизельного палива (з урахуванням наявності в ньому забруднень) у натурної й моделі однакові, то

$\left(\frac{\alpha_{ВТН}}{\alpha_{ВТМ}}\right)^{\frac{7}{3}}$ і $\left(\frac{A_{усп.н}}{A_{усп.м}}\right)^{\frac{1}{3}}$ дорівнюють одиниці.

Тому для визначення ресурсу плунжерної пари формулу (3.6) можна записати у вигляді:

$$t_H = t_m \cdot K, \quad (3.5)$$

$$K = \left(\frac{400}{5}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{0,5}{0,24}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{70}{1,52}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{15}{2}\right)^{\frac{1}{3}} = 80,1, \quad (3.6)$$

Чисельний розрахунок коефіцієнта K дає:

$$K = t_m \left(\frac{N_m}{N_n}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{V_m}{V_n}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{K_{\phi_n}}{K_{\phi_m}}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{Q_n}{Q_m}\right)^{\frac{1}{3}},$$

При визначенні швидкості об'ємного зношування масштабний коефіцієнт визначається аналогічно

$$I_{VH} = \left(\frac{N_H}{N_M}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{V_H}{V_M}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{K_{\phi M}}{K_{\phi H}}\right)^{\frac{2}{3}} \left(\frac{Q_M}{Q_H}\right)^{\frac{1}{3}} \cdot I_{VM} = 0,0774 \cdot I_{VM}, \quad (3.7)$$

Залежність (3.7) можна виразити через швидкість лінійного зношування I , мкм/година. Таку величину зручно застосовувати при прискорених випробуваннях. З обліком того, що швидкості об'ємного й лінійного зношування зв'язані між

собою площами контакту, можна записати

$$I_V = \frac{I \cdot S}{\tau} = I \cdot S, \quad (3.8)$$

де I – лінійне зношування в сполученні, мм;

S – площа тертя, мм²;

τ – час випробування, ч.

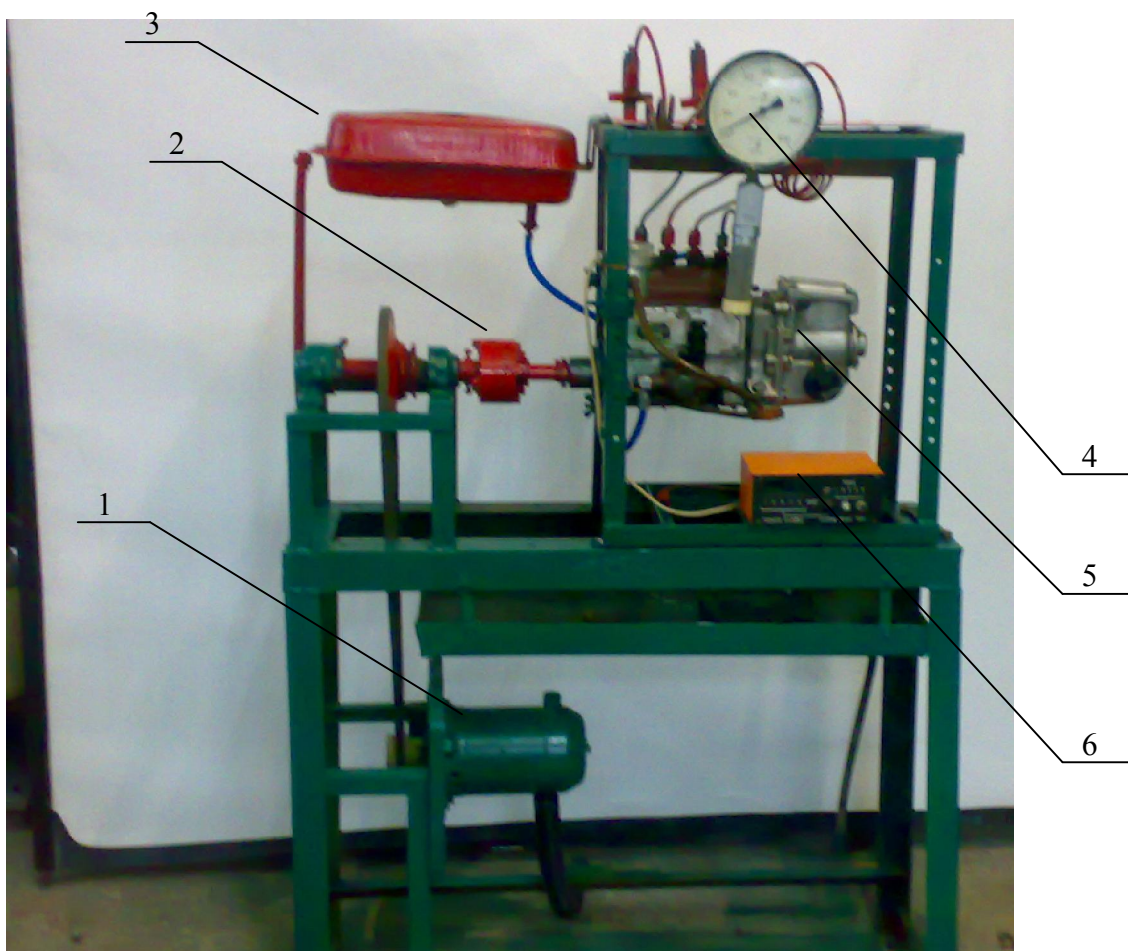
Підставивши вираження (3.5) в (3.7) з обліком того, що $S_H = 734,7$ мм², а $S_M = 847$ мм² одержимо:

$$I_H = 0,0892 \cdot I_M, \quad (3.9)$$

Формули (3.1) і (3.9) призначені для фізичного моделювання при випробуваннях впливу забруднення біодизельного палива на зношування плунжерних пар. Виконавши лабораторні випробування фізичної моделі третьової пари з використанням як змащувальне середовище біодизельне паливо різного ступеня забруднення, можна визначити швидкість зношування в моделі I_M і перерахувати ці дані стосовно до натурної плунжерної пари I_H .

3.4 Обладнання для проведення експериментальних досліджень

Для проведення досліджень впливу біопалива на показники функціонування ПНВТ і деякі показники надійності, які проводилися на кафедрі „Машиновикористання в землеробстві” ТДАТУ був створений експериментальний зразок стенда для ресурсних випробувань, що складається з: рами, на якій установлений електродвигун і за допомогою пасової передачі обертає вал паливного насоса. Загальний вид стенда із приладами представлені на мал. 3.3 і мал. 3.4 У ПНВТ іде подача палива з бака, обсяг якого 10 л. система повністю замкнута, однак кожні 10 годин випробувань проводиться заміна використовуваного палива.



1 – електродвигун; 2 – муфта приводу насоса; 3 – бак; 4 – прилад КИ-4208; 5 – ПНВТ марки 4УТНМ-18Н; 6 – прилад КИ-5830.

Рисунок 3.6 – Вид експериментального стенда із приладами

Для проведення такого експерименту використовувався комплекс методик.

1) *Методика підготовки до експерименту.*

При підготовці до проведення експериментального дослідження насос № 33107, марки 4УТНМ-18Н (двигун СМД-18) був випробуваний на стенді КИ-921М кафедри ремонту машин, а також було зроблене часткове розбирання паливного насоса для визначення показників гідро щільності прецизійних пар. Результати випробувань представлені в таблиці 3.1 і 3.2.

Таблиця 3.3 – Величина циклової подачі

Вимірюваний параметр	Секції ПНВТ			
	1	2	3	4
Величина циклової подачі, мм ³ /цикл $n_{\min} = 950 \text{ хв}^{-1}$	15	15	15	15
Величина циклової подачі, мм ³ /цикл $n_{\text{ном}} = 2200 \text{ хв}^{-1}$	22	21	22	23

Таблиця 3.4 – Показники гідрощільності прецизійних пар

Фактичний показник	
час обпресування, з	група щільності
25...30	5

Всі чотири плунжерні пари витримали випробування гідрощільності.

2) *Методика проведення випробувань.*

Результати випробувань заносилися в журнал випробувань. У журналі фіксувалися показники: t_b – температура повітря; Δt – зміна температури палива; γ – вологість повітря; P – атмосферний тиск; $P_{\text{на.пр.}}$ - тиск у надплунжерному просторі; ω^{-1} - частота обертання вала насоса; G_T – витрата палива насосом, на номінальному режимі обертання.

3) Методика проведення випробувань:

1. Перевірити підключення напруги до стенда.
2. Перевірити живлення приладів.
3. Включити електродвигун.
4. Установити частоту обертання вала ПНВТ на 1200 хв^{-1} , що відповідає мінімальному холостому ходу роботи двигуна.
5. Зняти значення: t_b , Δt , γ , P .
6. Дані занести в журнал випробувань.
7. Через 5 хвилин роботи стенда змінити частоту обертання вала насоса до $20\% \omega^{-1}$ від номінального тобто вийти на перший щабель випробувань.
8. Випробування насоса перевірити в часі, результати представити в таблиці (3.5) годинного циклу випробування.
9. Дотримувати повторності циклів випробувань у день 10 циклів.
10. Показник тиску палива розвиває кожної із плунжерних пар знялося 1 раз в 10 годин випробувань.

Таблиця 3.5 – Приклад одногодинного випробування

№	T хв.	ω^{-1} хв ⁻¹	$\omega^{-1} / \omega_H^{-1}$ %	t_T С°	t_b С°	G_T кг/год	$P_{\text{на.пр}}$ МПа	γ %	P мм.рт. ст.
1	5	1200	0	20	19	-	0,15	60	735
2	8	880	20	20	19	0,300	-	-	-
3	9	1320	30	-	-	-	-	-	-
4	6	1760	40	20	18	2,200	-	-	-
5	8	2200	50	20	19	2,900	-	-	-
6	7	2640	60	20	19	3,430	-	-	-
7	7	3080	70	20	19	5,700	-	-	-
8	5	4400	ном	20	18	7,100	-	-	-
9	5		100	-	-	-	-	-	-
Резу- льтат	60			20	19	21,630	0,15	60	735

4) *Методика приготування суміші для випробувань і вимоги до приготування суміші біодизельного палива.*

У бочку, обсягом 10 літрів перемішуємо дизельне паливо - 50% і 50% біопалива. Після чого суміш ретельно розмішуємо. Щодня випробувань суміш у діючому стенді замінювалася, а використане паливо збиралося в окрему ємність. Загальний обсяг суміші, що був необхідний для проведення таких випробувань склав 60 літрів біодизеля.

Після проведення циклу випробувань, приводимо результат у таблицю 10 ти вартових результатів.

Таблиця 3.6 – Приклад 10-ти годинного випробування

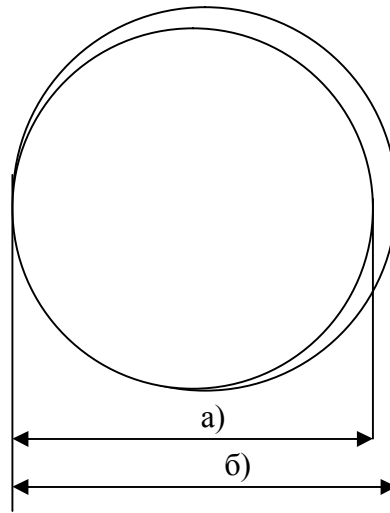
№	T мін.	ω^{-1} мін ⁻¹	$\omega^{-1} / \omega_H^{-1}$ %	t _T С°	t _B С°	G _T кг/година	P _{на.пр} Мпа	γ %	P мм.рт.ст.
1	10	4400	ном	20	19	21	0,15	60	735

Таблиця 3.7 – Величина циклової подачі

Вимірюваний параметр	Секції ПНВТ			
	1	2	3	4
Величина циклової подачі, мм ³ /цикл n _{мін} = 950 хв ⁻¹	12	11	10	12
Величина циклової подачі, мм ³ /цикл n _{ном} = 2200 хв ⁻¹	19	18	17	19

Результат оцінки якості розпилю форсунки.

Результати показали, що в'язкість біодизеля впливає на якість розпилю форсунки (рис.3.3)



а) Біодизель при температурі 20°C; б) біодизель при температурі 15°C
Рисунок 3.3 – Зміна діаметру розпилю форсунки.

3.5 Аналіз результатів експериментальних досліджень

3.5.1 Результати теоретичних досліджень забрудненості біодизельного палива.

За допомогою математичного моделювання процесу фільтрування палива обґрунтовані технічні вимоги до чистоти біодизельного палива, яке може використовуватися в мобільній сільськогосподарській техніці, а так само розроблена методика прогнозування ресурсу плунжерних пар ПНВТ. Так, наприклад, припустима масова частка механічних часток у біодизельном паливі розмірами 4...6 мкм не повинна перевищувати 25 г/т, для розмірів 8...10 мкм - 62 г/т, а для розмірів більше 15 мкм - 100 г/т. Розрахунок ресурсу плунжерних пар за допомогою запропонованої методики на прикладі ПНВТ двигуна СМД-18 дозволив установити, що при використанні біодизельного палива в стані поставки плунжерні пари до капітального ремонту забезпечують нормальну працездатність у плинні 950 мотогодин. За умови попереднього очи-

щення біодизельного палива фільтром з тонкістю очищення 20 мкм і коефіцієнтом фільтрації близьким до одиниці, ресурс плунжерних пар становить 2350 мотогодин. Це дозволило рекомендувати передбачати в регламенті технічного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки операцію попередньої підготовки дизельного палива перед заправленням у паливні баки, що забезпечує технічні вимоги, пропоновані до параметрів його чистоти проведений теоретичний аналіз механізму зневоднювання палив за допомогою пористих перегородок дозволив установити фактори, що роблять найбільший вплив на що коагулюють і водовідштовхувальні властивості пористих перегородок. До цих факторів ставляться діаметр і поверхневі властивості волокон, застосовуваних у пористих перегородках, а також σ_{bt} і σ_t , в'язкість і щільність палив, швидкість паливного потоку.

Теоретично доведено, що поверхневі властивості волокон змінюються в паливному середовищі. Установлено математичну залежність, що показує, що водовідштовхувальні властивості пористих перегородок залежать не тільки від поверхневих властивостей волокон, але й від міжфазного натягу σ_{bt} на границі роздязнула воду-паливо й поверхневий натяг палива σ_t .

Краплі розміром менш 20 мкм перебувають у паливі у зваженому стані. Отже, відстоюванням не можливо забезпечити повне видалення води в резервуарах при зберіганні палива. У відстійниках типу ФГ-75 час перебування краплі в ньому становить 40...100 осаджуються у відстійниках краплі діаметром більше 150 мкм, а краплі меншого розміру захоплюються потоком палива й надходять далі в систему живлення трактора, що приводить до виходу з експлуатації ПНВТ.

3.5.2 Аналіз результатів проведених експериментальних досліджень використання біодизельного палива.

За результатами проведених експериментальних досліджень, по оцінці показників функціонального призначення біодизельного палива можна вивести наступні висновки:

1. Використання біодизеля в чистому виді буде приводити до температурних перевантажень деталей ЦПГ і ГРМ, тому що підвищується температура спалаху і як наслідок процес згоряння буде тривати довше, що приведе до термоперевантаження. Рішення цієї проблеми може йти в декількох напрямках:

а) Удосконалювання конструкції дизелів (основних деталей ЦПГ і ГРМ) тобто використання більше термостійких матеріалів.

б) використати спеціальні присадки в паливо, що дозволить знизити температуру спалаху біопалива.

2. У біодизельному паливі змінюється в'язкість у наслідку зниження температури палива (рис. 3.4, 3.5, 3.6, 3.7) цей фактор досить серйозно впливає на пускові властивості двигуна.



Рисунок 3.4 – Температура спалаху при концентрації 10% біопалива

Температура спалаху при концентрації 20% біопалива

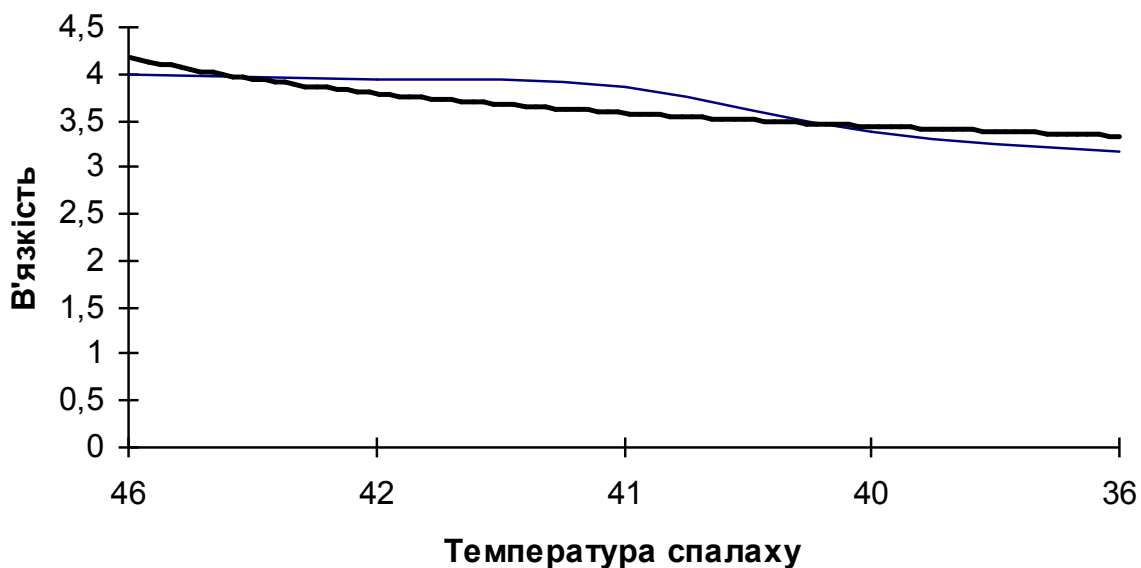


Рисунок 3.5 – Температура спалаху при концентрації 20% біопалива

Температура спалаху при концентрації 50% біопалива

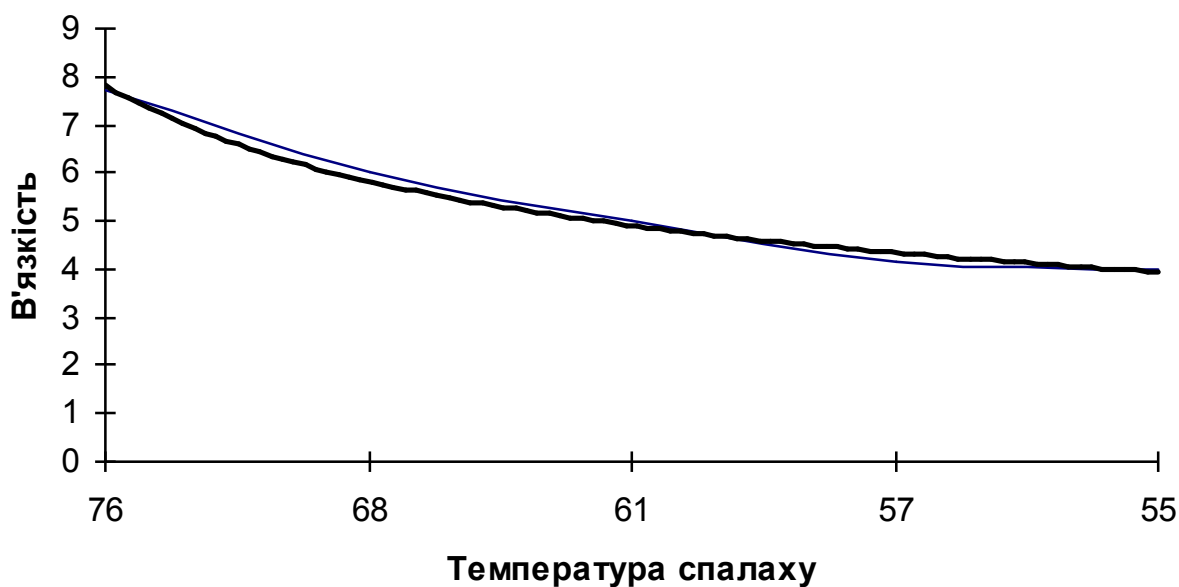


Рисунок 3.6 – Температура спалаху при концентрації 50% біопалива

Температура спалаху при 100% біопаливі

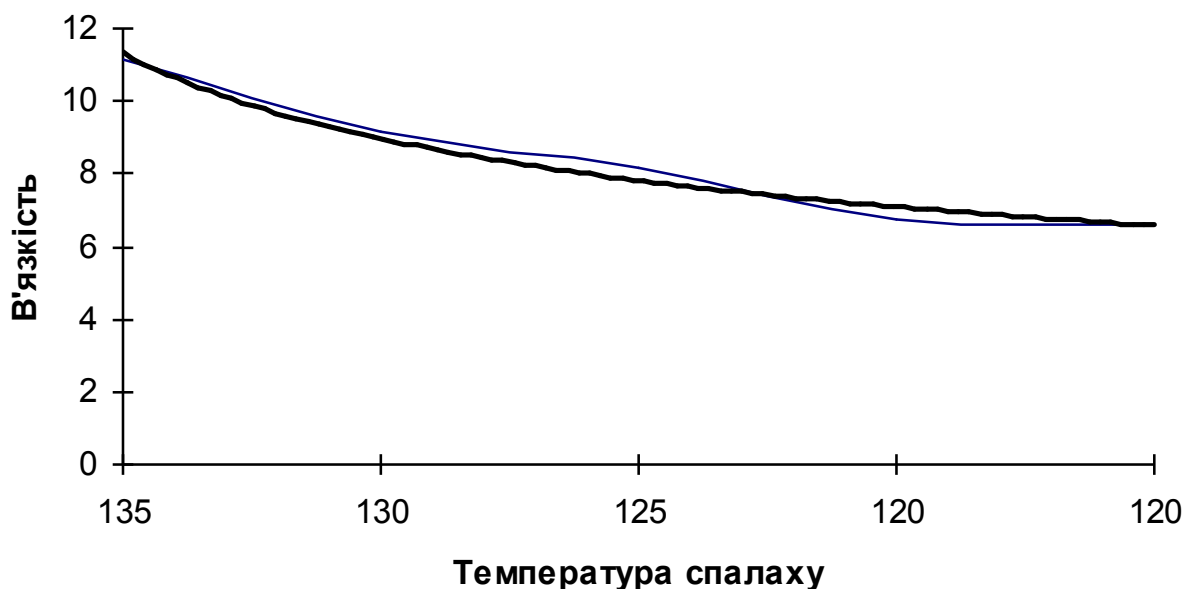


Рисунок 3.7 – Температура спалаху при концентрації 100% біопалива

Аналіз залежностей концентрації біопалива в дизельном від його температури суттєво впливає на в'язкість, характеристики палива які представлені на рис.3.8

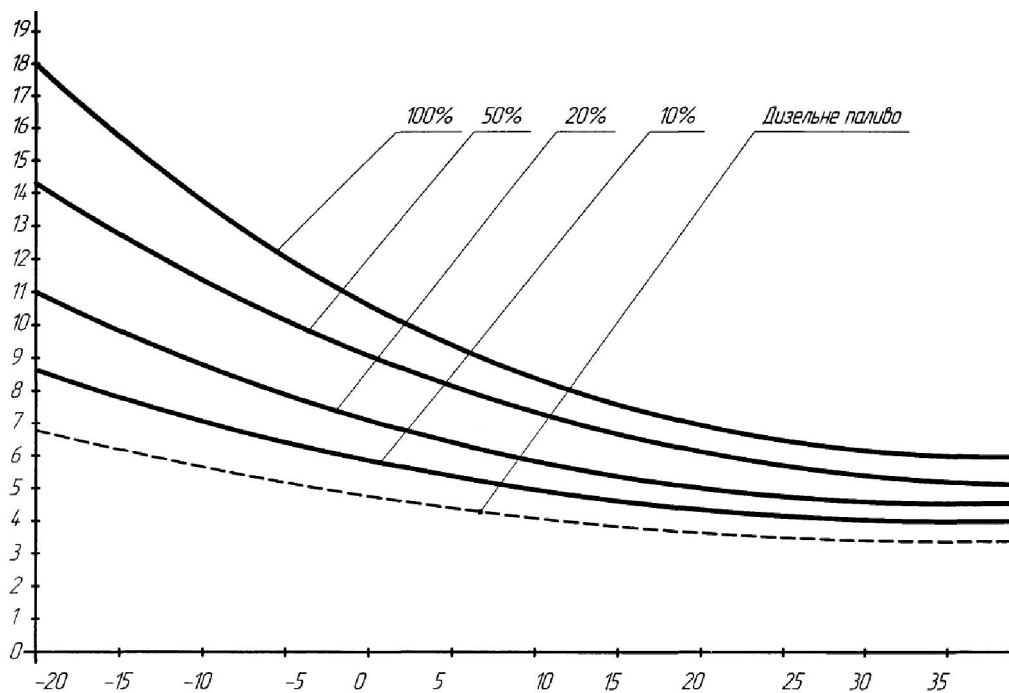


Рисунок 3.8 – Аналіз залежностей концентрації ДП у біопаливі від його температури

Такі результати дослідів у якості суміші двох видів палива дають можливість припустити погіршення прохідності палива крізь фільтри.

При проведенні експериментальних дослідів у процесі змішування біопалива з дизелем встановлено, що суміш необхідно дуже ретельно перемішувати. Однак біопаливо на протязі певного часу осідає на дно ємності, тому що його питома вага більше дизельного мінерального палива із цієї обставини треба практична рекомендація у доцільності створення приладу, що буде перемішувати й підігрівати паливо в баці тракторів.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Відповідно до методики виконання даної роботи в експериментах використовувалися токсичні й пожежонебезпечні речовини й матеріали, а також електрична, механічна, і теплова енергії.

Експериментальна частина роботи виконувалася з дотриманням вимог охорони праці в надзвичайних ситуаціях, пожежної й екологічної безпеки.

У даному розділі на підставі дані атестації робочого місця запропоновані заходи, які спрямовані на вдосконалення умов праці, пожежної профілактики й охорони навколишнього середовища та зниження травматизму.

4.1 Виявлення й аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів.
Заходи щодо охорони праці

4.1.1. Повітря робочої зони

Отримання й дослідження впливу біодизеля на деталі двигуна внутрішнього згорання .

Відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 у даній лабораторії виконуються роботи, які ставляться до категорії легкості 16. У таблиці 4.4 наведені фактичні й припустимі значення параметрів мікроклімату.

Таблиця 4.1 – Припустимі рівні параметрів мікроклімату

Категорія робіт	Період року	Температура, °С		Відносна вологість, %		Швидкість руху повітря, м/с	
		Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.	Факт.	Допуст.
Легка (16)	Холодний	10-15	21-25	56	40-60	0,1	0,1

З даної таблиці видно, що температура повітря в приміщенні лабораторії не відповідає санітарним нормам, що пояснюється економією засобів на опа-

лення в холодний період року міськими тепловими мережами, недостатнім підігрівом повітря в системі приточно-витяжної вентиляції, і поганою герметизацією вікон лабораторії.

Кратність повітрообміну в приміщенні дорівнює 4 до 1, що відповідає СНіП 2.04. 05-84.

Швидкість руху повітряного потоку в прорізі повністю відкритої витяжної шафи була обмірювана за допомогою анемометра крильчатого В5 (ГОСТ 6376-74) і становить 0,35 м/с, що відповідає вимогам для речовин 3-го й 4-го класів небезпеки (не менш 0,3 м/с) і не відповідає вимогам для речовин 1-го й 2-го класів небезпеки (не менш 0,5 м/с). У даній науково-дослідній роботі використалися речовини тільки 3-го (метанол) і 4-го (всі інші) класів небезпеки, тому швидкість руху повітряного потоку, рівна 0,35 м/с, є прийнятною [30].

У приміщенні передбачена система центрального водяного опалення для підтримки необхідної температури й вологості повітря.

Температура повітря робочої зони контролюється ртутним термометром ТЛ-6 або спиртовим термометром, вологість - психрометром М-34, швидкість руху повітря - анемометром крильчатим марки В5 (ГОСТ 6376-74) [30].

Приміщення обладнане загальнообмінною приточною і витяжною механічною системами вентиляції й місцевою витяжною механічною системою вентиляції. Повітряприймачі представлені витяжними шафами. Схема вентиляції: "зверху - униз".

Для усунення причин незадовільних показників мікроклімату в приміщенні, а саме, недостатньої температури, необхідно прийняти наступні міри: підвищити температуру теплоносія в системі центрального водяного опалення (зажадавши від міських теплових мереж, щоб вони давали тепло по нормах) і поліпшити герметизацію вікон лабораторії.

4.1.2. Освітлення

У відповідності зі санітарні норми і правила П-4-79 дане приміщення за умовами зорової роботи ставиться до 3-й групи приміщень. Виконувани

роботи ставляться до робіт середньої точності розряду IVa й проводяться при фіксованому напрямку погляду на робочу поверхню [30].

В приміщені передбачене природне бічне освітлення, штучне комбіноване (у тому числі робоче, аварійне й ремонтне) і сполучене освітлення.

Норми параметрів освітлення й фактичне значення освітленості робочого місця наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 - Санітарні норми й фактичні значення параметрів освітленості.

Характеристика зорової роботи	Розряд і підрозряд зорової роботи	Освітленість, лк				Природне КЕО, %	Сумісне освітлення КЕО, %	
		Штучне освітлення			Фактичні значення			
		комбіноване	загальне	Фактичні значення				
				комбіноване				загальне
Середньої точності	IVa	750	300	115	75	1,6	0,95	

Як видно з даної таблиці, фактичне значення штучної освітленості в даній лабораторії становить 115 лк, що не задовольняє вимогам санітарні норми і правила П-4-79. Причиною цього є наявність ламп, що вже відробили свій ресурс, а також забруднення розсіювачів нафтопродуктами, з якими проводиться робота.

Для нормалізації освітленості пропонується замінити лампи місцевого освітлення, що вже відробили свій ресурс, і очистити плафони ламп від нафтопродуктів.

В приміщені є одне вікно, що має розмір 1,5- 3 метри, що забезпечує необхідне освітлення. При недоліку природного освітлення у вечірній час і при хмарній погоді використовують штучне освітлення лампами ЛБ-20-4. Місцеве освітлення у витяжних шафах забезпечується світильниками підвищеної надійності проти вибуху НОБ-300. Передбачене також аварійне освітлення, що

забезпечує 5% робітника освітлення. Воно здійснюється лампами ПР-10У типу СМ 13-15. Крім того, передбачене ремонтне освітлення за допомогою переносних ліхтарів, що мають автономне живлення. Напруга в освітлювальній мережі 220 У.

Колірна обробка інтер'єра відповідає СН 181-70. Стіни й потовк пофарбований у білі кольори, а електроустаткування - у сірий. Контроль освітленості проводиться один раз у рік і після кожного ремонту системи освітлення за допомогою люксметра Ю-15 (ГОСТ 14841-69) відповідно до санітарних норм і правил.

4.1.3. Виробничий шум і вібрація

Джерелом шуму в даному приміщенні є вентиляційна система й працюючі прилади (масляний насос, магнітна й механічна мішалки, водоструминний насос, центрифуга).

Фактичне значення рівня звуку, становить 70 дБа, що перевищує санітарну норму (рівну 50 дБа по ДСН 3.3.6.037-99) на $\Delta L = 20$ дБа [30].

Тому для захисту від шуму в лабораторії відповідно до ГОСТ 12.1.029-80 використовуються м'які протишумні вкладиші, що вставляють у вуха, а також тампони з ультратонкого волокна. Дані засоби звукопоглинання ефективні при $\Delta L = 5-20$ дБа, тому в даній лабораторії застосовуються саме вони.

Контроль рівня шуму в лабораторії здійснюється шумоміром Ш-71 або універсальним шумо-вимірювальним комплектом ИШВ-2.

4.1.4. Електробезпечність

Електротравми можуть бути викликані в результаті дотику до відкритих струмоведучих елементів устаткування, які виявилися під напругою в результаті ушкодження ізоляції (наприклад, внаслідок помилкових дій при проведенні ремонтних робіт або руйнуючого впливу агресивних середовищ).

Згідно ПУЭ-76 по ступені небезпеки поразки людей електричним струмом дане приміщення ставиться до приміщень 3-й категорії (особливо небезпечні приміщення) через наявність агресивного середовища, що впли-

ває на ізоляцію й поверхні встаткування, які можуть проводити електричний струм.

Живлення електроустаткування передбачене від трифазної чотирьох-проводної електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220 У с глухозаземленою нейтраллю.

Відповідно до ГОСТ 12.1.038-82 установлені безпечні значення струму при нормальному й аварійному режимах (таблиця 4.3):

Таблиця 4.3 - Безпечні значення струму при нормальному й аварійному режимах.

Нормальний	Аварійний
$I_{ч} = 0,3 \text{ ма}$ $U_{пр} = 2У$	$I_{ч} = 6 \text{ ма}$ $U_{пр} = 36У$

При проведенні даної НДР використані електроприлади перебували в справному стані. Виміру опору ізоляції проводилися мегаомметром опору МС-08 два рази в рік і після ремонтів, і в цей час становить не менш 0,5 МОм. Як колективний захист від поразки електричним струмом в аварійних ситуаціях у застосовується , гумові коврики, що ізолюють підставки, захисні огороження, спецодяг, гумові рукавички, використовуються малі напруги (42 У и менш), застосовується подвійна ізоляція (у вимикачах, розетках, переносних електроінструментах). Опір петлі фаза-нуль контролюється приладом ИПЗ-2М один раз у п'ять років.

4.2. Безпека проведення експериментів

Одним з найнебезпечніших факторів при проведенні експериментів даної НДР є використання шкідливих речовин, обіг з якими вимагає спеціаль-

них знань і практичних навичок. З використаних нами речовин до таких ставляться метанол і дизельне паливо.

Метанол у приміщенні зберігається в окремому металевому ящику червоних кольорів з написом «Метанол». Дно цього ящика викладено азбестовою прокладкою. Ящик защіпається на ключ, що зберігається в завідувача складом.

Застосування метанолу в лабораторній практиці допускається тільки в тих випадках, коли він не може бути замінений іншими, менш токсичними речовинами. Працюють із ним можна тільки у витяжних шафах, а наливають у ємності сифонами, зарядженими вакуумом, або самопливом. Використати сифони із засмоктуванням ротом забороняється.

При розливі метанолу відразу ж засипають залите місце піском або обпилюваннями, потім просочений метанолом пісок або обпилювання видаляють, а залиту ділянку промивають більшою кількістю води.

Що звільнилася з-під метилового спирту тару негайно двічі промивають водою. При влученні метанолу на шкіру його негайно змивають струменем води.

При роботі з дизельним паливом варто пам'ятати, що він є легкозаймистою рідиною й утворить вибухонебезпечні суміші з повітрям (нижня межа вибухонебезпечна – 1,1%).

Крім того, джерелом небезпеки є вакуумна система (яка використалася нами для відгону дизельного палива й водно-метанольної суміші з реакційної суміші), тому що її застосування пов'язане з можливістю вибуху скляного посуду у випадку перегріву або удару при необережному обігу з нею.

Електронагрівальні прилади, що використалися при проведенні даної НДР, становлять небезпеку опіку, поразки електричним струмом і виникнення пожежі. Особливої обережності вимагає застосування газових пальників.

Порядок зберігання вибухових і горючих речовин у приміщенні.

Всі легкозаймісті рідини (ЛЗР) зберігаються у вогнетривкому металевому ящику червоних кольорів з написом «ЛЗР». Дно цього ящика вкрито азбестовою підкладкою. На зміну видається не більше 2-х літрів ЛЗР на людину.

Вибухові речовини в даній лабораторії не використовуються.

Прийоми й порядок нагрівання.

Нагрівання здійснюється повільно, тільки в круглodonних колбах і тільки за допомогою водяних або масляних бань. При цьому прилад обов'язково повинен бути постачений зворотним холодильником. Крім того, нагрівання проводиться тільки у витяжній шафі й при відсутності відкритого вогню.

Безпека використання скляного посуду

Всі роботи зі скляним посудом проводяться з особливою обережністю. Марка скла відповідає характеру виконуваної роботи. Використання для проведення експериментів скляного посуду із тріщинами й ушкодженнями не допускається.

Для захисту працюючих у приміщенні від осколків при можливому вибуху посуду, що перебуває під вакуумом, неї обертають тканиною або ставлять захисний металевий екран. При роботі з вакуумними системами обов'язкове використання захисної маски або окулярів з оргскла. При цьому стулки витяжної шафи відкривають не більш, ніж на 1/3. При проведенні робіт з вакуумом не допускається перегрівання посуду.

Нагрівання речовин здійснюється тільки в круглodonних колбах.

Після закінчення експериментів лабораторний посуд миють, причому роблять це тільки ті дослідники, які й проводили експерименти, оскільки тільки ці люди знають, які речовини використалися, і які властивості в цих речовин.

У процесі виконання роботи була проведена атестація робочого місця дослідника, результати якої зведені в таблицю 4.4.

З таблиці 4.4 видно, що умови праці на робочому місці експериментатора шкідливі, робоче місце підлягає раціоналізації. У відповідних параграфах викладені наші пропозиції по вдосконаленню умов праці.

Відповідно до «Порядку проведення атестації робочих місць за умовами праці», постанови КМУ від 1.08.92 № 442, працівникові, що працює на даному робочому місці, пропонується підтвердити пільги й компенсації за раху-

нок науково-дослідного інституту у відповідності зі статтею 13 закону України «Про пенсійне забезпечення» за списком № 1.

Таблиця 4.4 – Карта умов праці на робочому місці

№ п/п	Фактори виробничого середовища	Норматив ПДК, ПДУ	Фактичне значення	Ступінь шкідливості Х, бал	Тривалість впливу за зміну. Т	Шкідливість фактична Х.факт, бал
1	Шкідливі хімічні речовини, мг/м ³					
	III клас небезпеки					
	Метанол	5,0		1	0,1	0,1
	СН ₂ С ₁₂	5,0		1	0,2	0,2
	IV клас небезпеки					
	Дизельне паливо	100		1	0,1	0,1
	Ріпаковий ефір			1	0,4	0,4
	Метиловий ефір			1	0,4	0,4
2	Шум, дБА	50	70	1	0,2	0,2
3	Мікроклімат у приміщенні:					
	Температура повітря, °С	21-25	10-15	2	1,0	2
	Швидкість руху повітря, м/с	0,1	0,1	—	1,0	—
	Відносна вологість повітря, %	40-60	56	—	1,0	—
4	Освітленість, лк	300	115	2	0,5	1,0
Сума значень факторів виробничого середовища $\sum X_{\text{факт.}}$						6,0

Заходи:

1. До роботи в лабораторії допускаються особи, що досягли 18-літнього віку, які пройшли вступний і первинний інструктаж на робочому місці по

охороні праці й пожежної безпеки, професійне навчання й пройшли медичний огляд. Мінімальна кількість працюючих у лабораторії становить не менш двох чоловік у нічний час і при виконанні небезпечних робіт.

2. З метою запобігання травм і отруєнь хімічними речовинами передбачені наступні заходи:

- всі ємності й упакування з реактивами постачені етикетками з розбірливими написами й зберігаються в спеціально обладнаних, добре вентильованих сухих приміщеннях на постійних місцях;

- відходи використовуваних хімічних реактивів зливаються в спеціально відведені ємності;

- запаси реактивів зберігаються в спеціально обладнаних, добре вентильованих сухих приміщеннях у строгій відповідності з інструкціями;

- роботи проводяться із застосуванням скляного посуду без дефектів.

У приміщенні на видному місці перебуває укомплектована медична аптечка для надання першої медичної допомоги.

4.3 Пожежна безпека

У таблиці 4.5 наведені показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів, використаних при виконанні даної НДР [29].

Причинами пожеж у приміщенні лабораторії можуть бути:

- 1) ушкодження електропроводки (наприклад, внаслідок помилкових дій при проведенні ремонтних робіт або руйнівного впливу агресивних середовищ);

- 2) перевантаження електроустаткування (міра захисту - захисне відключення);

- 3) недотримання правил пожежної безпеки при роботі з електронагрівальними приладами (наприклад, робота із ЛВЖ або їхнє зберігання в безпосередній близькості від нагрівальних елементів);

- 4) несправність газової мережі (міра захисту - регулярний контроль змісту природного газу в повітрі.);

- 5) прямий удар блискавки в будинок (захисна міра - антенний громовідвід);

б) влучання високих потенціалів блискавки в будинок (захисні міри не передбачені, оскільки в нашому регіоні середня грозова діяльність < 20 год/рік).

Витяжна шафа забезпечена комунікаціями для підведення холодної води, вимикачами світильників і електричних розеток, які розміщені поза витяжною шафою, виконання світильників у витяжній шафі – вибухозахищене.

Перед початком роботи перевірялася справність електроустаткування й електропроводки.

У приміщенні для гасіння пожеж передбачені: вогнегасник вуглекислотний ОУ-5; азбестова ковдра; піноутворювач ПО-6К; пісок; Пірантан; порошкові вогнегасники із складами СБ, ПСБ, ПСБ-3, СЖБ, «3,5»; тонкорозпилена вода; хімічна, повітряно-механічна, високократна піна; газові вогнегасники.

У приміщенні встановлені: телефон, пожежна сигналізація з термодатчиком П_{кип}, внутрішній пожежний кран з витратою води 2,5 л/с.

Приміщення даної лабораторії по ОНТП 24-86 ставиться до категорії В.

Клас приміщення й зовнішніх установок по ПЭУ - В-1-01.

Категорія об'єкта й тип зони блискавкозахисту по СН-305-77 – II Б.

Таблиця 4.5 – Показники пожежо- і вибухонебезпечності речовин і матеріалів. Класифікація по пожежо- і вибухонебезпечності та будова блискавкозахисту

Речовини, хімічний склад, формула	Агрегатний стан р-ни при норм. умовах	Горючість, займистість	Показники пожежо- і вибухонебезпеки			Межі заpalення		Вибухонебезпечності суміші з повітрям		Засоби пожежогасіння
			Температура спалаху, °C	Температура загоряння, °C	Температура самозапалювання, °C	% об'ємних	°C	Категорія	Група	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ріпаковий ефір	Рідкий	ЛЗР	-17		350	1,1-6,3		IA	T2	Вогнегасники типів ОХП-10 і ОУ-5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Метанол, СНЗВІН	Рідкий	ЛЗР	8	3	464	6,7- 36,5	-	ІА	Т2	
Дизельне паливо	Рідкий	важкогорюча рідина	165	219	274	-	-	-		Тонко розпи- лена вода, хіміч., повіт- ро-механіч., високократна піна й поро- шкові склади
С-150	Рідкий	важкогорюча рідина	180	200	220	-	-	-	-	Вуглекислий газ, состав СБ, пара
Lz-6589 G	Рідкий	горюча рі- дина	162	187	342	-	156- 208	-	-	Порошок ПСБ-3, Піра- нтан, піноут- ворювач ПО- 6К, розпиле- на вода
С-5А	Рідкий	горюча рі- дина	160							Піна, порош- ки ПСБ і ПСБ-3, 32
Тексто- літ	Твердий.	горючий	-	358	500	-	-	-	-	Вогнегасник типу ОХП- 10, вода
Гетинакс	Твердий.	горючий	-	285	480	-	-	-	-	
Гума	Твердий.	горючий	-	220	>225	-	-	-	-	Вогнегасники порошковий типу ОП-1 і вуглекислот- ний ОУ-5
Дерево	Твердий.	горючий	-	255	399	-	-	-	-	Вогнегасник типу ОХП- 10, вода

4.4 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Надзвичайна ситуація це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, великою пожежею, ін., що призвели або можуть призвести до людських і матеріальних втрат.

В процесі дослідження зразків біопалива можуть виникнути виробни-

чі аварії. Аварії можуть бути різними, але у них є найбільш типові уражаючі фактори – це вибухи, які призводять до руйнування виробничих будівель; інтенсивні пожежі; отруєння людей рідинами і газами; завали будівель; ураження людей електричним струмом, ін.

Причиною загоряння, вибухів, руйнувань і пожеж може бути наявність у приміщенні лабораторії парів легкозаймистих рідин або газів і джерела запалення. Пари деяких рідин і газів можуть загорятись від відкритого вогню, електричної іскри, розжареного предмета, сигарети.

Імовірність спалахування і вибуху зменшують [29]:

- ефективна вентиляція обладнання, приладів, які попереджують виділення парів, газів і збирання вибухових концентрацій;
- вилучення потенційних джерел запалювання (електроприлади та ін.);
- ізоляція або відокремлення вибухонебезпечних приміщень;
- встановлення пристроїв для придушення вибухів;
- встановлення полум'ягасних металевих сіток, перфорованих листів металу, сотових структур із гофрованих металевих стрічок і коробів, заповнених галькою або керамічними кільцями;
- винесення вибухонебезпечних робіт на відкрите повітря;
- обладнання вихідних отворів кришками і перегородками, які легко відкидаються або руйнуються;
- іскроутворююче обладнання (вимикачі, рубильники та ін.) слід встановлювати з пристроями, які гасять іскри (занурювання у мастило).

Температура зовнішніх поверхонь електроустаткування має бути нижчою температури спалахування вибухонебезпечних парів і газів, апаратура має бути герметичною, щоб не допускати атмосфери, що спалахнула до нагрітих деталей, а також викидання полум'я та іскр у навколишнє середовище.

Дуже часто великі жертви, руйнування і пожежі спричиняються вибухами промислового пилу. Пил вибухає при концентрації в повітрі не нижче певної межі. До запобіжних заходів спалахування і вибуху пилу належать такі [29]:

- ізоляція і відокремлення небезпечних приміщень;

- обладнання вентиляційних отворів;
- застосування пристроїв для придушення вибуху;
- відгороджування ділянок виробництва, де виділяється пила, від джерел можливого запалювання;
- віддалення і захист джерел запалювання;
- встановлення пиловловлювачів: не допускати накопичення пилу до вибухової концентрації та виділення пилу в атмосферу.

В підприємстві з метою створення безпечних умов для персоналу розробляють

- схему безаварійної зупинки об'єктів на випадок раптового припинення подачі електроенергії, води і газу;
- план ліквідації можливих аварій;
- організують підготовку робітників і службовців до роботи в аварійних умовах.

Висновок: В роботі було проаналізовано такі показники безпеки, як повітря робочої зони, освітлення, виробничий шум і вібрація в лабораторії де проводилися дослідження впливу біопалива на деталі двигуна. Запропоновано заходи для попередження основних небезпечних факторів на робочому місці. Проведена атестація робочого місця та запропоновано заходи з забезпечення пожежної безпеки.

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ВИКОРИСТАННЯ БІОДИЗЕЛЯ

5.1 Розрахунок собівартості

Біодизель - зразковий розрахунок собівартості.

Курс гривні до долара 27,99 грн.=1\$

Для виготовлення біодизеля необхідне масло (можливо використання будь-якого рослинного масла – ріпакового, соєвого, соняшникового й т.д., (навіть некондиційного).

Вихід масла – 35 % з 1 т. насіння (усереднений показник)

1 т. масла виходить із 3 т. насіння. Собівартість насіння ріпаку 5000 грн. · 3 = 15000 грн.

1. Переробка насіння на масло (при наявності власного обладнання) 400 грн./т. · 3 = 1200 грн.

Ціна 1 т масла 15000 грн. + 1200 грн. = 16200 грн.

При переробці на масло з 3 т. насіння одержимо 1,9 т. шроту який реалізуємо по ціні 4500 грн./т або 1,9 т. · 4500 грн. = 8550 грн.

Ціна масла з урахуванням вартості шроту 16200 грн. – 8550 грн. = 7650 грн. або 7,65 грн. в 1л. готового біодизеля.

При виробництві біодизеля одержуємо гліцеринуотримуючий

осад 250 кг. і продаємо його по 15 грн./кг: 250 кг. · 15 грн. = 3750 грн.

Знімемо цю суму з вартості масла 7650 грн. – 3750 грн. = 3900 грн. або 3,90 грн. в 1 літрі готового біодизеля.

Для виробництва біодизеля необхідно витрат на видаткові матеріали 3,42 грн/л готового біодизеля. (амортизація обладнання, електроенергія, зарплата, реактиви й т.і.)

Собівартість біодизеля (власна сировина) формується 3,90 грн. + 3,42 грн. = 7,32 грн.

(Оптова ціна мінерального дизельного палива на 15.01.21 р. – 23,50 грн.)

2. При використанні покупного масла

Собівартість готового біодизеля вважаємо по формулі

Собівартість = ціна 1 кг. масла + 3,42 грн. або до ціни масла додати 3,42 грн.

Тобто при ціні масла 18,88 грн. (покупне масло) собівартість біодизеля складе 22,30 грн.

3. Із чого складаються витрати – 3,42 грн. на 1 літр біодизеля.

Метанол 110 кг. · 15 = 308 грн. або 165 коп. на літр

Каталізатор 20 кг. · 24 грн. = 480 грн. або 48 коп. на літр

Амортизація обладнання розраховується на 5 років експлуатації

100 000 грн. : 5 років = 20 000 грн. /рік

20 000 грн. / 12 міс. = 1670 грн. /міс

При виробництві 50 000 л. біодизеля на місяць, амортизація встаткування складе

1670 грн. / 50 000 л. = 0,035 грн./л – це 4 коп. на літр.

Електроенергія 15 кВт/годину споживається 5 годин на добу або 75 кВт · 2,10 грн. = 157,5 грн.

На 1 літр біодизеля 157,5 грн. / 1000 = 0,15 грн. або 15 коп.

Заробітна плата 2 чоловік по 7500 грн., усього 15000 грн. на місяць, плюс податки, і того 20000 грн. на місяць. На 1 л. біодизеля 20000 грн. / 30 000 л. = 67 коп.

Накладні витрати - 27 коп. Непередбачені витрати - 16 коп.

Визначаємо загальні витрати видаткових

Витрати = 165 коп.+48 коп.+4 коп.+15 коп.+67 коп. +27 коп.+16 коп.
= 3,42 грн. на 1 літр готового біодизеля

5.2 Річна економія від впровадження проектних рішень

Річна економія від впровадження проектних рішень визначається за формулою:

$$A_D = (\ddot{O}_i - \ddot{O}_n) \cdot N, \quad (5.1)$$

де E_p – річна економія, грн.;

\ddot{O}_i – витрати коштів на паливо в варіанті, що існує, $\ddot{O}_i = 23500$ грн./т;

\ddot{O}_n – витрати коштів на паливо при виробництві з покупної сировини, $\ddot{O}_n = 22300$ грн./т;

N – потреба в паливі господарства, $N=1130$ т.

$$E_p = (23500 - 22300) \cdot 1130 = 1356000 \text{ грн}$$

Термін окупності додаткових капіталовкладень

Строк окупності інвестиційних вкладень визначається по формулі:

$$T_{OK} = \frac{K_{ДОД}}{E_P}, \quad (5.2)$$

де $K_{ДОД}$ - інвестиційні вкладення на придбання обладнання для виробництва біодизеля, $K_{ДОД} = 1185000$ грн.

$$T_{OK} = \frac{1185000}{1356000} = 0,87 \text{ року}$$

5.3 Річний економічний ефект

Річний економічний ефект визначається по формулі:

$$E = E_P - e \cdot K_{ДОД}, \quad (5.3)$$

де e – нормативний коефіцієнт ефективності використання інвестиційних вкладень, $e = 0,15$.

$$E = 1356000 - 0,15 \cdot 1185000 = 1178250 \text{ грн.}$$

Дані розрахунків техніко – економічних показників зводяться до таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Техніко – економічні показники

Показники	Фактичні	Що проектується
Витрати засобів на паливо, грн./т.	23500	22300
Річна економія, грн..	–	1356000
Інвестиційні вкладення, грн.	–	1185000
Термін окупності, рік	–	0,87
Річний економічний ефект, грн.	–	117825

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз теоретичних досліджень по питанню оцінки зносостійкості прецензійних пар ПНВТ показали, що найбільш серйозним фактором, який впливає на знос - являється засміченість палива та швидкість зношування котра на пряму зв'язана з розміром часток забрудненості. Однак ці теоретичні моделі не включають фактори, котрі типові для біопалива – ці величини: кислотне число та температурні характеристики.

2. Проведення експериментальних досліджень дозволили встановити показники призначення біопалива – наявність кислот та лугів, які мають вплив на знос прецензійних пар. Встановлено вплив температури біопалива на в'язкість, яка за сумісництвом зі засміченістю, також буде мати суттєвий вплив на знос прецензійних пар паливного насосу.

3. Розроблено експериментальну установку для довготривалих ресурсних досліджень паливного насосу високого тиску.

4. Використання біодизеля в чистому вигляді буде приводити до температурних перевантажень деталей ЦПГ і ГРМ, тому що підвищується температура спалаху і як наслідок процес згоряння буде тривати довше, що приведе до термоперевантаження. Рішення цієї проблеми може йти в декількох напрямках:

а) удосконалювання конструкції дизелів (основних деталей ЦПГ і ГРМ) тобто використання більш термостійких матеріалів;

б) використати спеціальні присадки в паливо, що дозволить знизити температуру спалаху біопалива.

5. У біодизельному паливі значно змінюється в'язкість і внаслідок зниження температури палива цей фактор досить серйозно впливає на пускові властивості двигуна і це потрібно враховувати при виборі умов застосування.

6. Проаналізовано ефективність використання біопалива в результаті виробництва з власної сировини та з покупних ресурсів. Розрахунок економічної ефективності показав, що використання біодизелю в об'ємі 1130 тон для застосування в господарстві дозволяє зекономити 1356 тис. грн. і отримати річний економічний ефект в розмірі 1178 тис. грн. при терміні окупності 0,87 року.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Баранов А.А. Научно-техническое обеспечение создания новой уборочной техники. // Тракторы и сельскохозяйственные машины / А.А. Баранов. - 2002. - №3 - с. 3-7.
2. Анилович В.Я. Оценка характеристик надёжности при случайной продолжительности испытаний. // Надёжность и контроль качества / В.Я. Анилович, А.С. Гринченко. -1978.-№8.-с13-43.
3. Белянин П.Н. Тонкая центробежная очистка рабочих жидкостей авиационных гидравлических систем / П.Н. Белянин. — М.: НИАТ, 1974. - 285 с.
4. Венцель Е.С. Теория вероятности и ее инженерные приложения / Е.С. Венцель, Л.Я. Овчаров. - М.: 1988.-477 с.
5. Белый В.А. Актуальные направления развития исследований в области трения и изнашивания. // Трение и износ / В.А. Белый, А.И. Свириденко, 1987. - т.8, №3.-с. 5-25.
6. Болдар Л.Л. Основополагающие принципы приработки деталей. // Збірник наукових праць. Серк: Технічні науки / Л.Л. Болдар. - Луганськ: ЛДАУ, 2001. - №10 (22).-232 с.
7. Войтов В.А. Разработка математической модели электро-статистического фильтра с рабочей поверхностью в виде сферы из диэлектрика. // Вестник ХГАДТУ: сб. науч. тр. Вып. 12-13. / В.А. Войтов, А.Е. Попов. - Харьков: ХГАДТУ, 2000. - с. 100-102.
8. Войтов В.А. Конструктивная износостойкость узлов трения гидромашин. Методология моделирования граничной смазки в гидромашинах. / В.А. Войтов -Харьков: Центр Леся Курбаса, 1997. - 152 с.
9. Грановский М.Г. Электрообработка жидкостей / М.Г. Грановский, И.С. Лавров, О.В. Смирнов. - Л.: Химия, 1976. - 216 с.
11. Дидур В.В. Обоснование технических требований к чистоте дизельного топлива. // Механіко та машинобудування ШІ/ АН ВШУ, /В.В. Ди-

дур, В.Н. Кюрчев. - ХДПУ м. Харьков. - 2000. - с. 54-59.

12. Дидур В.А. Исследование математической модели электростатического фильтра с рабочей поверхностью в виде сферы из диэлектрика // Праці ТДАТА наук. фах. вид. Вип. I. Т. 17 / В.А. Дидур. - Мелитополь: - 2000. - с. 56-65.

13. Дидур В.В. Электрический фильтр с диэлектрическим наполнителем // Праці ТДАТА / В.Е. Дидур. - Мелитополь, 2003.—Вин. 15, т. 1 - с.54-56.

14. Евдокимов Ю.А. Планирование и анализ эксперимента при решении задач трения и износа / Ю.А. Евдокимов, В.И. Колесников, А.И. Тетерин.-М.:Наука, 1980. - 228с.

15. Зарицкий В.С. Определение вероятности надежной работы системы в течении заданного промежутка времени. / В.С. Зарицкий. Изд. АН СССР техническая кибернетика, 1966, №1.

16. Зоммерфельд А. Электродинамика / А. Зоммерфельд.- М.: Изд. иностр. Лит. 1958.-500 с.

17. Икрамов У.А. Износ основных деталей дорожных машин. / У.А. Икрамова. — Ташкент: Фан. —1976. -134 с.

18. Иванов В.Н. Исследование изнашивания деталей топливного насоса дизеля Д-50 и изыскание мероприятия по швышнееию работоспособности плунжерных пар. // Трение и износ в машинах. / В.Н. Иванов и др. — М.; АН СССР. - 1962.— Вып. 1.6. -с. 24-50.

19. Икрамов У.А. Расчётные методы оценки абразивного износа / У.А. Икрамов. - М.; Машиностроение, 1987. - 288 с.

20. Кугель Р.В. Основные задачи проблемы надёжности машин. // Весник машиностроения / Р.В. Кугель. - 1981. - JNk II - с. 49-55.

21. Кугель Р.В. Эксплуатационная надёжность тракторов. / Р.В. Кугель. - М.: Агропроиздат. 1990.-114 с.

22. Кавалерчик К.М. Организационно-экономические основы управления работоспособностью и оптимизации долговечности машин: Автореф. дне. докт. эконоом, наук /К.М. Кавалерчик. - М.; МИИСП, 1989. - 32 с.

23. Коновалов В.М. Очистка рабочих жидкостей в гидроприводах станков / В.М. Коновалов, В.Я. Скрицкий, В.А. Рокшевский. —М;/ Машиностроение, 1976. - 288 с.

24. Коганов Э.С. Электрические методы очистки и контроля судовых топлив / Э.С. Коганов, Ю.С. Коганов, А.Е. Скачков. - Л.: Судостроение, 1990. - 216 с.

25. Киреев И.М. Влияние износа плунжерных пар на процесс впрыска топлива двигателя Д - 108 / И.М. Киреев, М.Л. Такмачёв. ЦНИИТА - Л: 1969. - Вып. 42. - с. 42-57.

26. Кищук А.С. Практикум по техническому обслуживанию тракторов / А.С. Кищук и др. -Глеваха: ИМЗСХ, 2002. - 109 с.

27. Коваленко В.П. Очистка нефтепродуктов от загрязнений / В.П. Коваленко, В.Е. Турчанинов. -Л.: Недра, 1990. -160 с,

28. Бутко Д.А. Безпека технологічних процесів при виробництві та післязбиральній обробки продукції ролямництва. /Д.А.Бутко, В.Л.Луценков. Ю.П.Рогач. В.В.Петров./ - Сімферополь: Бізнес-Інформ., 2002 - 344 с.

29. Бутко Д.А. Безпека технологічних процесів в тваринництві./Д.А.Бутко. Л.Луценков, Ю.П Рогач. Мазілін С.Д./ Навчальний посібник. 1 том. -Мелітополь ООО «Видавничий будинок ММФ., 2007 -465с

30. Рогач Ю.П. Пожежна безпека / Ю.П. Рогач – Сімферополь: Таврія Плюс, 2011. – 124 с.

31. Безпека технологічних процесів при ремонті і обслуговуванні обладнання АПК / Д.А. Бутко, В.Л. Луценков, М.Т. Воїнов, - Сімферополь: Бізнес Інформ, 1999 – 328 с

32. Мартыненко А.Г. Очистка нефтепродуктов от загрязнений / А.Г. Мартыненко, В.П. Коноплёв, Г.П. Ширяева. - М.г Химия, 1974. - 111 с.

