

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
Завідувач кафедри
технічного сервісу та інженерного
менеджменту імені
М. П. Момотенка

_____ Іван РОГОВСЬКИЙ

«_____» _____ 2025 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА
на тему "Розробка тестової відеоендоскопії діагностування двигунів
зернозбиральних комбайнів" _____

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми

_____ к.т.н., доцент

(науковий ступінь та вчене звання)

_____ Сівак Ігор Миколайович

(підпис)

(ПІБ)

Керівник дипломного проекту бакалавра

_____ д.т.н., проф.

_____ Роговський Іван Леонідович

Виконала

_____ Ейзерман Ольга Сергіївна

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

технічного сервісу та інженерного менеджменту

імені М. П. Момотенка

Іван РОГОВСЬКИЙ

(підпис)

(ПІБ)

« ____ » _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту

Ейзерман Ользі Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Тема дипломного проєкту бакалавра «Розробка тестової
відеоендоскопії діагностування двигунів зернозбиральних комбайнів»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «26» 11 2024 р. № 2098
«С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру 20 травня 2025 року
(рік, місяць, число)

Вихідні дані до дипломного проєкту бакалавра Матеріали первинного
бухгалтерського обліку, нормативно-методичні матеріали, науково-
технічна література

Перелік питань, які потрібно розробити:

1. Характеристика господарства ТОВ «Січ» Київської області
2. Аналіз існуючих методів та засобів технічного діагностування
дизельних двигунів тракторів
3. Розрахунок основних параметрів обслуговуючої майстерні
4. Конструктивна частина
5. Економічне обґрунтування проєкту
6. Охорони праці

Перелік графічних документів: **Електронна презентація на 14 слайдів**

Дата видачі завдання «26» листопада 2024 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра

Іван РОГОВСЬКИЙ

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

Ольга ЕЙЗЕРМАН

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Дипломний проект складається з 101 аркуша пояснювальної записки, і 12 листів презентації. Пояснювальна записка містить 44 рисунка та 18 таблиць.

Прогресивне підвищення технічного і технологічного потенціалів мобільних енергетичних машин, їх енергетичних установок однозначно зумовлено конструктивним ускладненням механізмів, прецизійністю виготовлення їх деталей і параметрів функціонування в передбачених нормативами режимах і умовах експлуатації.

Практичною реалізацією високої точності виготовлення деталей механізмів і їх функціонування стали функціонально визначальні роботоздатність ДВЗ системи живлення, мащення та управління робочими процесами сучасних машин. Вони є лідерами конструктивного вдосконалення автотракторних мобільних засобів і визначають технічний тренд конструктивного вдосконалення автотракторної техніки.

Метою дипломного проекту є віднайдення раціональних конструктивних інструментаріїв щодо удосконалення тестового діагностування системи мащення дизельних двигунів.

В дипломній роботі проаналізовано технології та технічні засоби вітчизняного і зарубіжного виробництва для оцінки тестового діагностування системи мащення дизельних двигунів, проведено розрахунок основних параметрів засобу оцінки технічного стану форсунок паливної системи дизельних двигунів, висвітлено основні вимоги з охорони праці та проведений розрахунок економічної ефективності застосування удосконаленого засобу.

Зміст

Список скорочень.....	7
Вступ.....	10
Розділ 1 Стан проблеми та задачі дослідження.....	14
1.1 Роль мобільних енергетичних засобів в підвищенні ефективності реалізації виробничих процесів.....	14
1.2 Направлення та реалізація конструктивного вдосконалення систем і механізмів ДВЗ.....	22
1.3 Аналіз і синтез методів та засобів діагностики.....	28
1.4 Рівень ефективності технічної діагностики і постановка проблеми.....	34
Розділ 2 Взаємозв'язок параметрів процесу діагностики та функціонування основних систем ДВЗ, техніко-економічні показники використання мобільних енергетичних засобів.....	44
2.1 Концепція вдосконалення методів і засобів технічної діагностики основних систем ДВЗ.....	44
2.2 Розрахунок ефективності впровадження вбудованого ЗТД.....	52
2.3 Обґрунтування тестових методів і засобів діагностики елементів системи впуску.....	57

2.4 Алгоритм розробки тестових методів і засобів діагностики системи мащення автотракторних ДВЗ.....60

2.5 Обґрунтування тестових методів та засобів діагностики системи мащення ДВЗ.....63

Розділ 3 Ефективність реалізації тестових методів і засобів діагностики ДВЗ.....

3.1 Ефективність реалізації розроблених тестових методів і засобів діагностики.....67

3.2 Економічна ефективність реалізації розроблених методів тестової діагностики системи живлення.....70

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА.....74

Висновки.....77

Список літератури.....80

Перелік скорочень

- АБС – антиблокувальна гальмівна система;
- АКБ – акумуляторна батарея;
- ВМТ – верхня мертва точка;
- ГРМ – газорозподільчий механізм;
- ДВЗ – двигун внутрішнього згорання;
- Д – діагностування;
- ДД – датчик детонації;
- ДТискП – датчик тиску повітря;
- ДДинТО – датчик динамічного тиску оливи;
- ДТО – датчик тиску оливи;
- ДВО – датчик витрати оливи;
- ДМВП – датчик масової витрати повітря;
- ДП – діагностичний параметр;
- ДПДЗ – датчик положення дросельної заслінки;
- ДПКВ – датчик положення колінчастого вала;
- ДПРВ – датчик положення розподільчого вала;
- ДТемпП – датчик температури впускного повітря;
- ЩО – щоденне обслуговування;
- КВП – контрольно-вимірювальні пристрої;
- КПА – контрольно-перевірочна апаратура;
- КСЗ – контактна система запалювання;
- КШМ – кривошипно-шатунний механізм;
- МПСЗ – мікропроцесорна система запалювання;
- МСКД – мікропроцесорна система керування двигуном;
- МХ – механічний;
- МЕЗ – мобільний енергетичний засіб;

НМТ – нижня мертва точка;
НЕМП – ненавмисні електромагнітні перешкоди;
ОД – об’єкт діагностики;
ЗОС – засоби освітлення та сигналізації;
РДП – регулятор додаткового повітря;
РВ – режим використання;
РОВ – ремонтно-обслуговуючий вплив;
РХХ – регулятор холостого ходу;
СВП – система впуску палива;
СД – система діагностики;
СЗ – система запалювання;
СК – система керування;
ЗТД – засоби технічної діагностики;
СП – система паливоподачі;
СТО – станція технічного обслуговування;
СЧМ – складова частина машини;
ППС – паливно-повітряна суміш;
ТО та ПР – технічне обслуговування та поточний ремонт;
ТРеж – тестовий режим;
ТС – технічний стан;
ТУ – технічні умови;
УЗС – ультразвукова система;
КВЗ – кут випередження запалювання;
УР – умови роботоздатності;
ФЕ – фільтруючий елемент;
ЦБК – центральний бортовий комп’ютер;
ЦММ – центральна масляна магістраль;
ЦПГ – циліндропоршнева група;
ЕБН – електричний бензонасос;
ЕБК – електронний блок керування;

ЕОМ – електронна обчислювальна машина;

ЕК – екологічна система автомобіля;

ЕМС – електромагнітна сумісність;

ЕМФ – електромагнітна форсунка;

ЕМ – електромеханічний;

ЕН – електронний;

ЕО – електрообладнання;

ЕСАУ – електронна система автоматичного управління;

ЕСУД – електронна система управління двигуном;

RAM – об'єм оперативної пам'яті;

ROM – об'єм постійної пам'яті.

Вступ

Конструктивне вдосконалення мобільних енергетичних засобів (в особливості їх основного агрегату – двигуна внутрішнього згорання) направлено на: забезпечення диференціації величини параметрів функціонування механізмів систем в залежності від мінливості умов і режимів експлуатації машин; підвищення технічного ресурсу при використанні машин за призначенням в заданих умовах експлуатації.

Перше обумовлено стабільністю величин технічних параметрів у просторі та часі, друге – їх збереженістю в часі. І перше, і друге в цілому зумовлюють фактичний рівень реалізації споживчих властивостей мобільних енергетичних засобів – їх якість. Воно реалізується при використанні машин за призначенням і оцінюється техніко-економічними показниками, продуктивністю (при потенційно можливих мінімальних затратах ресурсів) при виконанні виробничих процесів і забезпеченні роботоздатного стану машин на протязі нормативного терміну служби.

Вирішення розглянутого вище технічного протиріччя потребує розробки нових методів і засобів діагностики, які за своєю технологічною здатністю (точності, достовірності) відповідали б вимогам сучасної та перспективної техніки.

Виходячи з вищесказаного, основною метою справжньої роботи є підвищення ефективності процесу діагностики систем живлення та мащення ДВЗ на основі реалізації нових методів і засобів їх тестового діагностування.

Для досягнення даної цілі, необхідно вирішити наступні завдання:

1. На основі дослідження процесів конструктивного вдосконалення і функціонування ДВЗ мобільних енергетичних машин, методів і засобів діагностики їх технічного стану, розробити концепцію удосконалення методів діагностування систем живлення, мащення та керування автотракторних двигунів, які забезпечують виявлення прихованих відмов

при тестовій діагностиці роботоздатності та правильності функціонування механізмів основних систем ДВЗ;

2. Розробити математичні моделі, адекватні дійсним процесам, які описують взаємозв'язок між параметрами технічного стану систем живлення та мащення, їх робочих процесів з технологічними і технічними параметрами методів тестової діагностики ДВЗ, техніко-економічними показниками при використанні та забезпеченні роботоздатності автотракторних засобів;

3. Розробити тестові методи, апаратні та програмні засоби, режими діагностування технічного стану механізмів системи живлення ДВЗ. Встановити діагностичні параметри технічного стану механізмів систем живлення, їх граничні значення;

4. Провести експериментальне дослідження, виробничу перевірку, оцінку ефективності розроблених методів і засобів діагностування, дати рекомендації що до їх практичної реалізації.

Проблемна ситуація: конструктивне удосконалення основних систем автотракторних ДВЗ – живлення, мащення, керування, прецизійність виготовлення деталей, вузлів, підвищення навантажуючих та швидкісних характеристик робочих процесів направлено на покращення енергетичних, техніко-економічних і екологічних вимог при експлуатації мобільних енергетичних засобів, підвищення їх експлуатаційної надійності. Разом з тим, це зумовило зменшення величини допустимого відхилення параметрів технічного стану механізмів цих систем, підвищило значення вимог щодо правильності їх функціонування при мінливості режимів та умов експлуатації автотракторної техніки. Очевидно, що виконання вказаних вимог при діагностуванні технічного стану ДВЗ можливе тільки при покращенні технологічної здатності методів та засобів діагностики, визначених в основному точністю та достовірністю встановлення величини відхилення параметрів технічного стану від номіналу, знаходження їх допустимих меж за заданих режимів процесу тестового діагностування,

тобто, методи та засоби діагностики технічного стану розглянутих систем автотракторних ДВЗ за своєю прецизійністю повинні відповідати процесу їх конструктивного удосконалення.

Правильність функціонування механізмів систем живлення, мащення та керування ДВЗ, обумовлена знаходженням їх параметрів технічного стану в межах встановлених допусків і адекватної по величині їх мінливості в залежності від режимів та умов експлуатації мобільних енергетичних засобів, може бути встановлена в процесі діагностування технічного стану, параметри якого встановлені на основі закономірностей зміни діагностичних параметрів, їх взаємозв'язок з технологічною здатністю методів та засобів діагностування на тестових режимах.

Розробка методів, технічних засобів, рекомендацій по організації ефективних процесів діагностики, нормативної та технологічної документації, а також результати впровадження в цілому представляють значний внесок у розробку процесів діагностування автотракторних ДВЗ.

В дипломному проекті розглянемо закономірності зміни параметрів технічного стану механізмів систем живлення, мащення та управління автотракторних ДВЗ на тестових режимах діагностування, їх взаємозв'язок з технологічністю засобів діагностування в процесі прийому, обробки та використання діагностичної інформації.

РОЗДІЛ 1 СТАН ПРОБЛЕМИ ТА ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Роль мобільних енергетичних засобів у підвищенні реалізації виробничих процесів

Транспорт грає важливу роль в соціально-економічному розвитку країни. Транспортна система забезпечує умови економічного росту, підвищення конкурентоспроможності національної економіки та якість життя населення. Розвиває конкурентні переваги країні з точки зору реалізації її транзитного потенціалу. Доступ до безпечних та якісних транспортних послуг визначає ефективність роботи та розвитку виробництва, бізнесу та соціальної сфери.

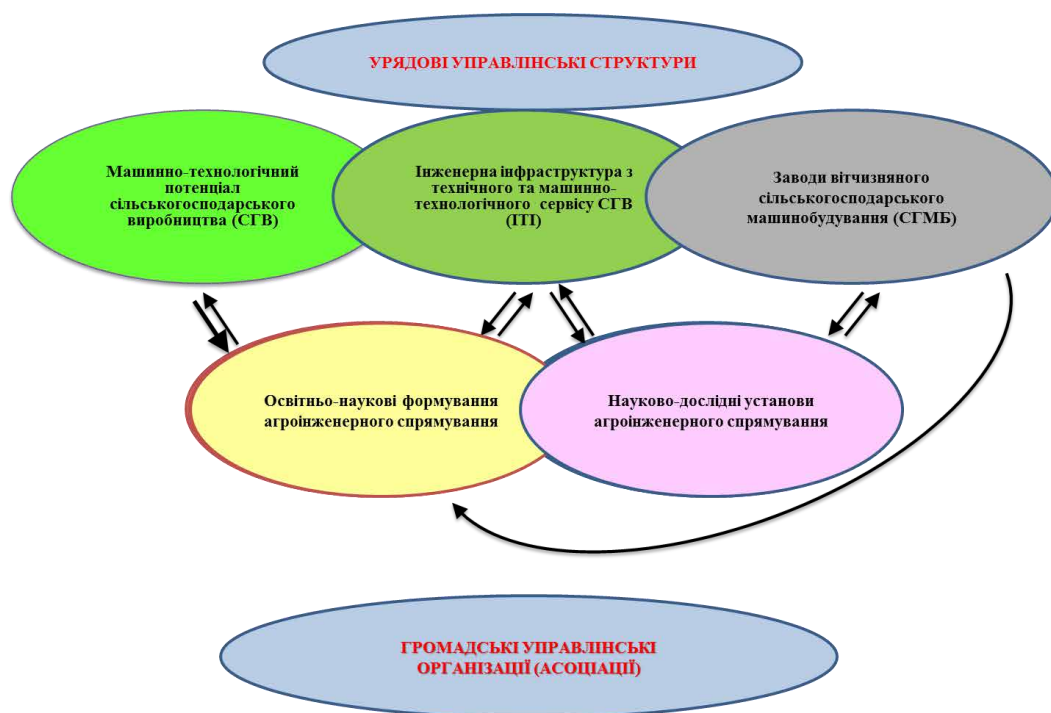


Рис. 1.1 Структура ринкової вітчизняної агроінженерної системи

Якісні характеристики рівня транспортного забезпечення пов'язані зі швидкістю, своєчасністю, передбачуваністю, ритмічністю, безпечністю та екологічністю функціонування транспортної системи. На сьогодні, екологічність при експлуатації мобільних енергетичних засобів ставиться на перше місце.

З 2001-го по 2014-й роки спостерігалось стійке зниження чисельності комбайнів і тракторів: з 204 і 208 тис. до 132,9 і 505,1 тис. відповідно. Це пояснюється старінням та утилізацією відпрацьованої амортизаційний строк техніки та достатньо повільним її оновленням. Однак, з 2011-го по 2017-й роки спостерігається тенденція росту числа комбайнів і тракторів з 132,9 и 505,1 тис. до 250 і 900 тис. відповідно.

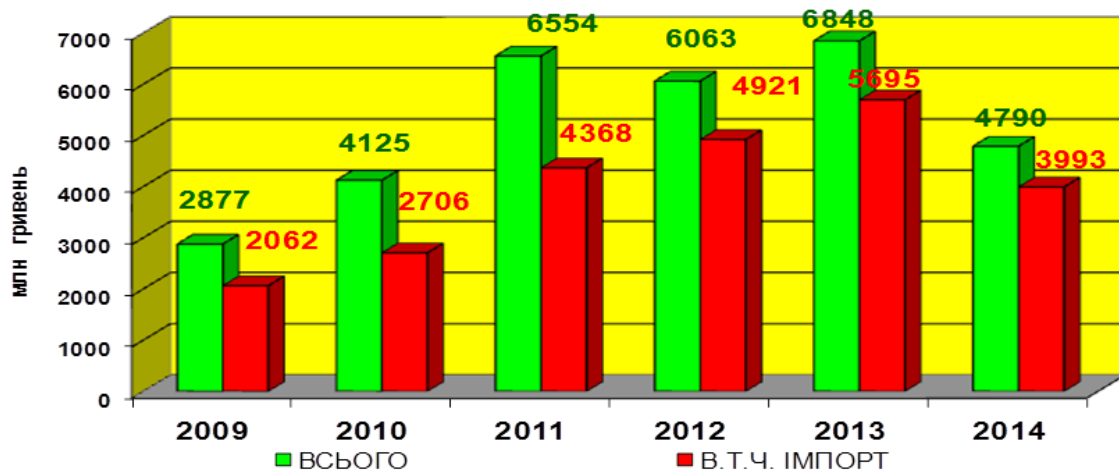


Рис. 1.2. Витрати коштів на придбання с.-г. техніки

Таким чином, галузі автомобільних перевезень автомобільного транспорту та і перспективі сільського господарства в цілому, будуть розвиватися прискореними темпами, що потребує одночасної розробки інфраструктури транспортних послуг, дилерських центрів з обслуговування техніки, зокрема, розробки нових вдосконалених засобів діагностування.

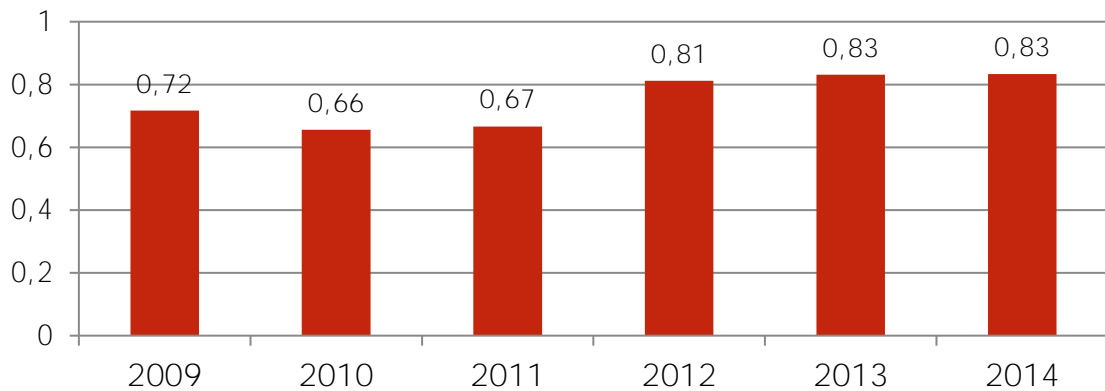


Рис.1.3. Частка витрат на іноземну техніку

1.2 Направлення та реалізація конструктивного вдосконалення систем і механізмів ДВЗ

Розвиток бортового обладнання МЕЗ йде по двох напрямках: шляхом подальшого удосконалення існуючих та шляхом конструювання і будови зовсім нових електричних, електронних і автотракторних пристроїв.

Ознаками класифікації за поколіннями являється поетапне впровадження нової техніки:

1. Перше покоління – електрифікація МЕЗ, створення класичного електрообладнання;
2. Друге покоління – впровадження аналогової напівпровідникової схемотехніки на дискретних радіоелементах: створення найпростіших електронних схем для керування електричними пристроями;
3. Третє покоління – широке впровадження на борту МЕЗ електронного обладнання цифрового принципу дії. Створення нових систем бортової автоматики, таких як: електронне вприскування палива, цифрове керування запалюванням, електронне керування гальмом, екологічні системи, бортова самодіагностика, схемотехнічне резервування та ін.
4. Четверте покоління – повна комп'ютеризація процесів автоматичного керування, контролю та регулювання з застосуванням центрального бортового комп'ютера та зі значним розширенням виконуючих функцій. Обладнання МЕЗ радарними засобами. Створення цілковито нових

принципів керування МЕЗ та його агрегатами, самокерування МЕЗ в режимі автопілоту, самозахист МЕЗ від аварійних ситуацій, електронне резервування функцій керування.

Таблиця 1.1

Основні інженерно-технічні проблеми сільськогосподарського виробництва, їх причини та наслідки

ПРИЧИНИ ПРОБЛЕМ	ОСНОВНІ ПРОБЛЕМИ	НАСЛІДКИ ПРОБЛЕМ
<p>1) відсутність <u>науково-обґрунтованої державної стратегії</u> розвитку сільськогосподарського виробництва;</p> <p>2) відсутність належного <u>наукового супроводу реформування агроінженерної системи</u> – переводу з державної до ринкової;</p> <p>3) відсутність <u>належного державного регулювання ринку</u> технічного та техніко-технологічного сервісу (обслуговування) сільськогосподарського виробництва.</p> <p>4) <u>недостатня діяльність агроінженерної асоціації.</u></p>	<p>1) <u>зношеність технічного потенціалу</u> більшості малих і середніх СГВ;</p> <p>2) технічний потенціал СГВ здебільшого <u>формується на основі уживаної іноземної техніки</u>;</p> <p>3) <u>домінування монопольного фірмового</u> технічного сервісу сільськогосподарської техніки.</p>	<p>1) <u>занепад</u> малого та середнього агробізнесу, <u>зубожіння</u> українського села;</p> <p>2) <u>виведення валютних коштів</u> за кордон- занепад економіки держави;</p> <p>3) <u>підвищення ризику</u> продовольчої безпеки держави;</p> <p>4) <u>здорожання</u> сільськогосподарської продукції;</p> <p>5) <u>занепад</u> вітчизняної агроінженерної науки та освіти.</p>

Сучасний етап конструктивного вдосконалення МЕЗ направлений на забезпечення якості функціонування систем і механізмів, розширення їх функцій при експлуатації машин. Такі конструктивні рішення дозволяють забезпечити сучасні вимоги – екології, ергономіки, економічності.

Сучасний МЕЗ повинен бути економічним, екологічно чистим, елегантним, високонадійним, комфортабельним і високошвидкісним транспортним засобом. Щоб забезпечити такі вимоги, на сучасному МЕЗ, крім класичного обладнання, встановлюють новітні засоби автоматичного

управління, контролю та регулювання. Всі новітні вироби бортової автоматики керування, контролю та регулювання об'єднані в автотракторну систему (табл.1.3).

Автотракторні системи вже сьогодні являються прототипами майбутніх повністю комп'ютеризованих великих універсальних систем автоматичного керування, контролю та регулювання на МЕЗ. Але на теперішній час, на сучасних МЕЗ найбільш розповсюджені не універсальні, а спеціалізовані автотракторні системи. До них відносять:

1. Системи вприскування палива для бензинових двигунів;
2. Екологічна система;
3. Мікропроцесорні системи електроіскрового запалювання з додатковими функціями регулювання;
4. Комплексні електронні системи автоматичного керування бензиновим ДВЗ;
5. Електронні системи керування гідравлічним гальмом;
6. Системи електронного керування автоматичної коробки перемикачів передач.

Автотракторні системи комп'ютеризованих універсальних систем автоматичного керування дозволяють усунути великий недолік – значний розмір та вагу проводки. В сучасному МЕЗ може бути понад 1200 окремих дротів. По вартості автомобільний джгут займає четверте місце після кузова, двигуна та трансмісії. Застосування мультиплексних систем радикально скоротить протяжність електронних дротів та кількість роз'ємів, на які при числі вмонтованих датчиків понад 20 припадає більше 30-40% вартості вмонтованої системи діагностики.

Не менш вагома перспективна тенденція інтеграції всього електронного оснащення МЕЗ на основі декількох систем: мультиплексної, автомобільної (рідше її називають водійською), інформаційної та вмонтованої системи діагностування. Мультиплексні автомобільні системи сьогодні представлені 3 класами:

1. Клас А;
2. Клас В;
3. Клас С.

Системи класу А використовуються для систем зі швидкістю передачі по шині не більш 10 КБіт/с. В системах класу В здійснюється обмін інформацією між підсистемами, коли потребується швидкість передачі даних 100...250 КБіт/с. В системах класу С здійснюється розподілене керування в реальному масштабі часу, швидкість обміну даними близько 1 МБіт/с.

В недалекому майбутньому мікроконтролери будуть інтегруватися з процесорами обробки сигналів.

Ємність застосованих запам'ятовуючих чипів на початку 80-х років ХХ століття складала 8 КБт. В теперішній час в системах МЕ 9.0 використовуються чіпи на 2,5 МБт, а в найближчий час будуть потрібні чіпи вже на 5 МБт і вище.

На сьогоднішній день представлена значна кількість модифікацій електронних блоків керування (ЕБК). При чому на одній моделі автомобіля можливе використання відмінних між собою ЕБК (модифікацій). Це, в свою чергу, створює складності в сфері діагностики: розробка нових засобів діагностування, розробка нових протоколів, адаптація роз'ємів і діагностичних засобів та ін. Наприклад, для автомобілів марки ГАЗ розроблена велика кількість ЕБК і їх модифікацій: Мікас 5.4, Мікас 7.2, Мікас 10.3, Мікас 11, Мікас 11ЕТ, Мікас 11СR, Мікас 12.3, МЕ 17.9.7, різновиди ЕБК BOSCH та ін. На даний момент продовжується розробка нових ЕБК, функціонально більш складних. В свою чергу виконання жорстких вимог на викид токсичних речовин, а також створення спеціальної системи діагностики, що дозволяє оцінити стан антитоксичних пристроїв, можливе тільки при застосуванні ЕБК з 16- і 32-розрядним мікропроцесором. Тобто, вимоги зниження токсичності все більш ускладнюють конструктивне виконання ЕБК: збільшується тактова частота процесора, об'єм пам'яті, кількість виводів у роз'ємах.

В сучасних умовах глобальною вимогою до новітніх автомобільних електричних і електронних систем являється неухильне виконання міжнародних стандартів OBD-II (США) і EOBD-II (Європа), які також продовжують вдосконалюватися.

Технічне діагностування мікропроцесорної системи керування двигуном (МСКД ДВЗ) – діагностування системи особливого класу, яка володіє переліком вагомих переваг. Ці переваги відображають об'єкти технічного діагностування – електронні пристрої та системи.

Всі елементи МСКД можна розбити на категорії з контролепридатності. Категорія контролепридатності утворюється шляхом поєднання груп конструктивного виконання систем з контролепридатності. Встановлюється 6 таких груп, які утворюють алгоритм підвищення ефективності процесу діагностування.

1. До першої групи відносять системи, на яких для діагностування проводяться монтажні-демонтажні роботи зі зняттям окремих пристроїв для діагностики поза систем або забезпечення доступу до контрольних точок. Може проводитися установка технологічних перехідників, у тому числі з розривом електричних і механічних ланцюгів, вимірювальних перетворювачів та інших пристроїв. При цьому пристрої спряження повинні бути уніфіковані, а в системі передбачені елементи конструкції для встановлення вимірювальних приборів і перетворювачів.

2. До другої групи зараховують системи, які діагностуються тільки зовнішніми засобами, проводяться монтажні-демонтажні роботи, але при цьому здійснюється часткове розбирання, встановлення перехідників.

3. До третьої групи відносять системи, діагностування яких здійснюється як вмонтованими, так і зовнішніми засобами. Для діагностування передбачені: відкриття спеціальних люків, кришок та інших пристосувань, відкриваючих доступ до контрольних точок, а також установка вимірювальних перетворювачів і інших вимірювальних приборів та пристроїв. Контрольні точки для зовнішніх засобів виведені на зовнішні

поверхні, передбачені елементи конструкції для встановлення вимірювальних пристроїв і перетворювачів. Пристрої спряження повинні бути уніфіковані, а точки підключення – знаходитися в легкодоступних місцях.

4. В четверту групу систем входять МСКД, діагностування яких виконується вмонтованими і зовнішніми засобами. При проведенні діагностичних робіт відсутні операції розбирання. Наявні підключені контрольні точки, перехідні пристрої, спряження, перетворювачі.

5. П'яту групу МСКД діагностують за допомогою вмонтованих і зовнішніх засобів діагностики та контролю. Для систем цієї групи виключена необхідність монтажно-демонтажних робіт; підключення засобів діагностування здійснюється шляхом уніфікованих роз'ємів для систем в цілому або його функціонально самостійної частини, яку діагностують локальною системою. Параметри сигналів в каналах зв'язку з зовнішніми засобами діагностування повинні бути стандартизовані (наприклад, вмонтованими або зовнішніми перетворювачами).

6. Шосту групу створюють системи, обладнані вмонтованими автоматичними засобами діагностування та контролю, тестові системи.

Безперервне удосконалення автотракторних систем МСКД в направленні прецизійності корекції параметрів робот ДВЗ і їх диференціювання вимагає збільшення розрядності застосованих процесорів обробки даних і числа датчиків, і виконуючих пристроїв МСКД.

Розрядність процесорів виросла з 16 до 64. Число датчиків і виконуючих пристроїв МСКД за цей же період часу виросло з 20 до 40 і більше, в залежності від моделі автотракторного засобу. Все це вимагало провести значне удосконалення систем з контролепридатності, яке складалося з 6 етапів. Заходи удосконалення систем з контролепридатності привели до значного росту вірогідності виявлення несправностей.

Розглянемо коротко тенденції конструктивного удосконалення систем і механізмів ДВЗ з ціллю забезпечити прецизійності, точності, надійності забезпечення заданих техніко-економічних показників ДВЗ.

Для підвищення експлуатаційних властивостей ДВЗ використовують:

1. Вимірювання напруги іонізації;

2. Виявлення пропусків займання суміші та детонаційного згоряння вимірюванням сили іонної напруги;

3. Застосування систем запалювання с двома свічками на один циліндр;

4. Зміщення фаз (від 10° повороту колінчастого валу при середньому і великому навантаженні до 0° повороту колінчастого валу при малому навантаженні, а також при зниженні навантаження);

5. Керування фазами.

Заходи для зниження токсичності:

1. Рециркуляція відпрацьованих газів (система EGR);

2. Зміна фаз газорозподілу;

3. Створення вихревого руху суміші у впускному каналі та оптимізація форми камери згоряння;

4. Конструкція свічки запалювання, її положення в камері згоряння, а також енергія і період іскрового розряду;

5. Вентиляція картера ДВЗ;

6. Очистка відпрацьованих газів. Термічне доспалювання;

7. Каталітичне доспалювання;

8. Використання систем з оборотним зв'язком із застосуванням повітряних датчиків;

9. Точні таблиці зміни кута випередження запалювання (КВЗ).

На даному етапі конструктивного удосконалення механізмів і систем ДВЗ дуже важлива роль відводиться швидкодії та зменшенню часу реакції виконуючих елементів на виникаючі зміни режимних і швидкісних параметрів ДВЗ.

Ефективним заходом для підвищення експлуатаційних властивостей автомобілей є використання монітора пропусків у системі запалювання (для виключення відмови каталітичного нейтралізатора та зниження рівня токсичності).

Удосконалення системи живлення двигунів із впорскуванням бензину направлено на забезпечення високих екологічних показників. Забезпечення останніх можливе за рахунок точного дозування подачі палива на всіх режимах роботи двигуна.

В перспективі розраховується використовувати й інші функціональні елементи, наприклад, діагностичні пристрої для виявлення протікання паливного бака або блок контролю часу роботи електробензонасоса, інтегровані в розподільчий модуль.

Перспективним направленням оцінки технічного стану КШМ і системи мащення являється динамічний контроль рівня оливи. При русі автомобіля рівень оливи контролюється датчиком рівня і температури. При зниженні рівня оливи до мінімально допустимого значення інформаційна система (FIS) подає попереджувальний сигнал.

В такій новітній системі процесор виконує статичну обробку сигналу датчика з урахуванням температури оливи, частоти обертів валу двигуна та тимчасового фактора і обирає команду на включення сигналізатора рівня.

Статистична обробка сигналів дозволяє виявити середній рівень оливи в динаміці. Через кожні 100 км пробігу виконується порівняння середнього статистичного (динамічного) значення рівня оливи з заданим значенням і при необхідності подається команда на включення сигналізатора рівня оливи

Сумуючи вищесказане, можна уявити збільшену структурну схему взаємозв'язку систем ДВЗ автотракторних засобів.

Система паливоподачі включає в себе ЕБК, регулятор, фільтр і ЕМФ. Із всіх цих компонентів МСКД керує роботою ЕБК за рахунок протяжності включення, регулятором – за рахунок корекції тиску в рампі при зміні навантаження ДВЗ, ЕМФ – за рахунок вар'ювання часу включення,

тривалості імпульсу. Система впуску включає фільтр, заслінку, РХХ, впускні клапани. МСКД може керувати заслінкою в залежності від навантаження ДВЗ і частоти обертання, РХХ – за рахунок забезпечення заданої кількості кроків штока і вар'ювання кількості повітря, впускними клапанами – за рахунок автоматичної зміни фаз газорозподільчого механізму. Система мащення включає в себе маслозбірник, насос, фільтр, корінні підшипники., шатунні підшипники, датчик тиску оливи, датчик витрати оливи, датчик динамічного тиску оливи. МСКД здійснює контроль вихідних параметрів цих датчиків і може скорегувати частоту обертання ДВЗ, для декількох секцій насоса – задіяти додаткову секцію, увімкнути злив.(рис 1.15)

Система енергозабезпечення являє собою системоорганізуючу для інших систем: МСКД, паливоподачі, мащення, впуску. При чому все більше периферійних систем і механізмів включається в загальну систему енергозабезпечення. Пояснимо структурні зв'язки всередині схеми. Система паливовіддачі для ДВЗ забезпечує задані значення циклічної подачі форсунки $Q_{ЦТ}$ і часу подачі $t_{ЦТ}$, при цьому МСКД бере участь в їх підтримці і корекції для любых режимів експлуатації. Система мащення забезпечує необхідні значення $P_{НМ}$ тиску та подачі масляного насоса $Q_{НМ}$. При роботі ДВЗ і системи мащення знімаються вихідні діагностичні параметри: вихідне напруження датчика тиску оливи $U_{ДТО}$, вихідне напруження датчика витрати оливи $U_{ВО}$, параметри пульсацій тиску в масляній магістралі P , амплітудні та частотні параметри пульсації тиску A P . Ці дані обробляються МСКД і формуються корегуючі та адаптуючі дії на зміну зовнішніх і внутрішніх умов. Система впуску забезпечує значення параметрів подачі повітря $Q_{ПП}$, часу $t_{ВЧ}$ і кута відкриття впускного клапана $\Psi_{ВВ}$. При цьому МСКД корегує ці параметри і адаптує під мінливі режими та конкретні умови експлуатації. На виході ДВЗ при роботі перелічених систем датчики фіксують зміни вихідної напруги U_{λ} і струму датчика повітря I_{λ} , напругу, генеруючу датчиком детонації $U_{ДД}$, частоту обертання колінчастого вала ДВЗ, вихідну напругу датчика тиску повітря, що подається $U_{ДВ}$. На основі цих вихідних даних ДВЗ

мікропроцесорна система керування ДВЗ формує вплив у вигляді зміни коефіцієнта паливокорекції, коефіцієнта надлишку повітря, кута випередження запалювання та ін. При цьому, система енергозабезпечення традиційно живить всі електроприбори, але в значній мірі задіяна в процесі підтримання обміну інформацією, керування елементами внутрішнього діагностування практично всіх систем, адаптації роботи систем до змінюючого технічному стану систем і умовам експлуатації.

Таким чином, ступінь охопту керуванням, корекцією та адаптивністю даних систем дуже висока та все більш підвищується. Тому процес діагностування системи мащення пов'язаний як з МСКД, так і з системою енергозабезпечення.

В результаті проведеного аналізу виявлено, що конструктивне вдосконалення основних механізмів ДВЗ здійснюється за наступними напрямками:

1. Підвищення якості виготовлення деталей, збирання вузлів і агрегатів;
2. Кількісне збільшення датчиків і виконуючих механізмів, які контролюють і керують параметрами функціонування механізмів ДВЗ, інших агрегатів машин;
3. Забезпечення прецизійності (точності) корекцій величини робочих параметрів систем ДВЗ в залежності від зміни режимів, умов експлуатації МЕЗ, а також погіршення технічного стану самих механізмів (на основі самодіагностики і корегування їх параметрів);
4. Диференціювання величин параметрів робочих процесів машин в залежності від зміни режимів та умов експлуатації.

1.3 Аналіз і синтез методів та засобів діагностики

Вмонтовані засоби діагностики стали невід'ємною частиною електронного оснащення МЕЗ, а за останні роки – одним з центральних напрямків комп'ютеризації.

Мікропроцесорним вмонтованим засобам відводиться задача контролю за технічним станом агрегатів, вузлів і МЕЗ в цілому. В результаті формуються рекомендації з продовження роботи МЕЗ на лінії або постановці його на ТО чи ТР, або виконання незначного ремонту самим водієм у межах ЕОМ.

Вмонтовані засоби поділяються на:

- системи датчиків і контрольних точок, які забезпечують вихід сигналів на зовнішні засоби діагностування;

- бортові системи контролю для допустимого контролю параметрів функціонування і технічного стану з виходом результатів тільки на дисплей у кабіні водія;

- вмонтовані системи діагностики – автономні або функціонуючі комплексно зі стаціонарними інформаційно-керуючими центрами. Ці системи передбачені для опосередкованого узагальненого контролю роботоздатності вузлів і агрегатів з подачею результатів на дисплей водію та в бортовий накопичувач для подальшого прогнозу і обліку ресурсу, і наробітку вузлів, корекції режимів ТО стаціонарними ЕОМ.

Найбільше розповсюдження отримали вмонтовані системи з мікропроцесорною обробкою, накопиченням і подачею інформації водію на бортовий накопичувач і на штекерний роз'єм, які несуть інформацію всіх вказаних різновидів. Діагностування тільки зовнішніми засобами не забезпечує запобігання експлуатації автомобілей з несправностями, аварійних дорожніх відмов, оптимізації вибору режиму руху та проведення ТО і ТР. Воно не усуває накопичення несправностей на міжконтрольному пробігу, так що в середньому не більше 20% парку експлуатується з такими несправностями.

Найбільш перспективною можливістю зняти вказані обмеження, забезпечивши практично безперервним контролем найменш надійні вузли, слугує впровадження вмонтованих засобів діагностування. Наявні в нинішній час розробки показують доцільність діагностування вмонтованими засобами двигуна та вузлів, основних функціональних якостей автомобіля з функціональними параметрами агрегату та руху автомобіля, об'єднаних показників роботоздатності важливих агрегатів.

При насиченні автомобілів електронікою (наприклад, легкових вищого і середнього класів) встановленою на бортові системи контролю пристрою об'єднують на мікропроцесорній основі в одне ціле з другими пристроями контролю (економетром, маршрутним комп'ютером, електронною панеллю, показником доцільності перемикавання передач) і пов'язують з автоматичними регуляторами (впорскування, запалювання, роботою трансмісії та ін). Подібні зв'язки виникають як при використанні загальних датчиків одночасно для декількох компонентів, так і при виконанні функцій обробки, відображення та накопичення даних загальними для них блоками.

Так, фірмою «Бош» запропоновано як додаток до звукової і світлової індикації виходу контролюючих параметрів за поле допуску видавати по запиту швидкість їх зміни. Фірмою «Nippondenso» (Японія) пропонується змінювати масштаби шкал, відображених на дисплеях параметрів при їх виході за поле допуску, а також нагадувати про наявність несправностей голосовим індикатором через фіксований проміжок часу після візуальної індикації. Цією ж фірмою, замість індикації швидкості поступової зміни контролюючого параметру (наприклад, внаслідок зносу) запропоновано видавати результат порівняння прогнозу ресурсу з пробігом до найближчого планового ТО.

Японськими фірмами «Toyota» і «Nippondenso» рекомендується заносити в бортовий накопичувач результати контролю не тільки технічного стану, але й частоти виходу з ладу агрегатів і систем автомобіля на

екстремальних режимах, як найбільш об'єктивні характеристики ефективності роботи автомобіля.

Сучасний ринок пропонує велике різноманіття діагностичних засобів. Розглянемо різні СТД, які рекомендують в теперішній час та проведемо аналіз по таким важливим показникам контролепридатності, як кількість діагностичних параметрів N , час пошуку несправностей T , середній час підготовки автомобіля до діагностики заданим числом спеціалістів $T_{\text{ч}}$, коефіцієнт повноти діагностичної інформації $K_{\text{ПДІ}}$, коефіцієнт повноти перевірки справності $K_{\text{ПП}}$, коефіцієнт глибини пошуку дефектів $K_{\text{ГП}}$, коефіцієнт використання спеціальних засобів діагностики $K_{\text{ВЗ}}$.

Коефіцієнт повноти діагностичної інформації визначається :

$$K_{\text{ПДІ}} = \frac{\sum_{j=1}^n D_j + \sum_{l=1}^m D_l}{\sum_{j=1}^n D_j + \sum_{l=1}^m D_l + \sum_{i=1}^N D_i + \sum_{y=1}^M D_y}, \quad (1.1)$$

де D_j, D_l – достовірність інформації, яка отримується при зміні j -го діагностичного параметру й оцінки l -ї ознаки діагностичної інформації;

D_i, D_y – достовірність інформації, яку отримали при вимірі i -го структурного параметру й цінки y -ї ознаки після розбирання машини.

Таким чином, коефіцієнт повноти діагностичної інформації однозначно визначає величину достовірності процесу діагностики.

Значення повноти інформації діагностики при виявленні несправностей тракторів пов'язано з часом пошуку несправностей експоненціальною залежністю:

$$T = 6,74 \cdot e^{-1,83 \cdot K_{\text{ПДІ}}} - 0,62.$$

1.2

При зниженні коефіцієнта повноти інформації діагностики на 0,1 середній час пошуку інформації збільшується на 0,5 год.

Наприклад, для КПДІ = 0,95 середній час пошуку інформації $T = 0,56$ год;

КПДІ = 0,8 $\rightarrow T = 0,936$ год; КПДІ = 0,7 $\rightarrow T = 1,246$ год; КПДІ = 0,6 $\rightarrow T = 1,624$ год.

Датчики та виконавчі механізми діагностують за допомогою заводських СТД: осцилографа, мотор-тестера МТ-10, спеціальних при-борів (12 шт.). Зазначені СТД дозволяють контролювати 26 ДП, що, безсумнівно, ефективно з позиції кількості інформації, проте значно (надмірно) високі значення T і $TБ$, а також низька ефективність і якість процесу діагностування, тому що низькі коефіцієнти КПДІ, КПП і КГП.

Система запалювання за заводською технологією діагностується мотор-тестером МТ-10 і розрядником. Кількість ДП становить 6, що відповідає високій універсальності засобів і високим можливостям їх використання. Час T і $TБ$ приймає мінімальні значення, що задовольняє вимогам з надлишком. Коефіцієнти КПДІ, КПП і КГП приймають середні значення, що цілком прийнятно забезпечує якість процесу діагностування.

Система подачі палива передбачає діагностування форсунок шляхом їх зняття і випробування на стенді для очищення та випробування бензинових форсунок «Форсаж». Кількість ДП становить 8 шт., що говорить про істотну універсальність стенду, причому оцінка проводиться на декількох режимах. Однак, значним і головним недоліком є високий час T , який складає 2 години і $TБ$, відповідно, 1 год, а це тягне за собою збільшення матеріальних і трудових витрат. Коефіцієнти КПДІ, КПП і КГП мають високі і середні значення, що цілком задовольняє вимоги якості процесу діагностування.

Для бензонасоса час T і час $TБ$ приймають середнє і низьке значення, що задовольняє вимоги, інші параметри в нормі. Паливний фільтр також питань не викликає. А ось паливна рампа - мабуть, самий непристосований елемент для діагностування, тому при знятті промивається або змінюється на нову.

Циліндропоршневу групу діагностують компресиметром, мотор-тестером МТ-10. Значення Т і ТБ знаходяться на низькому і середньому рівні відповідно, що цілком задовольняє вимоги. Коефіцієнти КПДі, КПП і КГП приймають середні і високі значення, КПП незадовільний.

Підшипники колінчастого вала діагностують пневмотестером, манометром в магістралі тиску. Високий час Т і ТБ, що є головним недоліком. Коефіцієнти ККД і КГП мають вкрай низьке значення.

Для газорозподільного механізму, системи впуску, системи випуску відпрацьованих газів передбачені мотор-тестер МТ-10, пневмотестери і МТА-2. Значення Т і ТБ приймають високі, низька ефективність процесу діагностування, низька точність.

Проведений аналіз пропонованих заводами-виробниками методів і засобів діагностування показує, незважаючи на їх суттєву роль в сучасному сервісі, їх низьку ефективність.

Для значного підйому ефективності процесу діагностування необхідна розробка нових методів і засобів діагностування систем ДВЗ, використання яких повинно бути направлено на забезпечення наступних заходів, які представлені в таблиці 1.5.

Таким чином, практична реалізація зазначених в таблиці 1.5 заходів на основі розробки нових методів і засобів дозволить підвищити достовірність і точність процесу діагностування. Досягнення високих показників контролепридатності можливо за рахунок використання тестових вмонтованих систем контролю технічного стану систем ДВЗ.

На даний момент значними темпами розвивається тестова система діагностування. Існуючі на сьогоднішній день методи тестування програмного забезпечення МСУД не дозволяють однозначно і повністю виявити всі дефекти і встановити коректність функціонування ЕБУ.

Існує кілька ознак, за якими прийнято проводити класифікацію видів тестування. Виділяють класифікаційну категорію по об'єкту тестування (рисунок 1.18).

У МСУД поширені і заслуговують на особливу увагу навантажувальне і стрес-тестування. Тестування навантаження (англ. Load Testing) – визначення або збір показників продуктивності і часу відгуку програмно-технічної системи або пристрою у відповідь на зовнішній запит з метою встановлення відповідності вимогам, що пред’являються до даної системи (пристрою).

Для дослідження часу відгуку системи на високих або пікових навантаженнях проводиться стрес-тестування, при якому створене на систему навантаження перевищує нормальні сценарії її використання. У нашій роботі слід приділити увагу тому, що тестування систем на МЕМ (за ступенем участі об’єкта в тестуванні) може бути поділено на три види (рисунок 1.19).

Причому, якщо розглядати рівень оснащення МЕМ тестовими системами діагностування, то спостерігається чітка тенденція зростання числа третього виду тестових систем (рисунок 1.20) при зниженні числа двох інших.

Таким чином, позначено новий напрямок тестового діагностування - це тестування динамічного об’єкта в процесі експлуатації або використання з метою автоматичного управління його роботою.

1.4. Рівень ефективності технічної діагностики і постановка проблеми

Ефективність процесу діагностування оцінюють різними методами. Систематизація методів оцінки ефективності процесу діагностування представлена на малюнку 1.21.

В результаті аналізу методів оцінки ефективності процесу діагностування виявлено:

- при оцінці методів діагностування за критерієм рівня автоматизації не враховуються ймовірність і точність параметрів, не включені вартісні дані. За

даним критерієм можна поверхнево оцінити застосовувані методи діагностування;

- коефіцієнт контролепридатності дозволяє оцінити методи діагностування з позиції контролепридатності, однак, при цьому не ведеться мова про оцінку якості процесу діагностування, точності і достовірності;

- коефіцієнт доступності - важливий критерій при оцінці методів діагностування по відношенню до вузлу, який діагностується, проте також дуже вузько дозволяє оцінити методи діагностування;

- коефіцієнт легкозйомності важливий для будь-якого виду техніки з позиції мінімізації витрат часу на зняття вузла, деталі, але при сучасній надійності вузлів, деталей практично втратив актуальність;

- коефіцієнт блочності досить важливий для служб ремонту і при проведенні ТО, але при оцінці ефективності діагностування непридатний;

- коефіцієнт взаємозамінності побічно впливає на якість процесу діагностування та ТО, але не становить значної важливості;

- коефіцієнт готовності - важливий показник для оцінки конструктивної надійності транспортних засобів і ремонтних служб. Характеризує напрацювання на відмову, час відновлення, але не враховує спільне використання вбудованих і зовнішніх засобів діагностування, якість процесу діагностування;

- коефіцієнт технічного використання опосередковано має ставлення до оцінки ефективності методів і засобів діагностування, але не має відношення до визначення точності, достовірності, якості процесів ТО і діагностування;

- **комплексні показники, що враховують трудомісткість робіт:** середня сумарна трудомісткість технічного обслуговування, питома сумарна трудомісткість технічного обслуговування, середня сумарна трудомісткість ремонтів, питома сумарна трудомісткість ремонтів, середня трудомісткість технічної експлуатації, питома трудомісткість технічної експлуатації, загальна тривалість діагностування, трудомісткість діагностування тільки

опосередковано характеризують ефективність діагностування і технічного обслуговування;

- **комплексні показники, що враховують грошові витрати:** середня сумарна вартість технічного обслуговування, питома сумарна вартість технічного обслуговування, наведене напрацювання на відмову, середня сумарна вартість запасних частин, питома сумарна вартість запасних частин, коефіцієнт надійності, питомі витрати коштів через ненадійність, коефіцієнт підтримки надійності частково характеризують технічні та технологічні показники. Однак в них не враховані достовірність, точність, трудомісткість та ін.;

- коефіцієнт доцільності діагностування оперує ймовірними характеристиками. Достовірності в рівнянні опосередковано виражають точність оцінки, трудомісткість та ін. Однак, ймовірні характеристики вимагають певної вибірки числа спостережень, а обчислення ймовірності і достовірності - досить трудомісткий процес;

- при визначенні коефіцієнта ефективності розраховують цілий набір інших коефіцієнтів, а також ймовірні характеристики, що обумовлюють досить складний і специфічний алгоритм їх обчислення. Відомі

роботи, в яких для простоти обчислення розглядаються ранги. Для обчислення необхідно вибрати відповідні значення рангів і визначити коефіцієнт ефективності, що досить незручно в практиці експлуатації;

- визначення показників: чутливості, однозначності, стабільності і інформативності дозволяє охарактеризувати метод і засіб. Проте їх визначення вимагає проведення складних експериментів з повторами і значними розрахунків. Показники окремо несуть односторонній сенс і малозастосовані;

- при визначенні достовірності алгоритму враховується цінність відомостей, одержаних в процесі діагностування, про дійсний стан об'єкта і можливості технічної реалізації алгоритму. Для обчислення достовірності алгоритму потрібен великий обсяг взаємопов'язаних і взаємообумовлених

експериментів, недоліками показника є значна трудоємність його обчислення і матеріальні витрати.

Ефективність процесу діагностування оцінюють різними критеріями. Систематизація критеріїв оцінки ефективності процесу діагностування показана на малюнку 1.22.

При розрахунках ефективності застосовуваних методів і засобів діагностування використовують такі критерії: ефективність операцій діагностування в загальному вигляді, нормований показник ефективності використання діагностування, поправочні коефіцієнти, річний економічний ефект від діагностування машини і річні витрати від діагностування по i -му структурному параметру, цільова функція, критерієм оптимізації якої є мінімальні сумарні питомі експлуатаційні витрати, оцінка ефективності діагностування автомобілів по номограмі через граничну вартість діагностування, критерій «ризик» (втрачений виграш), коефіцієнт ефективності профілактики, цільова функція, яка визначає максимум достовірності (мінімум ймовірності неправильного висновку) і мінімум вартості при оптимальному класі точності, «ентропія системи» та ін.

При аналізі критеріїв ефективності ТО і діагностування виявлено: в них не враховуються ймовірність і точність параметрів засобів діагностування, їх технологічна ефективність у взаємозв'язку з вихідними діагностичними параметрами систем ДВЗ, не розглядається загальна ефективність від комплексного одночасного застосування зовнішніх і вбудованих засобів діагностування, не розглядається економія витрат на ТО і ТР машин в залежності від оснащеності мобільних енергетичних засобів засобами вмонтованого діагностування.

Аналіз стану досліджень з висунутої теми дипломної роботи дозволив сформулювати наукову проблему, яка полягає в необхідності встановлення закономірності зміни параметрів технічного стану механізмів, систем живлення, мащення і управління автотракторних ДВЗ, їх вплив на справну

роботу пристроїв при мінливості режимів і умов експлуатації мобільних енергетичних засобів, взаємозв'язків діагностичних параметрів з методами і засобами діагностування при тестових режимах функціонування ДВЗ, а також внутрішніх взаємозв'язків у процесах прийому, обробки та використання діагностичної інформації.

РОЗДІЛ 2 ВЗАЄМОЗВ'ЯЗОК ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДІАГНОСТИКИ ТА ФУНКЦІОНУВАННЯ ОСНОВНИХ СИСТЕМ ДВЗ

2.1 Концепція вдосконалення методів і засобів технічної діагностики основних систем ДВЗ

Процес діагностування, в якому визначені функції виконує оператор, передбачає тісний взаємозв'язок об'єкта (ОД), методів і засобів технічного діагностування (ЗТД). При цьому дія оператора визначається прийнятим ступенем автоматизації процесу. Сукупність об'єкта, методів, ЗТД і оператора називається системою діагностування (СД). Розробка СД, яка виконується різними проектними організаціями, базується в основному на інженерній інтуїції і практичному досвіді розробників, що не завжди дозволяє отримати результати, близькі до оптимальних. Тим часом, може бути запропонована досить строго обґрунтована послідовність дій при проектуванні СД різного призначення, яку можна автоматизувати, використовуючи ЕОМ. Ця послідовність включає три етапи. На першому етапі розглядається процес діагностування і на основі обраного критерію організації з урахуванням специфіки використання та експлуатації об'єкта визначаються вимоги до методів СД. На другому етапі здійснюється паралельне в часі проектування об'єкта, ЗТД і діяльності оператора. На цьому етапі в процесі проектування можуть брати участь різні організації, які розробляють об'єкт, ЗТД і оператор. Однак їх дії повинні координуватися головним розробником СД. Нарешті, на третьому етапі повинні бути оцінені ефективність діагностування і СД.

У загальному випадку в ході аналізу та синтезу процесу взаємодії елементів СД можна визначити максимальне значення обраного критерію (прямі завдання) або значення показників, що характеризують ОД і ЗТД, які забезпечують досягнення заданого критерію (зворотні завдання).

В процесі проектування системи діагностування на першому етапі виходять з ситуацій, що складаються на практиці, які, наприклад, можуть бути зведені до наступних завдань.

Для заданих об'єкта і технічних засобів, припускаючи, що використання ОД строго регламентовано, визначити значення показників, що характеризують процес діагностування, які забезпечать заданий показник організації СД. Подібна задача виникає в разі, коли призначення об'єкта, його конструктивні особливості і специфіка використання строго регламентують показники ОД і ЗТД.

Для заданих ОД і ЗТД найкращим чином організувати процес використання і діагностування ОД. Завдання такого роду виникає тоді, коли, на відміну від попереднього випадку, у розробника є можливість перебудувати або вплинути на організацію використання ОД з метою досягнення найбільшого ефекту в сенсі прийнятого критерію організації СД. Подібна ситуація може скластися при проектуванні СД для об'єктів періодичного використання. При цьому розробники СД можуть обґрунтовано рекомендувати доцільні періодичності діагностування та використання об'єкта.

Для заданого об'єкта, у якого строго регламентовані процеси використання і діагностування, визначити показники ЗТД при певному значенні критерію організації СД. Таке завдання виникає, як правило, коли ЗТД є зовнішніми, а прийнята організація використання і технічного обслуговування об'єкта не визначається жорсткими зовнішніми умовами (технологічним процесом, технічними можливостями, чисельністю обслуговуючого персоналу та ін.).

Для строго регламентованих процесів використання і діагностування ОД визначити показники об'єкта та ЗТД, що забезпечують задані значення критерію організації СД. Тут, виходячи з призначення об'єкта і зовнішніх умов, що впливають на характер його використання, розробники ОД визначають організацію його використання і технічного обслуговування, а в ході розробки СД її проектувальники визначають відповідні вимоги до ОД і ЗТД і домагаються їх задоволення.

Таким чином, в межах п'яти представлених вище завдань здійснюється процес проектування ЗТД. Головним, визначальним фактором процесу діагностування ДВЗ є висока технологічна здатність при реалізації методів і ЗТД, що забезпечує необхідний рівень точності і достовірності діагнозу - якість процесу діагностування. Однак, незважаючи на істотну важливість процесу проектування ЗТД, все-таки заключний етап - оцінка якості діагностування з урахуванням впливу цілого ряду факторів - дає підсумкову оцінку всіх попередніх заходів. Тому важливо розглянути якість процесу діагностування комплексно.

Технологічний, технічний і соціально-економічний ефект від застосування методів тестового діагностування ДВЗ вмонтованими та зовнішніми засобами діагностування забезпечується підвищенням надійності роботи вузлів і механізмів внаслідок точності розпізнавання відмов, причин їх виникнення, розробки алгоритмів і структури проведення ремонтно-обслуговуючих впливів щодо усунення їх наслідків.

Рішення задач, що визначають підвищення ефективності процесу діагностування, зумовлює розгляд складових функціоналу (2.2) як самостійних об'єктів дослідження, так і у взаємному зв'язку з урахуванням наявності збурень і неконтрольованих параметрів.

Процес діагностування є структурно складним технологічним процесом, в якому одні параметри є заданими, другі керуючими, треті являють собою випадкові фактори (рисунок 2.1).

До числа заданих параметрів відносяться: $E_{\text{доп}}$ — допустиме відхилення діагностичних параметрів ДП (по ТУ); np — кількість діагностичних параметрів; t_0 — min дій при обробці діагностичної інформації; $t_{\text{п}}$ — швидкість приєднання ЗТД; $t_{\text{пп}}$ — час підготовки і розігріву ЗТД.

Керуючими параметрами є: ω — режим роботи ДВЗ (частота обертання); N — навантажувальний режим роботи ДВЗ; A — алгоритм діагностування; ЗТД — засіб технічного діагностування; $t_{\text{в}}$ — час тестового впливу.

Зміною цих параметрів в певних межах можна забезпечити необхідний рівень технологічності методів діагностування. (рис 2.1)

До випадкових обурень відносяться: t° — температура навколишнього середовища; E — рівень електромагнітних завад; S — ступінь впливу на результат діагностування технічного стану інших вузлів і механізмів ДВЗ.

До керованих параметрів відносять: $N_{\text{д}}$ — кількість діагностичних операцій; $n_{\text{н}}$ — додаткове число діагностичних параметрів нового ЗТД; $n_{\text{у}}$ — число вузлів, механізмів, діагностованих даними ЗТД; T — трудомісткість діагностування; O — помилки оцінки технічного стану; Z_{Di} — структура діагностичних операцій.

Якість технологічної системи визначають вихідні параметри:

D — достовірність діагнозу; I — інформаційна ємність; I — втрати інформації в процесі передачі, прийому і обробки; $P_{\text{в}}$ - ймовірність виявлення несправностей; $n_{\text{в}}$ — число виявлених несправностей; E — якісний показник концентрації вихлопу; i витрати ресурсів: ΣT — витрати праці, люд.-год; ΣE — витрати енергії, МДж; ΣC — витрати грошових коштів, грн.

Критерієм обґрунтування ефективності процесу діагностування являється пошук таких керуючих параметрів для кожної системи автотракторних засобів, які забезпечили б необхідну достовірність діагностування при мінімально можливій кількості вимірювань і витрат праці.

Керуючі параметри повинні мати межі, значення яких рекомендовані спеціальними дослідженнями та рекомендаціями, конструктивними особливостями ЗТД, що забезпечують (поряд з необхідністю досягнення поставленої мети) експлуатаційну надійність і довговічність ЗТД, тобто на керуючі параметри також накладаються обмеження.

З вищевикладеного випливає, що поставлена задача є задачею багато параметричної оптимізації при наявності обмежень на всі параметри об'єкта. У нашому випадку багато параметрична оптимізація повинна враховувати адаптивність систем живлення й мащення при забезпеченні функціонування ДВЗ, що представлено на рисунку 2.2.

Мікропроцесорна система управління ДВЗ відстежує параметри працездатності системи живлення і системи мащення, забезпечує їх зіставлення з еталонними значеннями, адаптивність їх коригування і в загальному правильність функціонування ДВЗ. У той же час важливою функцією МСУД при контролі технічного стану системи живлення є забезпечення функціональних показників, а при контролі технічного стану системи мащення - забезпечення ресурсних показників.

В системі живлення забезпечення функціональних показників здійснюється за рахунок корекції тривалості і фази впорскування, коригування тиску впорскування і подачі, забезпечення якості суміші, кількості палива і повітря.

В системі мащення забезпечення ресурсних показників відбувається за рахунок коригування тиску і подачі, динамічного контролю витрати оливи, статистичного контролю витрати оливи, контролю пульсацій тиску.

Для узгодження всіх елементів системи технічного обслуговування і ремонту (ТО і Р) була розроблена концепція вдосконалення процесу діагностування ДВЗ, яка представлена у вигляді структурної схеми (рис. 2.3)

Проведемо аналіз складових концепції. Предмет діагностування – автотракторний ДВЗ, методи та засоби діагностування і виконавець

(оператор-діагност) формують взаємообумовлену систему вдосконалення процесу діагностування ДВЗ.

Концепція розвитку методів і засобів діагностування ДВЗ повинна включати в себе дуже жорсткі вимоги по технологічності, надійності, безпеки, екологічності та економічності.

З іншого боку, концепція формує вимоги до конструктивного вдосконалення автотракторного ДВЗ і його системам (система живлення, система мащення, система управління ДВЗ і т.д.). Сучасний рівень конструктивного вдосконалення систем ДВЗ йде зі значним випередженням по відношенню до конструктивного вдосконалення ЗТД.

Спостерігається постійне відстоювання рівня конструктивного вдосконалення ЗТД. Це можна пояснити рядом причин:

- набагато більш значний рівень прибутковості від реалізації автотракторних засобів з новими системами ДВЗ в порівнянні з ЗТД;

- тенденції збільшення конструктивної та експлуатаційної надійності автотракторних засобів при мінімальному використанні діагностичних, обслуговуючих і ремонтних впливів;

- велика різномарочність автотракторних ДВЗ, значна різноманітність систем і механізмів ДВЗ, відсутність єдиних вимог до виконання систем діагностування, систем автотроніки і електроніки та ін. Незважаючи на високу конструктивну надійність ДВЗ, при його випуску з конвеєра повинні бути забезпечені заводська надійність, працездатність своєчасним проведенням ТО і ТР, а при експлуатації дотримані її режими і умови.

З концепції випливає визначення місця ЗТД в системі ТО і ТР (стратегії ТО і ТР): в разі потреби; планово-попереджувальна; за станом і превентивна.

Концепція формує напрями та шляхи розвитку методів діагностування: контроль стаціонарними (зовнішніми) ЗТД; автоматичний контроль вбудованими ЗТД: бортовими комп'ютерами і системою самодіагностики; з усуненням дефекту шляхом використання резервних схем заміщення. У свою чергу напрями та шляхи розвитку методів діагностування зумовлюють, який

вид діагностування можливий при використанні даного ЗТД: функціональне, поелементне і ресурсне.

На сучасному етапі конструктивного вдосконалення ДВЗ при їх експлуатації превалюють не функціональні відмови механізмів, а параметричні відмови, які органолептичними методами операторів і існуючими засобами в більшості випадків не можуть бути зафіксовані і виявлені. Це знижує використання створеного експлуатаційного потенціалу машин, ефективність процесу забезпечення їх працездатності на основі результатів діагностування.

Всі відмови підрозділяються на раптові і поступові. Приймаємо, що при проведенні ТОР можна надавати значний вплив (з точки зору попередження) на кількість поступових відмов.

При відсутності нових методів і засобів діагностування сучасних ДВЗ кількість невиявлених прихованих відмов значно перевищує рівень невиявлених відмов при існуючих ДВЗ, методах і засобах. Як наслідок, ймовірність виявлення несправностей різко знижується (рисунок 2.5).

Відзначимо, що розподіл відмов на запобіжні і незапобіжні в процесі реалізації технічного обслуговування вводиться лише для оцінки ефективності цього процесу і до деякої міри умовно. Вдосконалення стратегій ТО, методів і засобів діагностування, прогнозування технічного стану машин, підвищення показників їх ремонтпридатності приводять до того, що все більша частина змін в машинах може бути виявлено і частина відмов буде попереджена.

На величину коефіцієнта характеру відмов ДВЗ впливають конструктивні і технологічні, експлуатаційні фактори, стратегії, режими, методи і засоби системи ТО і Р, показники ремонтпридатності і ін.

Наприклад, для тракторів типу «Кіровоць» прийнято на основі розрахунків $A_1 = 0,65$, автомобіля типу «Газель» з електронною системою управління паливоподачею в ДВЗ – $A_2 = 0,80$.

Таким чином, якість процесу технічного обслуговування визначається ефективністю діагностування та якістю проведення ремонтнообслуговуючих робіт. Ефективність діагностування (виявлення) несправностей пропорційна кількості виявлених несправностей за якийсь час.

Регулярний процес виявлення несправностей характерний тим, що заздалегідь відомі послідовність і тривалість кожної операції по виявленню несправностей.

Імовірність того, що несправні СЧМ (машин) не будуть виявлені при цьому діагностуванні, обумовлена двома причинами:

- недостатньою технологічною здатністю методів і ЗТД. Вірогідність виявлення несправностей з цієї причини позначимо через δ ;

- браком часу на діагностування. Імовірність виявлення несправності в даному випадку прямо пропорційна трудомісткості діагностування за існуючою технологією, тобто дорівнює $\alpha \cdot T_d$, де $1/T$ до T_d – коефіцієнт пропорційності, що визначає сумарну трудомісткість діагностування при використанні існуючої і нової технологій, $1 / \text{люд.-год}$; $T_{до}$ – трудомісткість діагностування, включаючи поелементну, новими методами і засобами, люд.-год ; T_d – трудомісткість діагностування за існуючою технологією, люд.-год .

Таким чином, розрахунки ймовірності виявлення несправностей показують, що використання вбудованих засобів діагностування (розроблених нами ЗТД: донавантажувач автоматичний, пристрій вбудований для діагностування за параметрами пульсації тиску дає найбільші значення, так як дані кошти в постійному режимі відстежують технічний стан вказаних систем і мають підвищену точність та достовірність.

Технологічна досконалість методів і ЗТД, їх технологічну ефективність при діагностуванні ДВЗ можна уявити як функцію показників контролепридатності.

Якість ремонтно-обслуговуючих впливів за результатами діагнозу визначається режимами, методами, засобами і рівнем спеціалізації виконуючих робіт.

За аналітично вираженим взаємозв'язком профілактики машин з процесами діагностування можна здійснювати оцінку ефективності сукупності виконання операцій технічного обслуговування.

Таким чином, ефективність процесу забезпечення працездатності машин залежить від показників їх безвідмовності і ремонтпридатності (A), якості і продуктивності діагностування (δ , α , T_d), якості проведення за результатами діагностування РОР (РПРФ). Показники процесу діагностування зумовлюють ймовірність виявлення відмов, тобто $P_m = f(\delta, \alpha, T_d)$.

Застосування зазначених методів діагностування сучасних машин в системі ТО і Р при стратегіях ТО і ремонту ДВЗ станом і превентивної ймовірності виявлення відмов можна підвищити до 0,85 ... 0,90.

Сукупність застосування нових методів діагностування технічного стану МЕМ з їх конструктивною досконалістю і реалізацією стратегії «за станом» дозволяє підвищити ефективність процесів забезпечення роботоздатності машин в 1,5 ... 2 рази.

Так, наприклад, для тракторів при стратегії регламентного проведення процесів ТО при $P_v = 0,50$ і $ETC = 0,43$ (графік 1) ефективність приймає дуже низькі значення. Найбільша ефективність досягається для автомобілів, конструктивно нових, при застосуванні розроблених методів діагностування $P_m = 0,90$ і $ETC = 0,72$ (графік 4).

При діагностуванні ДВЗ по комплексному діагностичному параметру - потужності ДВЗ – можливе виникнення узагальнених груп несправностей, що впливають на робочий процес ДВЗ (рисунок 2.10).

Розглянемо залежність ступеня ефективності навантаження працюючих циліндрів при навантаженні за рахунок виключення частини циліндрів двигуна від параметрів режиму. Ступінь ефективного навантаження – це відношення середнього ефективного тиску працюючого циліндра в безгальмівному режимі до середнього тиску при повній цикловій подачі палива.

У безгальмівному режимі працюючі циліндри навантажуються за рахунок опору прокручування виключених циліндрів.

Так, для 4-циліндрового двигуна при $\eta_M = 0,75-0,80$ ступінь ефективного навантаження за рахунок виключення двох циліндрів складе $0,33-0,25$, а при вимкненні трьох циліндрів – $1-0,75$. Для 6-циліндрового двигуна при $\eta_M = 0,75-0,80$ і вимкненні трьох циліндрів $1_e = 0,33-0,25$, чотирьох циліндрів – $1_e = 0,67-0,5$. Робота на одному циліндрі (при вимкнених п'яти) можлива в режимі, коли $\eta_M \geq 0,83$.

При розробці довантажуючих пристроїв для безгальмівних режимів необхідно знати значення довантажувальної потужності. Вона може бути визначена за ступенем номінального додаткового навантаження, що представляє відношення довантажувальної потужності при номінальній цикловій подачі палива в працюючих циліндрах до номінальної ефективної потужності двигуна.

Визначення технічного стану основних систем ДВЗ можливе за рахунок виявлення зміщення балансу індикаторної потужності і потужності механічних втрат при створенні тестових режимів.

Сучасні тенденції розвитку методів і засобів діагностування змушують розробників знаходити нові можливості для підвищення ймовірності виявлення несправностей. (рис 2.12)

Так, на першому етапі існували методи і ЗТД, які дозволяли виробляти діагностування за функціональними параметрами роботи ДВЗ, часто це були узагальнені параметри технічного стану.

На другому етапі до вже існуючих методів і ЗТД додаються засоби для поелементного діагностування.

Подальша розробка методів і ЗТД полягала в диференціюванні режимів, підвищенні достовірності за рахунок високої роздільної спосібності ЗТД, можливості проведення стрес- і навантажувального тестування окремих елементів систем ДВЗ, вмонтованого автоматичного тестування.

2.2 Розрахунок ефективності впровадження вбудованого ЗТД

Істотним питанням є розрахунок ефективності від впровадження нових вбудованих ЗТД.

Наприклад, є 100 мобільних енергетичних засобів, які експлуатуються протягом одного року. За цей час відбулося n_1 відмов даного елемента, кожен з яких призводить в середньому до втрати C , грн. Вартість усунення відмов дорівнює β_1 , грн. З метою підвищення надійності вузлів автомобіля використовується вбудоване ЗТД, що дозволяє зменшити кількість відмов, яке стало рівне n_2 , причому $n_2 < n_1$. Вартість вбудованого ЗТД дорівнює $\beta_2 = \beta_1 + \Delta\beta$. Заходи щодо підвищення ефективності є ефективними тоді, коли середні витрати на попередження однієї відмови менше, ніж середні витрати, що викликані однією відмовою.

Для розробників ЗТД принципово важливо виробляти приладові кошти, що концентрують у собі модулі для діагностування систем і елементів, які відмовляють найчастіше. Так, наприклад, найчастіше відмови наступають у електронних елементів: свічок запалювання, датчиків, виконавчих механізмів. Отже, дані елементи мають низьку надійність, а встановлене ЗТД має охоплювати діагностуванням всі дані елементи.

Штатна система самодіагностики мобільних енергетичних засобів дозволяє виявити такі несправності електричних ланцюгів: обрив проводу «+», від'єднання контакту «+»; обрив проводу «-», від'єднання контакту «-»; замикання «+» на «-». Причому велика кількість несправностей залишається за межами можливостей штатних систем самодіагностики. Деякі несправності можуть бути тимчасового характеру, виникати і зникати випадково.

Тому тільки штатною системою самодіагностики не обійтися, необхідно використовувати ЗТД, які б дозволили нейтралізувати тимчасові і випадкові несправності. Дані несправності практично складно виявляються, і процес виявлення носить також випадковий характер.

Тобто ймовірність виникнення несправності залежить від ряду випадкових факторів, наявність яких може привести до її виникнення (тряска, вплив вологи і т.д.).

Однак найскладніше в діагностуванні - це виявлення випадкових факторів, які призводять до появи несправності (потрапляння смітинки, води, тряска і ін.).

По-перше, потрібно знайти епіцентр несправності, але штатною системою самодіагностики несправність не виявляється. Можна скористатися методом заміни штатних елементів системи і контролем правильності функціонування елемента і системи в цілому. Однак в цьому випадку необхідно дотримуватися певної послідовності дій (алгоритм діагностування).

Тому дію слід починати з виявлення найбільш імовірної несправності, дотримуватися правила починати діагностування від простого елемента до складного.

Елементи електричних схем легше знаходити заміщенням (шунтуванням), наприклад, елементом R1. Однак в деяких випадках доцільніше буде замінити кілька послідовних елементів (роз'єм-контакт-провід-контакт-роз'єм) одним проводом з сполучними роз'ємами і контактами.

Але це буває дуже складно зробити, коли, наприклад, проведення приєднується до колодки електронного блоку управління. В даному випадку доречніше буде використовувати діагностичний прилад з власної під'єднувальною проводкою, що дозволить значно скоротити час виконання підготовчих операцій і усуне цілий ряд діагностичних впливів (поелементного діагностування).

З урахуванням сказаного можна ввести коефіцієнт усунення (заміщення) зайвих діагностичних операцій, фізичний зміст якого можна представити як відношення числа діагностичних впливів традиційними методами пошуку несправностей до числа діагностичних впливів при

використанні нового ЗТД при збереженні достовірності діагностування на тому ж або більшому рівні.

Однак кількість діагностичних параметрів, контрольованих новим ЗТД, може бути менше, ніж визначаються традиційним ЗТД.

Причому саме в ланцюгах електронної системи управління двигуном можна досягти найбільшого ефекту від збільшення коефіцієнта усунення (заміщення) зайвих діагностичних операцій, зокрема, в електричних ланцюгах системи живлення.

Припустимо, що для поставленого завдання необхідно мати n роботоздатні ОД. Перед застосуванням об'єктів ЗТД здійснює оцінку стану кожного ОД. За результатами діагностування частина ОД не допускається до застосування, причому серед них можуть виявитися як дійсно непрацездатні ОД, так і ОД, помилково визнані непрацездатними через помилки, які припускаються ЗТД або оператором. З іншого боку, серед ОД, допущених до застосування, можуть виявитися об'єкти, які не здатні виконувати свої завдання.

В результаті замість необхідного числа n працездатних ОД, здатних вирішувати поставлене завдання із заданою ефективністю E_3 , будуть застосовані m дійсно працездатних ОД, а поставлена задача буде вирішена з ефективністю $E_4 < E_3$. Ефективність ЗТД можна оцінити коефіцієнтом зниження ефективності вирішення поставленого завдання, якщо задана ефективність E_3 виконання поставленої задачі n однотипними ОД.

Число непрацездатних ОД μ визначається помилками при діагностуванні постачальником ОД, а також можливістю відмови ОД за проміжок часу від приймання їх від замовника до моменту діагностування перед застосуванням. Тим часом значення n , q і n , P обумовлені тільки помилками, допущеними системою діагностування замовника. Отже, для того щоб оцінити вплив ЗТД замовника на виконання поставленого завдання, необхідно виключити з розгляду втрати μ .

При цьому про ефективність ЗТД, яка використовується замовником, можна судити за деяким коефіцієнтом η зниження ефективності застосування ОД.

Введення коефіцієнта η дозволяє проаналізувати і кількісно оцінювати вплив ефективності ЗТД на виконання завдання, розв'язуваної ОД, і вже в процесі проектування сформулювати вимоги до ефективності ЗТД.

Можливість застосування подібної оцінки можна пояснити тим, що ефективність складних систем визначається величиною $P(t)$. Дійсно, $E(t) = E_0(t) \cdot P(t)$, де $E_0(t)$ – умовна ефективність ОД, що володіє ідеальною надійністю; $P(t)$ – ймовірність безвідмовної роботи реального об'єкта.

Крім того, слід зауважити, що діагностування в основному впливає саме на показник надійності $P(t)$.

Також, необхідно враховувати показники, що характеризують організацію і систему технічного діагностування. До них відносяться: структура системи технічного діагностування $C_{СТД}$ і надійність елементів $P_{ЕТ}$, час діагностування t_d , періодичність діагностування T_d , методи діагностування M_d і точність діагностичних операцій.

Використання показників $C_{СТД}$, $P_{ЕТ}$, t_d і T_d дозволяє визначити вірогідність $P_{\Phi}(t)$ правильності функціонування технічних засобів діагностування. Показники M_d , $УР$ і $ПД$, $ДП$ і L дозволяють визначити інструментальну $D_{И}$, методичну достовірність D_M і достовірність діагностування, оскільки $D = D_{И} \cdot D_M$. Нарешті, за допомогою наведених показників можна визначити ймовірність правильної оцінки стану об'єкта.

2.3 Обґрунтування тестових методів і засобів діагностики елементів системи впуску

При розгляді методологічних питань у питанні 2.2 були зроблені заключення про подальший перспективний напрямку розвитку тестового діагностування динамічних об'єктів.

Особливої актуальності набуває контроль правильності функціонування елементів системи живлення в процесі експлуатації і корекція робочих параметрів елементів при зміні їх технічного стану.

Для можливості розробки методів діагностування системи харчування були висунуті приватні гіпотези.

Для визначення технічного стану ДМРВ: 1. Рішення пропонується у використанні відносної оцінки технічного стану ДМРВ при приєднанні висновків ДМРВ в схему і миттєвому вимірюванні різниці сигналів з діагностуючого і еталонного ДМРВ на установці з послідовною подачею потоку повітря. 2. Рішення пропонується у використанні відносної оцінки технічного стану ДМРВ при приєднанні висновків ДМРВ в схему і миттєвому вимірюванні різниці сигналів з діагностуючого і еталонного ДМРВ на автомобілі з подачею потоку повітря при роботі ДВЗ.

Визначення технічного стану ЕБН можливо: по зміні максимально можливої частоти обертання колінчастого валу двигуна при відключенні подачі палива і поперемінного іскроутворення; зі зміни максимально можливої частоти обертання колінчастого валу двигуна при відключенні подачі палива і іскроутворення, і зміні напруги живлення ЕБН.

Визначення технічного стану ЕМФ можливо зі зміни частоти обертання колінчастого валу двигуна при зміні коефіцієнта корекції паливо-повітряної суміші (збідненості або збагаченні ТВС).

Система впуску представлена низкою послідовних і паралельних елементів. Деякі з них практично не змінюють свої властивості і вихідні параметри в процесі експлуатації, тоді як інші змінюють свій технічний стан безперервно. Для визначення ступеня впливу окремих елементів системи впуску розглянемо розрахункову схему процесу подачі повітря через елементи системи впуску.

Так, наприклад, повітряний фільтр – один з найбільш швидко змінних елементів, який у міру забруднення змінює параметри всієї системи. Для визначення його технічного стану пропонується тестовий вплив, який

полягає у виведенні ДВЗ на режим роботи на одному циліндрі з повністю відкритою дросельною заслінкою при наявності повітряного фільтра і без нього.

Чим більше ступінь засмічення повітряного фільтра, тим менше частота обертання колінчастого валу ДВЗ з фільтром по відношенню до частоти без повітряного фільтра. Цю ознаку передбачається використовувати для визначення технічного стану повітряного фільтра.

Одним з найбільш ненадійних елементів системи впуску є ДМРВ, його відмова проявляється в неправильному уявленні даних за кількістю повітря МСУД, що призводить до виникнення несправностей, які дають значне відхилення повітроподачі. При використанні еталонного ДМРВ, який встановлюється послідовно після штатного, визначимо втрати напору на вході в циліндр і кількість повітря, що проходить. Найбільш значний вплив на кількість повітря, що подається надає підвищений опір повітряного фільтра.

Герметичність клапанів і правильність фаз ГРМ визначаються на підставі тестів. Для перевірки герметичності клапанів необхідно вивести ДВЗ на режим максимального навантаження при виключенні повністю трьох циліндрів і максимальному ступені виключення одного, що залишився в роботі, циліндра.

Ступінь відхилення фаз ГРМ перевіряється наступним тестом. При роботі одного циліндра на середньому навантаженні змінюють кут випередження запалювання в сторону раннього і пізнього, знайдений оптимум визначається максимумом частоти обертання ДВЗ.

Таким чином, встановлено, що втрати напору на вході в циліндр при установці еталонного ДМРВ незначні і викликають зниження кількості повітря, що подається з $Q = 621$ кг / год до $Q = 620$ кг / год. Тобто при максимально можливому розрядженні у впускному колекторі додавання еталонного ДМРВ відіб'ється в зниженні подачі повітря на 0,16%, що вкрай незначно і перебуває в межах величини похибки ДМРВ. При послідовній

установці ДМРВ, що діагностується і еталонного втрати напору повітря на них практично дорівнюють нулю, і застосування заявлених діагностичних засобів не вносить помилки в вимірювання.

2.4 Алгоритм розробки тестових методів і засобів діагностики системи мащення автотракторних ДВЗ

Перспективним напрямком діагностування системи мащення є тестове діагностування динамічних об'єктів з метою їх подальшого управління. З усіх розглянутих методів діагностування КШМ і системи мащення найбільш перспективним, що дозволяє оцінити ступінь впливу технічного стану окремих елементів КШМ і системи змащення на правильність функціонування ДВЗ, являється метод діагностування підшипників КШМ і елементів системи мащення за параметрами пульсації тиску в центральній масляній магістралі.

В ході аналізу динамічної та статичної характеристик тиску оливи в корінних підшипниках встановлено, що навантажувальний режим при тій же самій частоті обертання колінчастого вала двигуна істотно знижує величину пульсацій тиску. Причому на окремих ділянках осцилограми ці зміни перевищують 0,1 МПа. Дані ділянки особливо вивчалися нами і виділялися як характерні точки на осцилограмі тиску.

Велика кількість структурних ланок КШМ надають комплексний вплив на осцилограму тиску в центральній масляній магістралі і на її окремі ділянки. У зв'язку з цим зв'язок структурних і діагностичних параметрів представляється досить складним і невизначеним. Для розкриття невизначеності були висунуті приватні гіпотези: визначення технічного стану оливозабірника можливо за максимальною амплітудою тиску при частотах обертання ДВЗ, близьких до номінальних; фільтро-елементів – за величиною перепаду тиску при формуванні гідроудару; корінних підшипників КШМ - за допомогою вимірювання відношення тисків при роботі підшипників, які

діагностують, протягом циклу під максимальним навантаженням, в наступний цикл – без навантаження на малій частоті обертання колінчастого вала двигуна; шатунних підшипників КШМ – по нелінійності величини тиску в центральній масляній магістралі при середній частоті обертання колінчастого вала двигуна.

Навантаження двигуна передбачається забезпечити, використовуючи засіб і пристрій. При використанні даного способу величину навантаження забезпечують шляхом повного і часткового відключення частини циліндрів ДВЗ і ступенем відкриття дросельної заслінки. При цьому за рахунок зміщення балансу індикаторної потужності і потужності механічних втрат домагаються зміни рівня навантаження на підшипник, що діагностується.

Пропонується навантажувати підшипник, що діагностується, шляхом відключення трьох циліндрів і завантаженням того, що залишився в роботі одного циліндра відключенням кожного другого імпульсу форсунки або свічки запалювання при повністю відкритій дросельній заслінці на мінімально можливій частоті обертання колінчастого вала двигуна. При роботі двигуна на частота обертання колінчастого вала двигуна, близька до частоти обертання холостого ходу, величина впливу сил інерції від обертючих мас помітно знижується, при цьому величина складової від згоряння поршневих газів становить 15-40% від сумарних сил (на номінальній частоті обертання колінчастого вала двигуна величина складової від згоряння поршневих газів менше 1%).

Отже, на частоті обертання колінчастого вала двигуна, близької до мінімально можливої, відключення циліндра викликає зміну величини тиску на максимальну величину. Таким чином, передбачається, що при зростанні навантаження РГ на мінімально можливій частоті обертання колінчастого вала двигуна n_{\min} вал займе максимально віддалене положення від оливоподаючих отворів, тобто ближче до нижнього вкладиша. Така зміна положення колінчастого вала призведе до підвищеної витрати оливи через підшипник, а амплітуда тиску в центральній масляній магістралі в цей

момент знизиться, причому зниження амплітуди тиску буде пропорційно зазору, що змінився.

При роботі протягом наступного циклу без навантаження шийка під дією інерційних сил зміститься ближче до верхнього вкладиша. При цьому амплітуда тиску в центральній масляній магістралі зросте. Амплітуда коливання вала і зміни тиску будуть залежати від величини зазору в підшипнику.

Таким чином, забезпечуючи роботу циліндра, що діагностується, через цикл, задається умова: протягом робочого циклу величина тиску знижується до мінімального значення, відповідного зазору, протягом наступного циклу - до максимального значення. Відношення амплітуд тиску без навантаження і під навантаженням дозволить виключити вплив ряду факторів, таких як в'язкість оливи, температура в підшипнику, технічний стан інших підшипників і інші. Таким чином, відношення амплітуд тиску двох сусідніх циклів при роботі через цикл, з навантаженням і без навантаження буде діагностичним параметром, що характеризує ступінь зносу підшипників циліндра, що діагностується.

Отже, в даному способі пропонується перейти від вимірювання абсолютних значень діагностичних параметрів до відносних. Діагностичним параметром буде відношення амплітуд тиску двох сусідніх циклів роботи в момент такту згорання, при роботі через цикл, з навантаженням і без навантаження.

Таким чином, розробка способу діагностування КШМ за пульсаціями тиску в центральній масляній магістралі при роботі діагностуючих підшипників через цикл з навантаженням і без навантаження з урахуванням перерахованих заходів дозволить отримати повну інформацію про працездатність КШМ і елементів системи мащення, їх функціонування і технічний стан окремих елементів, з урахуванням їх взаємного впливу, а також дозволить в динамічному режимі відслідковувати зміни вихідних параметрів і керувати роботою перерахованих систем.

2.5 Обґрунтування тестових методів та засобів діагностики системи мащення ДВЗ

Первинним елементом системи мащення, що пропускає повний обсяг оливи, яка подається, є оливозабірник. Основною характеристикою оливозабірника є гідравлічний опір проходженню оливи. У літературі вказується, що в 10% випадків підшипники двигуна виходять з ладу через нестачу оливи. За даними контролю причин відмов 164, 11 відмов сталося через поломку оливозабірника і зниження його пропускної здатності. Виходячи з вищесказаного, слід розглянути роботу масляного насоса при різному технічному стані оливозабірника.

Встановлено, що найбільш чутливим і достовірним діагностичним параметром для визначення технічного стану оливозабірника є частота обертання колінчастого вала двигуна, при якій величина середнього тиску досягає свого максимального значення (менший тиску спрацьовування редукційного клапана насоса, тиск спрацьовування 0,56 МПа при $n = 3500$ хв⁻¹). Даний діагностичний параметр дуже чутливий до зміни опору сітки оливозабірника у всьому діапазоні його змін.

Базову величину тиску в головній масляній магістралі задає масляний насос. Амплітуда тиску на виході з насоса має строго певну величину, обмежену конструктивним виконанням насоса. Частота чергування імпульсів тиску залежить від кутової швидкості обертання шестерень насоса, а остання визначається режимом роботи двигуна.

Частота зміни тиску після насоса за цикл роботи двигуна кратна частоті обертання колінчастого вала двигуна і обумовлена в основному циклічним характером подачі оливи зубами шестерень.

Знос зубів шестерень призводить до зростання величини пульсацій або амплітуди пульсацій, але при максимальному зносі шестерень величина пульсацій збільшується всього на 3-5%. За даними досліджень, відсоток відмов двигунів через несправність масляного насоса становить менше 1%.

Отже, вплив зносу масляного насоса на зміну величини тиску в головній масляній магістралі дуже малий.

На шляху проходження до підшипників КШМ олива проходить через повнопотоковий фільтруючий елемент. Масляний фільтр забезпечує виконання дуже важливої функції - фільтрації оливи від продуктів зносу, нагару і ін., Проте створює опір потоку оливи. Величина падіння тиску на чистому фільтрі становить 0,02-0,05 МПа, а під час експлуатації двигуна досягає значення 0,1 МПа (перепад тиску на фільтрі в момент відкриття перепускного клапана).

Велику частину часу експлуатація автотракторної техніки здійснюється в запилених і забруднених умовах. Загальновідомо, що при таких умовах фільтроелементи (ФЕ) системи мащення і системи подачі палива забруднюються в 2-3 рази швидше. Тому важливим питанням є контроль технічного стану ФЕ з мінімальними витратами часу і коштів.

Зростання ступеня засміченості ФЕ буде приводити до зростання перепаду тиску на ньому. Але при ступені засмічення вище заданої межі відкривається перепускний клапан ФЕ і потік оливи йде до підшипників неочищений. Факт спрацьовування перепускного клапана при підвищенні опору ФЕ ніяк не фіксується. Надходження до підшипників неочищеної оливи різко скорочує ресурс КШМ. Для діагностування ступеня засміченості ФЕ пропонується вимірювати перепад тиску на ФЕ при формуванні гідродару.

РОЗДІЛ 3 ЕФЕКТИВНІСТЬ РЕАЛІЗАЦІЇ ТЕСТОВИХ МЕТОДІВ І ЗАСОБІВ ДІАГНОСТИКИ ДВЗ

3.1 Ефективність реалізації розроблених тестових методів і засобів діагностики

Для підвищення ефективності діагностування основних систем ДВЗ нами були розроблені засоби діагностування та способи, які реалізуються цими засобами. Таблиця 5.4

Використання розроблених способів і засобів дозволяє підвищити ефективність процесу діагностування. Аналіз показників оцінки існуючих і пропонованих способів і засобів діагностування базувався на моделях, розроблених у другому розділі:

1. Моделі формування цільової функції забезпечення працездатності машин при використанні зовнішніх і вбудованих засобів діагностування ΣC , яка складається з суми ΣC_{BC} і ΣC_{BH} ;

2. Модель формування цільової функції по обґрунтуванню методів і засобів діагностування МЕМ і автомобілів за чотирма функціями: $S_{від}$ - зниження питомих сумарних витрат на ТО і ТР за рахунок визначення виду технічного стану автомобіля; $S_{лок}$ - зниження питомих сумарних витрат на ТО і ТР за рахунок уточнення несправностей; $S_{рег}$ - зниження питомих сумарних витрат на ТО і ТР за рахунок визначення потреби в регулюванні; $S_{відм}$ - зниження питомих сумарних витрат на ТО і ТР за рахунок контролю якості виконаних робіт по ТО і ТР;

3. Моделі визначення ефективності використання ЗТД з урахуванням їх універсальності і багатоканальності: проводився розрахунок ефективності від впровадження вбудованого ЗТД.

4. Також визначалися показники контролепридатності: час пошуку несправностей T , середній час підготовки автомобіля до діагностування заданим числом фахівців T_B , коефіцієнт повноти діагностичної інформації $K_{ПДІ}$, коефіцієнт повноти перевірки справності $K_{ПП}$, глибини пошуку дефекту $K_{ГП}$, коефіцієнт використання спеціальних засобів діагностування $K_{ІС}$.

Результати розрахунку ефективності при діагностуванні датчиків масової витрати повітря існуючими і розробленими способами і засобами діагностування.

Аналіз ЗТД дозволяє зробити наступні висновки: вартість ЗТД коливається в значних межах, однак установка і пристрій з діагностування ДМРВ мають меншу вартість. Треба врахувати те, що три перших ЗТД розроблені серійно і собівартість їх складання нижче по відношенню до установки і пристрою з діагностування ДМРВ. Таким чином, можна стверджувати:

1. Результати розрахунку по першій моделі формування цільової функції забезпечення працездатності машин при використанні зовнішніх і вбудованих коштів діагностування ΣC показали, що найменші витрати $\Sigma C_{ВС}$, люд.-год грн., досягаються при використанні установки і пристроїв з діагностування ДМРВ.

2. Результати розрахунку другої моделі формування цільової функції по обґрунтуванню методів і засобів діагностування МЕМ і автомобілів показали, що найменші витрати ресурсів забезпечує пристрій для діагностування ДМРВ, так як автоматично реалізує процедуру діагностування.

3. Аналіз показників контролепридатності встановив, що високий показник достовірності 0,9-0,95 досягається при використанні установки і пристроїв для діагностування ДМРВ, тому що в безперервному режимі здійснюється оцінка технічного стану ДМРВ; час пошуку несправностей і середній час підготовки автомобіля до діагностування заданим числом фахівців зводиться до нуля при використанні вбудованого пристрою для

діагностування ДМРВ; коефіцієнти повноти діагностичної інформації, повноти перевірки справності, глибини пошуку дефекту приймають максимальні значення при використанні установки і пристроїв для діагностування ДМРВ. Але слід врахувати те, що всі три перших ЗТД універсальні і застосовні для значної кількості систем ДВЗ, в той час як два розроблених нами ЗТД застосовні тільки для діагностування ДМРВ.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Загальні положення

Дія Інструкції поширюється на всі підрозділи підприємства Інструкція розроблена на основі "Рекомендацій Держнагляд охорони праці щодо застосування "Порядку опрацювання і затвердження власником нормативних актів про охорону праці, що діють на підприємстві", "Положення про розробку інструкцій по охороні праці для працюючих", "Типового положення про навчання, інструктаж і перевірку знань працівників з питань охорони праці", ГОСТ 12.1.013-78. Профілактичне обслуговування та ремонт транспортних засобів проводяться на спеціально відведених ділянках, робочих місцях (постах), які оснащені необхідним устаткуванням, пристроями, інструментом, приладами згідно з нормативно-технологічною документацією. Розташування постів профілактичного обслуговування та ремонту, відстань між тракторами, що установлені на цих постах, а також між тракторами і конструкціями будівель повинні відповідати нормам технологічного проектування, основні із них наведені. Установлювати автомобілі в кількості, що перевищує норму, порушувати спосіб розстановки, зменшувати відстань між транспортними засобами і елементами будівель забороняється. Виробниче устаткування і робочі місця слід розташовувати з урахуванням безпеки працюючих, зручності при виконанні технологічних операцій згідно з нормами технологічного проектування підприємств автомобільного транспорту ОНТП 01–91. Робітники, які проводять обслуговування та ремонт транспортних засобів, агрегатів, вузлів та деталей, повинні забезпечуватись справним інструментом та пристроями, що відповідають вимогам безпеки. Перед початком роботи слід перевірити весь інструмент, несправний інструмент необхідно замінити.

Під час роботи устаткування не допускається його чищення, змазування або ремонт. Пристрої та інструменти, необхідні для виконання робіт, повинні використовуватись за призначенням, їх слід розміщувати у легкодоступних місцях таким чином, щоб виключалась можливість випадкового переміщення або падіння. Робочі місця, виконання робіт на яких пов'язано з небезпекою для працюючих, повинні позначатися знаками безпеки згідно з ГОСТ 12.4.026-76 та відповідними галузевими нормативними документами. Для зняття, установлення, а в окремих випадках транспортування деталей, вузлів, агрегатів вагою більше 20 кг необхідно використовувати підйомно-транспортні механізми, які обладнані спеціальними пристроями (захватами). У приміщеннях і на робочих місцях, де виділяється пил або шкідливі речовини, робота повинна виконуватись при увімкнених загальній припливно-витяжній і місцевій вентиляціях. Під час проведення робіт на постах обслуговування та ремонту, діагностики автомобілів з працюючим двигуном повинні застосовуватись пристрої для відведення відпрацьованих газів. Забороняється у виробничих приміщеннях, де знаходяться автомобілі, у баках та балонах яких є паливо, зберігати або використовувати горючі та легкозаймисті іали і рідини (бензин, гас, стиснутий і зріджений горючий газ, фарби, розчинники, стружка, вата тощо), користуватися відкритим вогнем. Дерев № п/п Номенклатура відстаней. Відстань для категорій транспортних засобів I II та III IV Між поздовжніми сторонами автомобілів на постах профілактичного обслуговування та ремонту: а) без зняття шин, гальмових барабанів та газових балонів б) із зняттям шин, гальмових барабанів та газових балонів. Між торцевими сторонами автомобілів і стіною. Між поздовжніми сторонами автомобілів і стіною на постах профілактичного обслуговування та ремонту: а) без зняття шин, гальмових барабанів та газових балонів б) із зняттям шин, гальмових барабанів та газових балонів.

Відходи виробництва, відпрацьовані матеріали тощо повинні після кожної прибиратися з робочого місця. Пролиті легкозаймисті та горючі

матеріали повинні негайно видалені. 1.18. Прибирати робочі місця від пилу, ошурків, стружки, дрібних металевих відходів дозволяється тільки щіткою. Забороняється здувати їх стиснутим повітрям. При виконанні робіт удвох необхідно застосовувати заздалегідь узгоджені. Пуск двигуна та зрушення трактора з місця, його в'їзд і виїзд з виробничих приміщень слід проводити за умови забезпечення безпеки працюючих. Забороняється знаходження сторонніх людей на робочих місцях, де [виконуються роботи з підвищеною небезпекою. Особи, зайняті на роботах з профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів, повинні використовувати засоби індивідуального захисту. Особи, які проводять перевірку технічного стану, обслуговування та ремонт транспортних засобів на оглядових канавах, підйомниках та естакадах, повинні працювати у захисних касках. При проведенні обслуговування та ремонту транспортних засобів поза підприємством слід виконувати вимоги безпеки, приведені у цьому розділі.

4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи.

Упорядкувати робочий одяг, застібнути або обв'язати обшлагаи рукавів, заправити одяг так, щоб не було кінців, що розвиваються, не можна працювати в легкому взутті: тапках, босоніжках. При ремонті автомобілів, що працюють на етильованому бензині, надіти відповідний спецодяг і спецвзуття. Уважно оглянути робоче місце, забрати всі предмети, що заважають роботі. Переконатися в тому, що робоче місце достатньо освітлене і світло, не буде сліпити очі. Напруга місцевого освітлення не повинна перевищувати 42 В, а в переносних електролампах - 12 Вольт. Перед початком роботи на вантажопідіймальному обладнанні (талі) перевірити їхню справність і переконатися у надійності гальма, строп і ланцюга піднявши вантаж на невелику висоту. Зміцнювати талі тільки після дозволу механіка чи бригадира. Робочий інструмент і деталі розташувати в зручному і безпечному для користування порядку, переконатися в тому, що робочий

інструмент, пристосування й засоби індивідуального захисту справні і відповідають вимогам охорони праці. При ремонті чи технічному обслуговуванні трактора вивісити на рульове колесо табличку: "Двигун не запускати. Працюють люди." Якщо поблизу робочого місця виконуються електрозварювальні роботи, становити щит для захисту очей та обличчя. Якщо ремонтні роботи виконуються поблизу електричних проводів і електроустановок, виключити подачу струму на час роботи.

4.3. Вимоги безпеки під час роботи.

Миття мобільних енергетичних засобів, агрегатів, вузлів та деталей. У місцях миття мобільних енергетичних засобів, агрегатів, вузлів і деталей можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- падіння працівників на поверхні та з висоти (кузова, буфера, драбини, естакади тощо), а також падіння деталей, вузлів та агрегатів;
- наїзди транспортних засобів на працівників;
- термічні фактори (опіки гарячою рідиною, концентрованими лужними розчинами, полум'ям);
- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин;
- підвищена відносна вологість повітря.

Миття мобільних енергетичних засобів, агрегатів, вузлів та деталей повинно проводитися в спеціально відведених приміщеннях або на відкритих площадках. Для миття та знежирення повинні застосовуватись негорючі суміші, пасти, розчинники та емульсії, а також ультразвукові та інші безпечні у пожежному відношенні установки. Агрегати і вузли, що надходять на миття, повинні звільнятися від масла, палива, гальмівної та охолоджуючої рідини. Апарелі, трапи та підлога на постах миття повинні мати шорстку (рифлену) поверхню. 3.1.4. Під час миття автомобілів необхідно обов'язково додержуватись таких вимог:

- робоче місце машиніста мийних машин при механізованому митті автомобілів повинне розташовуватися у водонепроникній кабіні;
- перед в'їздом до приміщення механізованої мийки повинна бути обладнана світлова сигналізація, яка сповіщає, що дозволяється заїзд автомобілів на пост;
- під час роботи механізованої мийки забороняється знаходитися на шляху руху автомобілів;
- пост відкритого шлангового (ручного) миття повинен розміщуватися в зоні, ізольованій від відкритих струмоведучих провідників та обладнання, що знаходяться під напругою.

При митті тракторних агрегатів, вузлів і деталей потрібно дотримуватись таких вимог:

- миття деталей паливної апаратури і двигунів, що працюють на етилованому бензині, слід здійснювати тільки після попередньої нейтралізації відкладень тетраетил свинцю гасом або іншими нейтралізуючими розчинами;
- на робочому місці – повинна бути таблиця із зазначенням складу, концентрації і температури мийного розчину;
- концентрація лугових розчинів повинна бути не більше 2%;
- після миття луговими розчинами потрібне обов'язкове промивання гарячою водою;
- деталі, вузли і агрегати необхідно доставляти на пост миття і завантажувати в мийні установки механізованим способом;
- мийні ванни з гасом та іншими мийними засобами, що передбачені технологією, після закінчення миття необхідно закривати.

Забороняється застосовувати бензин та інші легкозаймисті рідини невідомого складу для протирання автомобілів, знежирення і миття деталей, вузлів і агрегатів.

Перевірка технічного стану мобільних енергетичних засобів.

У місцях виконання та під час виконання робіт з перевірки технічного стану мобільних енергетичних засобів можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідлива виробничі фактори:

- наїзди автомобілів на працівників;
- падіння працюючих на поверхні, з висоти (буфера, підніжки, естакади тощо), в оглядову канаву;
- падіння деталей, вузлів, агрегатів;
- знижена температура повітря у холодний період року;
- недостатня освітленість.

Перевірку технічного стану при випуску транспортних засобів на лінію та поверненні їх з лінії необхідно проводити при непрацюючому двигуні та загальмованих колесах. Виняток із цього правила складають випадки випробування гальм та рульового керування. Входити в оглядову канаву для перевірки технічного, стану транспортних засобів та виходити з неї необхідно через тунель, розташований збоку від проїзду.

Для огляду транспортних засобів при недостатньому освітленні необхідно користуватися переносним світильником. На території контрольно-технічного пункту не повинно бути пролитих паливо-мастильних матеріалів та льоду. Після в'їзду (виїзду) трактора ворота контрольно-технічного пункту необхідно негайно зачиняти, щоб виключити можливість наїздів транспортних засобів на людей. Забороняється утримувати відкритими ворота та проходження людей через проїзди контрольно-технічного пункту. Швидкість руху МЕЗ через контрольно-технічний пункт не повинна перевищувати 10 км/год. Випробування гальм на ходу необхідно проводити на площадці, яка повинна бути виконана у відповідності з вимогами цих Правил. При перевірці ефективності дії гальмівної системи на площадці необхідно приділяти особливу увагу, тому що при гальмуванні можливе зміщення трактора вбік або наїзд його на людей у випадку відказу гальм. Для регулювання гальм після їх перевірки необхідно зупинити автомобіль і виключити двигун. Пускати двигун і зрушувати автомобіль з

місця слід тільки після того, як водій переконається, що особи, які проводять регулювання, знаходяться у безпечній зоні. При випробуванні гальм на стенді необхідно вжити заходи, що виключають самовільне скочування трактора з валиків стенда. Робота на діагностичному та інших постах з працюючим двигуном дозволяється тільки при включеному місцевому відсмоктувачі. Обов'язкові роботи профілактичного обслуговування та ремонт. У місцях виконання та під час виконання робіт профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів можуть мати місце такі основні небезпечні та шкідливі виробничі фактори:

- падіння вивішених частин транспортних засобів при обслуговуванні та ремонті підвіски, коліс, мостів тощо;

- падіння кузова трактора-самоскида при обслуговуванні та ремонті гідропідйомника;

- падіння перекидної кабіни вантажного трактора;

- падіння деталей, вузлів, агрегатів, інструменту;

- падіння працюючих на поверхні, з висоти (буфера, драбини, естакади, площадок), в оглядову канаву;

- наїзди автомобілів: внаслідок самовільного руху, при запуску двигуна, в'їзді (виїзді) в зону ремонту, русі на оглядовій канаві та конвеєрі;

- термічні фактори (пожежі при зливанні паливо-мастильних матеріалів з автомобілів, митті ними деталей, вузлів, агрегатів, зберіганні та залишенні їх на робочих місцях);

- осколки металу, що відлітають при випресовуванні та запресовуванні шкворнів, пальців, підшипників, валів, вісей, при рубці металу;

- наявність у повітрі робочої зони шкідливих речовин (акролеїну, вуглецю оксиду, вуглеводнів аліфатичних граничних тощо);

- знижена температура повітря у холодний період року;

- недостатнє освітлення.

Трактори, агрегати та деталі, що направляються на пости профілактичного обслуговування та ремонту, повинні бути вимиті, очищені від бруду і снігу.

В'їзд (виїзд) в приміщення і постановка тракторів на пости профілактичного обслуговування та ремонту здійснюється з дозволу та під керівництвом відповідальної особи – майстра (начальника дільниці).

Після постановки трактора на пост профілактичного обслуговування або ремонту (без примусового переміщення) необхідно обов'язково зупинити двигун, установити важіль перемикачів передач в нейтральне положення, загальмувати автомобіль стоянковим гальмом, а під колесо з обох боків підкласти упорні колодки. На рульове колесо повинна бути вивішена табличка з написом "Двигун не запускати працюють люди!" На тракторах, що мають дублюючі пристрої для запуску двигуна, аналогічна табличка повинна бути вивішена і біля цього пристрою. Автомобіль на оглядовій канаві повинен бути установлений так, щоб був вільним не тільки основний, але і запасний вихід. При обслуговуванні трактора на підйомнику (гідравлічному, пневматичному, електромеханічному) на пульті управління підйомником повинна бути вивішена табличка із написом "Підйомник не включати – працюють люди!" Плунжер гідравлічного, пневматичного підйомника у робочому (піднятому) положенні повинен надійно фіксуватися упором (штангою), що гарантує неможливість довільного опускання підйомника.

У приміщеннях профілактичного обслуговування з потоковим рухом автомобілів обов'язкове улаштування сигналізації (світлової, звукової), яка своєчасно попереджує працюючих на лінії обслуговування про момент початку руху трактора з поста на пост або про виїзд трактора. 3.3.10. Переміщення транспортних засобів з поста на пост дозволяється тільки після подання сигналу (звукового, світлового). 3.3.11. Перед вивішуванням частини трактора (причепи, напівпричепи) підйомними механізмами (домкратами, накатними пересувними підйомниками, таями тощо), крім

стаціонарних, необхідно спочатку встановити транспортний засіб на рівній поверхні, зупинити двигун, включити знижену передачу, загальмувати його стоянковим гальмом, підставити під колеса, що не підіймаються, упорні колодки, у автобуса перевірити стан опорної площадки кузова.

Забороняється пуск двигуна трактора на постах профілактичного обслуговування та ремонту працівникам, які не мають на це право. При включенні двигуна для заповнення пневмосистеми трактора необхідно передбачати відведення вихлопних газів за межі приміщення. Перед проведенням робіт, які пов'язані з прокручуванням колінчастого та карданного валів у відповідності з технологічним процесом, необхідно додатково перевірити відключення запалювання (перекриття подачі палива для дизельних двигунів), нейтральне положення важеля перемикачів передач (контролера); звільнити важіль стоянкового гальма. Після виконання необхідних робіт автомобіль слід загальмувати стоянковим гальмом. Забороняється прокручувати карданний вал за допомогою монтажної лопатки або інших предметів. При необхідності виконання робіт під автомобілем, що знаходиться поза межами оглядової канави, підйомника, естакади, робітники повинні забезпечуватися і користуватися лежачими. Для роботи попереду та позаду трактора і для переходу через оглядову канаву необхідно користуватися перехідними містками. Усі регульовальні роботи на двигуні за виключенням регулювання карбюратора та кута випередження запалювання, повинні проводитися при непрацюючому двигуні. Перед зняттям вузлів та агрегатів, які пов'язані із системами живлення, охолодження, мащення трактора (паливні баки, двигуни, коробки передач, задні мости тощо), необхідно спочатку злити із них паливо, оливу та охолоджувальну рідину в спеціальну тару, не допускаючи їх проливання. При проведенні ремонту паливних баків, а також паливопроводів, через які може витікати паливо із баків, останні перед ремонтом повинні бути повністю звільнені від нього. Зливання палива повинно здійснюватися у місцях, що виключають можливість його загоряння. Робітник, який

проводить очищення або ремонт в середині цистерни або резервуара з-під небезпечних вантажів, повинен бути забезпечений спецодягом, шланговим протигазом, рятувальним поясом з мотузкою; зовні цистерни або резервуара повинні знаходитися два спеціально проінструктованих помічники. Шланг протигазу повинен бути виведений через люк (лаз) і закріплений з навітряної сторони. До пояса працюючого в середині резервуара прикріплюється міцна мотузка, вільний кінець якої повинен бути виведений; через люк (лаз) назовні і надійно закріплений. Один із помічників, який знаходиться зверху, повинен спостерігати за роботою, тримати за мотузку, страхуючи працюючого в резервуарі, а другий-контролювати роботу і у випадку необхідності викликати допомогу. Виконання працюючими робіт в ємкостях з-під небезпечних вантажів дозволяється тільки після проведення цільового інструктажу і оформлення наряд-допуску відповідно до додатка 3. Ремонтувати паливні баки за допомогою зварювання або паяння можна тільки після зняття його з трактора, повного видалення залишків палива та знежирювання згідно цих Правил. Для збирання та зливання відпрацьованих мастил необхідно користуватись спеціальними пристроями або візками, що виключають їх розливання при заміні в агрегатах і підвищують зручність у роботі. У зоні профілактичного обслуговування та ремонту транспортних засобів забороняється: – виконувати роботи на робочих місцях, які не відповідають вимогам безпеки; мити деталі, агрегати, руки і т.п. легкозаймистими рідинами (бензином, розчинниками тощо); – зберігати та залишати легкозаймисті та горючі рідини, злите паливо, кислоти, карбід кальцію, порожню тару з-під палива та мастильних матеріалів тощо; проводити роботи з відкритим вогнем без спеціального дозволу і вжиття заходів протипожежної безпеки; – заправляти автомобілі паливом; – захаращувати проходи між стелажми і виходи із приміщень (деталлями, вузлами, агрегатами, тарою тощо); – при постановці трактора на оглядову канаву перекривати ним основний та запасний виходи з неї; – установлювати

автомобілі з відкритими горловинами баків і при наявності течі із паливної системи.

4.4.Вимоги безпеки після закінчення роботи.

Інструмент і пристосування протерти й скласти на відведене місце. Перевірити надійність установки трактора на козлах. Залишати автомобіль, піднятим домкратом, забороняється. Повідомити бригадиру чи механіку про всі порушення й неполадки, що Були виявлені в процесі роботи. Зняти і дати на збереження у встановленому порядку спецодяг і спецвзуття. Вимити руки й обличчя теплою водою з милом. Після роботи з етильованим бензином обов'язково прийняти теплий душ. Мити руки в олії, бензині, гасі і витирати їх дрантям, що забруднені обпилками – забороняється. Вносити спецодяг із підприємства, ходити в ній у їдальню чи житлові приміщення – забороняється.

4.5.Вимоги безпеки в аварійних випадках.

При роботі з паяльною лампою, якщо вона спалахне, терміново припинити доступ повітря до лампи (накрити брезентом), потім дати охолонути й випустити повітря. При роботі на заточувальному верстаті уникати биття заточувального круга, наявності сколів, тріщин каменю – терміново виключити верстат, зняти й замінити заточувальної круг. При роботі з електроінструментом, у випадку, якщо відсутнє заземлення, пошкоджена ізоляція, іскріння, перегрів, негайно відключити інструмент від мережі. При попаданні етильованого бензину на руки чи шкіру тіла обмити ці місця гасом, а потім теплою водою з милом. Пролитий етильований бензин негайно витерти, а потім це місце знешкодити розчином хлорного вапна.

РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

Основними показниками економічної ефективності оцінки реконструкції ремонтної майстерні є сума додаткових капіталовкладень, собівартість умовного ремонту, річний економічний ефект, строк окупності додаткових капіталовкладень.

5.1. Визначення капіталовкладень в основні фонди

Вартість основних фондів ЦРМ :

$$C_0 = C_б + C_{об} + C_i, \text{ де} \quad (5.1)$$

$C_б$ - вартість будівлі майстерні;

$C_{об}$ - вартість обладнання, грн;

C_i - вартість інструменту, грн.

(штучна вартість якого перевищує 100 грн)

Вартість виробничої будівлі:

$$C_б = C_б' S, \quad (5.2)$$

де

$C_б'$ - середня вартість будівельно-монтажних робіт, грн/м² .

Для господарств. $C_б' = 1600$ грн/м²

S - виробнича площа

$$C_б = 1600 \cdot 920 = 1472000 \text{ грн.}$$

Вартість устаноеного обладнання становить 40% від вартості будівлі.

$$C_{об} = 0,4 \cdot 1472000 = 588800 \text{ грн.}$$

Вартість приладів, пристосувань, інструменту становить 7,5% від вартості обладнання

$$C_{ін} = 0,075 \cdot 588800 = 44160 \text{ грн};$$

Вартість основних фондів дорівнює:

$$C_o = 1472000 + 588800 + 44160 = 2104960 \text{ грн.}$$

Вартість основних фондів до реконструкції становить 1620960 грн.

Додаткові капіталовкладення :

$$K = C_o - C_o' = 2104960 - 1620960 = 484000 \text{ грн.} \quad (5.3)$$

5.2. Розрахунок собівартості умовного ремонту АТ «Агроремонт»

В собівартість умовного ремонту входять витрати на оплату праці, запасні частини, ремонтні матеріали АТ «Агроремонт»

5.2.1. Розрахунок фонду заробітної плати.

При виконанні ТО в АТ «Агроремонт» робітникам іде оплата за виконану нормозміну по 4 розряду тарифної сітки. При виконанні поточного ремонту машин 15% від суми усіх робіт виконується у гарячих і важких умовах. Із них 10% по 4 розряду і 5% по 5 розряду.

Визначаємо середній розряд:

$$P_{ср} = (4 \cdot 10 + 5 \cdot 5) / 15 = 4,3$$

Визначаємо ставку для оплати праці по середньому розряду :

$$СТ_{ср} = СТ_4 + (СТ_5 - СТ_4) \cdot 0,3 \quad (5.4)$$

де :

СТ₄ - оплата праці на роботах з важкими і шкідливими умовами праці по 4 розряду;

СТ5 - оплата праці по 5 розряду;

$$СТ_{\text{ср}} = 7,50 + (8,64 - 7,50) \cdot 0,3 = 7,84 \text{ грн/год.}$$

Із 85% робіт, які залишилися по проведенню ПР:

1 розряд - 6%; 2 розряд - 17%; 3 розряд - 23%;

4 розряд - 19%; 5 розряд - 14%; 6 розряд - 6%.

Визначаємо середній розряд робіт, які виконуються в майстерні:

$$P_{\text{с}} = (1 \cdot 6 + 2 \cdot 17 + 3 \cdot 23 + 4 \cdot 19 + 5 \cdot 14 + 6 \cdot 6) / 85 = 3,42$$

Ставка для оплати праці по середньому розряду:

$$СТ_{\text{ср}} = \text{Ону3} + (\text{Ону4} - \text{Ону3}) \cdot 0,42;$$

де :

Ону3 - оплата праці на роботах з нормальними умовами праці по 3 розряду, коп./год.

$$СТ_{\text{ср}} = 6,72 + (7,50 - 6,72) \cdot 0,42 = 7,05 \text{ грн/год.}$$

Оплата праці по усередненому розряду :

$$\text{Оус.р} = (7,84 \cdot 15 + 7,05 \cdot 85) / 100 = 7,17 \text{ грн/год.}$$

Затрати оплати праці при виконанні ТО:

$$З_{\text{то}} = \text{Пто} \cdot \text{T4} ; \quad (5.5)$$

де :

Пто - затрати праці при виконанні ТО, люд.год.;

T4 - тариф 4 розряду, грн.год.;

Затрати на оплату праці при виконанні поточного ремонту :

$$З_{\text{пр}} = \text{Ппр} \cdot \text{Оус.р} ; \quad (5.6)$$

Допоміжна оплата складає 80%, від основної.

Усі дані розрахунків заносимо в таблицю 5.1.

5.3. Визначення потреби у ремонтних матеріалах і запасних частинах.

Таблиця 5.1.

Розрахунок фонду оплати праці

Форма оплати	Трактори			Автомобілі			Поточний ремонт				Всього
	ПР	ТО	Всього	ПР	ТО	Всього	Спец- техніка	с/г машини	обладн. пилорам	Всього	
Годинні ставки, грн./год.	7,17	7,5	-	7,17	7,5	-	7,17	7,17	7,17	-	-
Затрати праці, люд.год.	6771	2818	9594	4557	1398	5956	2518	1285	6356	10157	25709
Основна, грн.	48548	21135	69723	31890	10485	43175	18054	9210	45570	54270	185700
Додаткова,											

грн.	37950	16401	55590	24100	8300	33510	14810	6460	36150	44940	158200
Всього,грн.	86840	37536	125313	55990	18785	76685	32864	15670	81720	99210	334200

Таблиця 5.2.

Потреба в ремонтних матеріалах і запасних частинах.

Статті витрат	Трактори				Автомобілі				Спецтех-ніка		с/г машини		Всього, грн
	ПР		ТО		ПР		ТО		ПР		ПР		
	%	грн.	%	грн.	%	грн.	%	грн.	%	грн.	%	грн.	
Оплата праці	24	86840	60	37536	22	55990	60	18785	30	32864	60	97390	334200

Запасні частини	51	184535	20	12512	60	152700	15	4696	42	46009	20	32463	432925
Ремонтні матеріали	15	54275	10	6256	5	12725	15	4696	18	19718	5	8115	35596
Інші витрати	10	36183	10	6256	13	33085	10	3132	10	10955	15	24347	114357
Всього	100	361833	100	62560	100	254500	100	31309	100	109550	100	162316	982068

Потребу у основних матеріалах і запчастинах визначаємо у грошовому відношенні. При розрахунках керуємося нормативними відношеннями між сумами прямих грошових затрат у процентах.

Розрахунок проводимо таким чином. Знаючи, що на оплату, наприклад, поточного ремонту тракторів приходиться 86840 грн., або ж це становить 24% від прямих затрат на поточний ремонт тракторів. Знаючи, що затрати на запасні частини становлять 51% прямих затрат, визначаємо на яку суму необхідно придбати запчастин. Результати розрахунку заносимо до таблиці 5.2.

5.4. Складання схеми загальновиробничих витрат АТ «Агроремонт»

Виробничі витрати враховують оплату праці обслуговуючого персоналу ЦРМ, відрахування на амортизацію і поточний ремонт будівлі та обладнання, а також вартість електроенергії, затрати на допоміжні матеріали, воду, стиснене повітря, спецодяг і спецвзуття.

Розрахунок по амортизації і поточному ремонту будівлі заносимо до таблиці 5.3.

Таблиця 5.3

Відрахування на амортизацію і ПР будівлі ЦРМ і обладнання.

	Балансова вартість	Амортизація		Поточний ремонт	
		%	грн.	%	грн.
Будівля	1472000	2,7	39744	3,0	44160
Обладнання	588800	8,0	47104	4,0	23552
Всього:			86848		67712

В таблиці 5.4 проведено розрахунок фонду оплати праці ІТР та допоміжного персоналу

Фонд оплати праці, грн.

Посада	Кількість чоловік	Місячний оклад, грн.	Основна оплата, грн.	Додаткова оплата, грн.	Всього, грн.
Завідуючий майстернею	1	1500	18000	7200	25200
Технік-нормувальник	1	740	8880	3552	12432
Техробітник	1	370	4440	1776	6216
Всього:	3		31320	12476	43796

Вартість електроенергії, затрати на додаткові матеріали, спецодяг входить в інші затрати і становить 5% від основних фондів.

$$Z_{iv} = 0,05 \cdot C_o = 0,05 \cdot 2104960 = 105248 \text{ грн.} \quad (5.7)$$

Загальновиробничі витрати :

$$C = 982068 + 86848 + 67712 + 43796 + 105248 = 1285672 \text{ грн.}$$

5.5. Складання калькуляції собівартості ремонту машин.

Собівартість умовного ремонту:

$$C_{ур} = \frac{C}{P_{ур}} ; \quad (5.8)$$

де :

$P_{ур}$ - програма умовних ремонтів

$$\text{Cур} = \frac{1285672}{86} = 14950 \text{ грн./ум.рем.};$$

$$\text{Пур} = \frac{25709}{300} = 86 \text{ ум.рем.} \quad (5.9)$$

У нині діючій ремонтній майстерні вартість одного умовного ремонту становить 17340 грн.

5.6. Техніко - економічні показники АТ «Агроремонт» до і після реконструкції.

Ефективність використання праці у ЦРМ встановлюється розрахунком продуктивності праці, яка визначається за формулою :

$$\text{Пп} = \frac{\text{Пур}}{\text{Рс}} ; \quad (5.10)$$

де :

Рс - середньорічна кількість працюючих, чол.

$$\text{Пп} = \frac{86}{12} = 7,17 \text{ ум.рем./люд.}$$

Фондовіддача буде рівна:

$$\text{Пур} \cdot 1000 \quad 86 \cdot 1000$$

$$\Phi = \frac{\quad}{C_o} = \frac{\quad}{2104960} = 0,041 \text{ ум.рем. /тис.грн.} \quad (5.11)$$

де :

C_o - вартість основних фондів, тис.грн.

Показник використання виробничої площі, S_n :

$$S_n = \frac{\text{Пур} \cdot 100}{S} = \frac{86 \cdot 100}{920} = 9,34 \text{ ум.рем. / } 100\text{м}^2. \quad (5.12)$$

де :

S - виробнича площа ЦРМ після реконструкції, м^2

Економія від зниження собівартості :

$$E = (C'_{ур} - C_{ур}) \cdot \text{Пур} = (17340 - 14950) \cdot 86 = 205540 \text{ грн.} \quad (5.13)$$

Строк окупності додаткових капіталовкладень :

$$O_d = \frac{K}{E} = \frac{484000}{205540} = 2,4 \text{ року;} \quad (5.14)$$

де :

K - розмір додаткових вкладень, грн.

Приведені затрати на існуючій базі становлять:

$$P_{зі} = C'_{ур} + 0,15 \cdot C'_o / P'_{ур} = 17340 + 0,15 \cdot 1620960 / 71 = 20765 \text{ грн.} \quad (5.15)$$

На реконструйованій базі :

$$P_{зр} = C_{ур} + 0,15 C_o / P_{ур} = 14950 + 0,15 \cdot 2104960 / 86 = 18621 \text{ грн.} \quad (5.16)$$

Річний економічний ефект :

$$E_p = (P_{зі} - P_{зр}) \cdot \text{Пур} = (20765 - 18621) \cdot 86 = 18438 \text{ грн.;} \quad (5.17)$$

Отже ми бачимо, що дійсно в даному випадку ефективно провести реконструкцію ЦРМ, строк окупності якої 2.4 роки. Завдяки збільшенню програми умовних ремонтів ми можемо знизити собівартість умовного ремонту.

Економічні показники існуючої і переоснащеної ЦРМ зводимо до таблиці 5.5, а також покажемо на листі у графічній частині проекту.

Таблиця 5.5.

Економічні показники реконструкції ремонтної майстерні

ПОКАЗНИКИ	ВАРІАНТ	
	існуючий	проектований
Річна виробнича програма, ум.рем.	71	86
Основні виробничі фонди, грн.	1620960	2104960
Додаткові капіталовкладення, грн.	-	484000
Випуск продукції на 100 м ² виробничої площі, ум.рем.	7,88	9.34
Фондовіддача, ум.рем.\тис.грн.	0,040	0,041
Продуктивність праці, ум.рем.\чол.	6,32	7,17
Собівартість умовного ремонту, грн.	17340	14950
Економія від зниження собівартості, грн.	-	205540
Річний економічний ефект, грн.	-	18438
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	-	2,4

ВИСНОВКИ

1. Для підвищення ефективності діяльності підприємства, йому необхідно впроваджувати нові технології та високоефективне автоматизоване обладнання для ремонту ДВЗ, що дозволить виконувати ремонт агрегатним методом та підтримувати техніку у справному стані.

2. Розроблено та обґрунтовано технологічний процес розбирання двигунів.

3. Запропоновано конструкцію обладнання, що призначене для ремонту шатунно-поршневої групи (встановлення поршневого пальця в поршень при складанні поршня з шатуном в процесі ремонту двигуна і при заміні окремих деталей шатунно-поршневої групи (поршня, поршневого пальця чи шатуна)). Для виготовлення обладнання було виконано графічну частину з необхідним деталюванням.

4. Вцілому екологобезпечність технології ТО і ремонту досягається правильним підбором обладнання та його розміщенням, що забезпечує мінімальні затрати на виконання обслуговування і ремонту та на час ремонту вцілому. Адже, найдосконалішою з екологічної точки зору є технологія, що забезпечує мінімальний шкідливий тиск на НПС. При виконанні цього розділу було проаналізовано стан охорони праці, екології та безпеки життєдіяльності на підприємстві, зроблено висновок, що виникнення НС на підприємстві може мати вкрай негативні наслідки, розроблено організаційно-технічні заходи по покращенню стану охорони праці та зменшенню травматизму на підприємстві, розроблено основні заходи по підвищенню стійкості роботи підприємства в разі виникнення надзвичайних ситуацій.

5. Проведено економічні підрахунки по розробленню оснастки для ремонту шатунно-поршневої групи двигунів, з яких видно, що строк окупності додаткових капіталовкладень складає 2,4 років.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Демко С.А. Визначення впливу терміну використання зернозбиральних комбайнів на їх техніко-експлуатаційні характеристики. Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Київ-2007-20с.
2. Демко А.А., Надточій О.В., Демко О.А. Метод визначення пропускної здатності молотильно – сепаруючого пристрою зернозбиральних комбайнів із врахуванням зміни техніко – експлуатаційних характеристик. //Техніка і технології АПК». – 2012. – №2 с. 24-28.
3. Підгурський М.І., Сташків М.Я., Попович П., Бабій А. Напрямки розвитку конструкцій складної сільськогосподарської техніки // Вісник ХНТУСМГ імені Петра Василенка. Харків: 2010. – Вип. 93 “Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том 1. – С. 164 – 170.
4. Рибак Т.І., Попович П.В., Сташків М.Я. Концепція пошукового конструювання мобільної техніки в АПК // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Випуск 39. – 2009. – С. 40–47.
5. Булгаков В.М., Даценко М.Д. Основні напрями наукового забезпечення механізації сільського господарства та сільськогосподарського машинобудування // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 11–16.
6. Гевко Б.М., Гевко І.Б., Радик Д.Л. Технологія сільськогосподарського машинобудування. – К.: Кондор, 2006. – 494 с.
7. Рибак Т.І. Пошукове конструювання на базі оптимізації ресурсу мобільних сільськогосподарських машин. – Тернопіль: Збруч, 2002. – 330 с.
8. Ковбаса В.П., Соломка В.О., Деркач О.П. Використання ПЕОМ при проектуванні технологічних процесів в сільськогосподарському машинобудуванні // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2009. – Вип. 76 ”Технічний сервіс АПК, техніка та технології у сільськогосподарському машинобудуванні”. – С. 264–270.

9. Павліський В.М., Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Проектування технологічних систем рослинництва. Тернопіль: Збруч, 2003. – 260 с.
10. Черновол М.І., Войтюк Д.Г., Булгаков В.М., Ловейкін В.С. Створення сільськогосподарських машин сучасного технічного рівня: кадри, наука, практика. – Кіровоград: КНТУ, 2007. – 28 с.
11. Молодик М.В., Смашнюк О.В. Обґрунтування правил призначення ремонтно-обслуговуючих робіт для забезпечення надійності сільськогосподарської техніки // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. 96 “Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві”. – С. 3–10.
12. Косолапов В.Б., Литовка С.В. Оценка влияния периодичности замены рабочей жидкости гидропривода трансмиссии на технико-экономические показатели сельскохозяйственных машин // Вісник ХНТУСМГ імені Петра Василенка. Харків: 2010. – Вип. 93 “Механізація сільськогосподарського виробництва”. Том 1. – С. 493 – 499.
13. Молодик М.В., Фастовець П.М., Смашнюк О.В. Моделювання впливу терміну технічного обслуговування об’єкта на його безвідмовність // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2009. – Вип. 93. – С. 344–350.
14. Молодик М.В., Харченко Б.Г. Обґрунтування вдосконалення системи технічного сервісу в АПК України // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 128–132.
15. Михайлович Я.М., Рубець А.М. Технічне обслуговування різьбових з’єднань зернозбиральних комбайнів // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 274–277.
16. Лімонт А.С. Теоретичні основи забезпечення працездатності машин: навчальний посібник. – Житомир: Державний агроекологічний університет, 2008. – 420 с.

17. Науменко О.А. Обґрунтування структури сервісних центрів АПК / Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2010. – Вип. 96 “Ресурсозберігаючі технології, матеріали та обладнання у ремонтному виробництві”. – С. 11–14.
18. Науменко О.А., Петрушка Є.З., Бойко І.Г. Матеріально-технічна база сільгосп підприємств України за 1990-2008 роки // Вісник ХНТУСМГ імені Петра Василенка. Харків: 2010. – Вип.. 95. – С. 231 – 235.
19. Молодик М.В. Функціонування ремонтно-обслуговуючої бази сільськогосподарських підприємств і напрями її розвитку в сучасних умовах // Механізація та електрифікація сільського господарства. – Глеваха: ННЦ “ІМЕСГ”, 2009. – Вип. 93. – С. 336–343.
20. М.В. Молодик, А.М. Моргун, В.К. Чумак, Л.І. Шаповал, С.С. Котенко, Л.П. Молодик Формування перспективної ремонтно-обслуговуючої бази агропромислового комплексу // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Випуск 39. – 2009. – С. 34–39.
21. Гараєв П.І., Дашивець Г.І. Особливості розрахунку обсягів робіт по ТО і технічному обслуговуванню техніки в сучасних умовах // Праці Таврійського державного агротехнологічного університету. – Мелітополь: ТДАТУ, 2009. – Вип. 9. – Т. 4. – С. 64–69.
22. В.В. Аулін, О.М. Лівіцький Інформаційне забезпечення в системі технічного сервісу, діагностичного моніторингу та охорони праці в сільськогосподарському виробництві // Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. – Випуск 39. – 2009. – С. 287–290.
23. Молодик М.В., Харченко Б.Г. Обґрунтування вдосконалення системи технічного сервісу в АПК України // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 128–132.
24. Булгаков В.М., Даценко М.Д. Основні напрями наукового забезпечення механізації сільського господарства та сільськогосподарського

машинобудування // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2009. – № 2. – С. 11–16.

25. В. Булгаков Стан наукового забезпечення механізації сільського господарства в Україні // Зб. наук. пр. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Випуск 13. Книга 1. – Дослідницьке: УкрНДПВТ, 2009. – С. 21–29.

26. ДСТУ ISO 5702:2005 Збиральна техніка. Складники збиральних комбайнів. Еквівалентні терміни (ISO 5702:1983, IDT)

27. ДСТУ EN 632-2001 Сільськогосподарські машини. Комбайни зернозбиральні та сіно(фуражо)-підбирачі. Вимоги безпеки (EN 632:1995, IDT)

28. Легкодух Н.Ф., Кучеренко В.Г., Савіцька О.М. Аналіз показників надійності техніки вітчизняного виробництва для обробітку ґрунту // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2009. – Вип.80 “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. – С. 46 – 52.

29. Бойко А.І., Новицький А.В. Вплив розвитку вторинного ринку на подовження терміну використання сільськогосподарської техніки // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. – Харків, 2009. – Вип.80 “Проблеми надійності машин та засобів механізації сільськогосподарського виробництва”. – С. 310 – 314.

